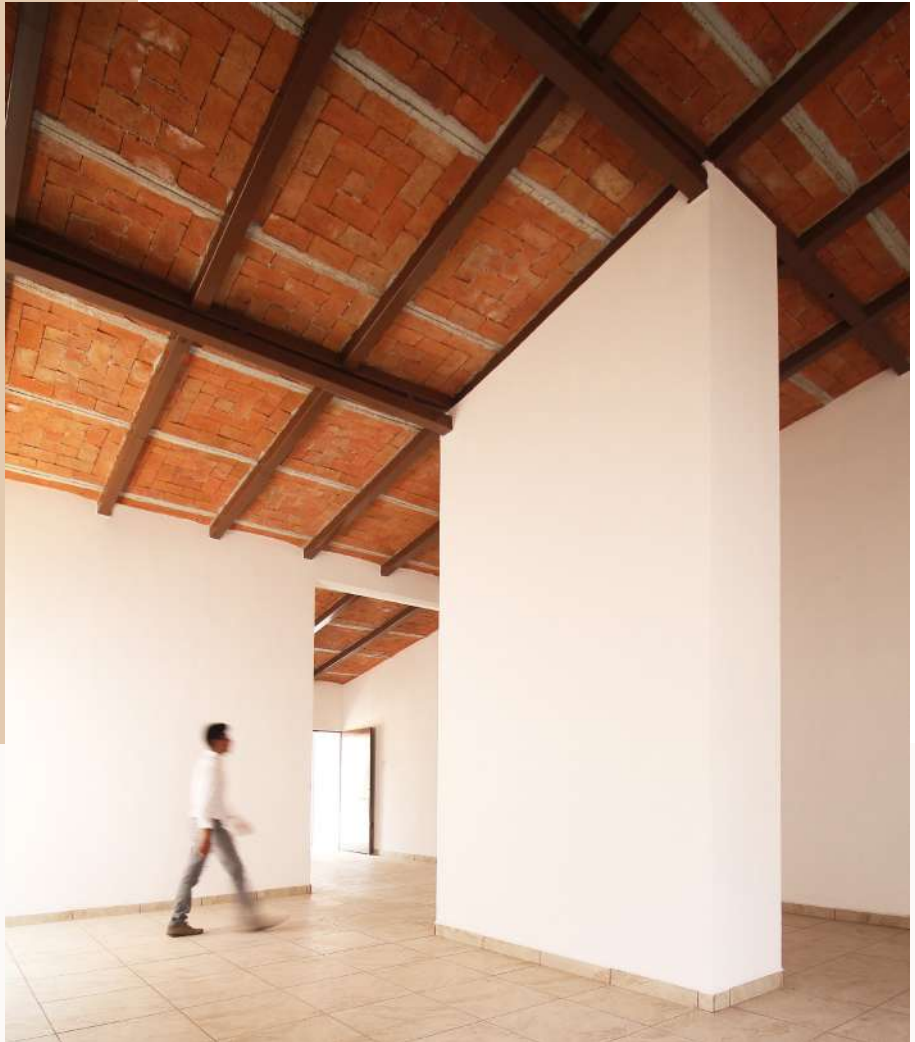


# DOMOTEJ

Tecnología para techos de vivienda  
de producción social asistida







# DOMOTEJ

**TECNOLOGÍA PARA TECHOS DE VIVIENDA  
DE PRODUCCIÓN SOCIAL ASISTIDA**

Gabriel Castañeda Nolasco

UNACH

Dr. Carlos F. Natarén Nandayapa  
Rector

Dra. María Eugenia Culebro Mandujano  
Secretaria General

Dra. Leticia del Carmen Flores Alfaro  
Secretaria Académica

C.P.C. Roberto Cárdenas de León  
Secretario Administrativo

Dr. Manuel Iván Espinosa Gallegos  
Director General de Planeación

Dra. María Guadalupe Rodríguez Galván  
Directora General de Investigación y Posgrado

Dr. Gonzalo López Aguirre  
Director General de Extensión Universitaria

# DOMOTEJ

**TECNOLOGÍA PARA TECHOS DE VIVIENDA  
DE PRODUCCIÓN SOCIAL ASISTIDA**

Gabriel Castañeda Nolasco



Primera edición 2020

D. R. © 2020, Universidad Autónoma de Chiapas  
Boulevard Belisario Domínguez Km. 1081, Terán  
CP. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

ISBN DIGITAL: 978-607-561-074-0

La presente obra ha sido evaluada y aprobada por pares  
académicos externos a la Institución.

Imagen de Portada: Casa habitaci3n 250 m2  
Proyecto y construcci3n: Arq. Ismael Jes3s Medrano Guti3rrez  
Fotograf3a: Arq. Jessy Carmelina Victorio Robles

## Agradecimientos:

Al programa de Laboratorios Nacionales del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por incentivar el desarrollo de tecnologías apropiadas para el contexto nacional como el contenido de la presente obra.

Al HABYTED de CYTED, por todo el apoyo y la integración de esfuerzos con la posibilidad de participación en el programa 10x10 que me permitió la maravillosa experiencia de vivenciar el desarrollo de acciones concretas, orientadas al mejoramiento de la vivienda de los grupos sociales mayoritarios de nuestra América Latina.

A mi familia, en especial a mi esposa María de Lourdes Carpy Chávez, mujer de gran fortaleza y creatividad permanentemente inspiradora. Héctor Alfonso y Francisco, motivos especiales para trascender en el tiempo.

A mis padres Héctor Castañeda Ancheyta (☩) y Elia Nolasco Bautista.

El agradecimiento permanente a mi Alma Máter, la Universidad Autónoma de Chiapas, (UNACH).



# ÍNDICE

Introducción	11
Capítulo I	
Antecedentes motivadores para la búsqueda de tecnologías apropiadas y apropiables para la vivienda de producción social	15
Capítulo II.	
Adaptación tecnológica como medio para lograr alternativas asequibles Orientadas a los grupos sociales demandantes	105
Capítulo III	
Evaluación de la tecnología para techos Domotej	135
Capítulo IV	
Aplicación del sistema de techo Domotej en diferentes tipologías de vivienda	215
Capítulo V	
Conclusiones y recomendaciones	245
Bibliografía	257



# INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se ocupa de uno de los componentes de la vivienda, el techo, que por sus características técnico-construccionales es el más complejo. La investigación fue desarrollada en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, entre las actividades del programa 10x10, del XIV.5 Con Techo, subordinado al Subprograma XIV, Tecnologías para vivienda de Interés Social HABYTED de CYTED (2003-2007) por lo que la bibliografía de referencia es de ese momento.

Además, debido a la forma en que el grupo social en estudio logra el objetivo deseado de materializar su vivienda, en un tiempo entre quince y veinte años (Castañeda 2005), el resultado que ahora se presenta, integra una serie de ejercicios profesionales donde el componente prefabricado para techos Domotej se ha aplicado, no solo en el nivel socioeconómico al que se orientó originalmente.

Para las actividades realizadas con el grupo técnico del programa mencionado, el objetivo principal era desarrollar una adaptación de la tecnología de techos Domozed al contexto de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, cuyo fin principal fue mejorar la transferencia tecnológica a la vivienda social. Esta tecnología se utiliza en Perú y se ha difundido en varios países de América Latina, así como muchas otras tecnologías proporcionadas por los miembros del equipo de trabajo del programa 10x10 con Techo.

Las experiencias vividas evidenciaron la necesidad de adaptar las tecnologías difundidas a los contextos seleccionados, para su mayor aceptación, funcionamiento y para su realización. Se optó por las tecnologías difundidas por los integrantes del programa 10x10, cuando se desarrollan para contextos específicos y pretendían ser transferibles a otros, de tal manera que su apropiación al nuevo contexto está condicionada por su adaptación.

Como resultado, se obtuvo el sistema de techo Domotej, con la integración del análisis de cinco variables priorizadas (proceso constructivo, resistencia mecánica, precio, desempeño térmico y aceptación social), lo que permitió el desarrollo de la adecuación aplicada en un prototipo experimental de vivienda para su evaluación en terrenos de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, pues se comprobó la viabilidad de la construcción y se exploró la posibilidad de su transferencia al contexto social del barrio Julio Cesar Ruiz Ferro.

El desarrollo de este documento, se estructura en cuatro capítulos. El primero explica los motivos y retos motivadores para llevar adelante la investigación que dio los insumos que ahora se presentan, tomando como punto de partida la experiencia de participar con el proyecto 10x10 con techo, y posteriormente en el proyecto Casa Partes, los dos de Habited de Cyted. Sin duda una de las experiencias que fortaleció mi atracción por las tecnologías apropiadas y apropiables, orientado a los grupos sociales de menores ingresos, aquellos que primero habitan y después construyen.

En el segundo capítulo se presenta el desarrollo de un modelo de adaptación de tecnologías para la vivienda, específicamente definido para lograr el objetivo del proyecto 10x10 y con el cuál hasta la fecha ha servido para desarrollar otras adaptaciones tecnológicas que se circunscriben en el concepto de innovación imitativa (Baumol, 2004)

En el tercer capítulo se evalúa la propuesta de techo adaptado Domotej, mediante la identificación de cinco variables, priorizadas y analizadas de acuerdo con los participantes en el proyecto (habitantes de una colonia periférica, alumnos del último semestre de la Facultad de Arquitectura, profesionales de la construcción a través del colegio de arquitectos), adicionalmente se tomó como referentes una metodología planteada en la Universidad de la República para elegir tecnologías para vivienda externas que entran a Uruguay.

En el capítulo cuatro, se expone un catálogo de obras realizadas donde se aplicó el sistema de techo Domotej, como medio de comprobación sobre el concepto más complejo para comprobar, la aceptación social, por lo que este catálogo se ha realizado a través de aproximadamente 12 años, una vez que la tecnología fue aplicada fuera de las instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, lo cual nos deja un gran aprendizaje, al ser aplicada no solo por el grupo social objetivo sino por toda la sociedad en su conjunto, contando con obras en vivienda de producción social y de residencias desarrolladas profesionalmente por arquitectos Chiapanecos.

Por último se enuncian, en el quinto capítulo, una serie de conclusiones y recomendaciones que intentan motivar a los interesados en la incursión de nuevas ideas para investigar, en el ámbito de las tecnologías orientadas a la producción social de la vivienda, en el entendido siempre que la tecnología es un medio y no un fin, un medio para el mejoramiento de la vivienda de todos.



# CAPÍTULO I

Antecedentes motivadores para la búsqueda de  
tecnologías apropiadas y apropiables para la vivienda de  
producción social

## ANTECEDENTES GENERALES DE CYTED

El Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED, es un programa internacional y multilateral de cooperación científica y tecnología, creado en 1984 por un acuerdo interinstitucional entre los gobiernos de los 21 países Iberoamericanos, véase en la Tabla 1. La participación en el programa de los grupos de investigación, universidades, centros de investigación y desarrollo, empresas y organizaciones no gubernamentales (ONG), los que se reunieron con el fin de fomentar la cooperación en la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico de campo para obtener resultados científicos y la tecnología transferible a los sistemas de producción y las políticas sociales de los países iberoamericanos (Lorenzo et al., 2005, p.2).

Los 21 países signatarios del acuerdo al marco interinstitucional, en el año 1984 se presentan en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Países signatarios del acuerdo marco Institucional de CYTED en 1984.

Fuente: Adaptado de Lorenzo, et al, 2005.

PAÍS		ORGANISMO INSTITUCIONAL
1	ARGENTINA	Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
2	BOLIVIA	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT.
3	BRASIL	Consejo Nacional de Desenvolvimento Científico y Tecnológico. CNPq.
4	CHILE	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnología. CONICYT
5	COLOMBIA	Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología COLCIENCIAS.
6	COSTA RICA	Ministerio de Ciencia y Tecnología.
7	CUBA	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
8	ECUADOR	Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología.
9	EL SALVADOR	Consejo Nacional Ciencia y Tecnología. CONACYT.
10	ESPAÑA	Ministerio de Ciencia y Tecnología. Agencia Española de Cooperación Internacional. AECI.
11	GUATEMALA	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONCYT.
12	HONDURAS	Consejo Hondureño de Ciencia y Tecnología. COHCIT.
13	MÉXICO	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONACYT.

14	NICARAGUA	Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología. CONICYT.
15	PANAMÁ	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. SENACYT.
16	PARAGUAY	Instituto Nacional de Ciencia, Tecnología y Normatización. INTN.
17	PERÚ	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONCYTEC.
18	PORTUGAL	Ministerio de Ciencia y de Enseñanza Superior.
19	REPÚBLICA DOMINICANA	Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología.
20	URUGUAY	Ministerio de Educación y Cultura.
21	VENEZUELA	Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Desde 1993, el Programa CYTED ha organizado anualmente y de manera conjunta con el Organismo Signatario del país anfitrión, las Conferencias Científicas preparatorias de la Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno.

El CYTED se convirtió en un integrador de recursos científicos y tecnológicos mediante la cooperación de los recursos existentes en las universidades, centros de investigación y desarrollo (I + D) y las empresas innovadoras de Iberoamérica. Busca promover la modernización de la producción y la mejora de la calidad de la vida de todos los países participantes mediante la promoción de la cooperación en Investigación y Desarrollo (I+D) (Ibid).

Desde 1995, el Programa CYTED se incluyeron formalmente entre los Programas Cooperación de la Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno.

En 1987 fue creado el subprograma número XIV, “Tecnologías para la vivienda interés social” dentro del CYTED, con el tema “proyecto de vivienda social” llamado HABYTED. Siendo su principal objetivo “crear, consolidar y / o fortalecer las capacidades multidisciplinarias de desarrollo científico, tecnológico y actividades de servicio, priorizando apoyo a los sectores de bajos ingresos y marginados en hábitat Iberoamericana del campo” (subprograma XIV, 1998, p. 6).

Para trabajar efectos de organización, HABYTED se dividió en tres modos de acción separada: Redes temáticas, Proyectos de investigación precompetitivos y Proyectos de Innovación IBEROEKA.

Las redes temáticas: facilitan la interacción, la cooperación y la transferencia entre los grupos que trabajan en temas similares. Uno de sus principales objetivos es la generación de Proyectos de investigación Precompetitiva. (Ibid, 1998, p.6).

XIV.A. HABITERRA sistematización del uso de la tierra (1990-1997).

XIV.B. VIVIENDO Y CONSTRUYENDO Autoconstrucción progresiva y participativa (1992-1999).

XIV.C. TRANSFERENCIA Y CAPACITACIÓN Tecnología para la vivienda de interés social (1998-2001).

XIV.D. ALTERNATIVAS Y POLÍTICAS Para la Vivienda de Interés social (1996-1999).

XIV.E. VIVIENDA RURAL Mejora de la Calidad de Vida en asentamientos rurales (1998-2001).

XIV.F. TÉCNICAS SOCIALES Producción social del hábitat (2002-2005).

XIV.G. HABITAT EN RIESGO Red iberoamericana hábitat en Riesgo (2002-2005).

Las anteriores dos **últimas** redes, se añadieron después de la publicación de 1998 y se encontró en la publicación de Un Techo para vivir (Lorenzo, 2005 et al., P3).

Los Proyectos de investigación: facilitar la implementación y aplicación de proyectos de investigación mediante la colaboración y la cooperación entre los diferentes grupos de países y empresas que son un equipo internacional. Uno de sus propósitos es permitir la transferencia de sus resultados a los sistemas de producción en los países participantes. ((Subprograma XIV, 1998 loc. cit.).

XIV.1. AUTOCONSTRUCCIÓN Construcción progresiva y participativa (1987 - 1991).

XIV.2. TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS INDUSTRIALIZADAS Para vivienda de bajo costo (1989-1993).

XIV.3. TECHOS Tecnologías de techos (1995-1998).

XIV.4. MEJORHAB Mejoramiento y densificación de asentamientos precarios (1996 -1999).

XIV.5. CON TECHO Soluciones de techos para viviendas de muy bajo coste (1998 - 2003).

XIV.6. PRO TERRA Tecnologías de tierra para la construcción masiva de viviendas de bajo costo (2001-2005).

XIV.7. MEJORHABITAT Tecnologías para mejoramiento de asentamientos humanos precarios (2003-2007).

XIV.8. CASAPARTES Tecnologías de cimientos, paredes, entrepisos, techos e instalaciones (2003-2007).

Del mismo modo los dos últimos proyectos mencionados en la lista anterior eran aprobados después de 1998, ya que se encuentran en una publicación posterior, “Un techo para vivir” (Lorenzo, 2005 et al., loc. cit.).

Proyectos de Innovación IBEROEKA: facilitar la cooperación entre empresas de diferentes países a través de proyectos de innovación juntos. Su objetivo es aumentar la productividad y la competitividad de la industria y la economía. (Subprograma XIV, 1998 loc. cit.).

Para su funcionamiento, el CYTED informa que cuenta con un financiamiento que responde a un modelo de cofinanciación, formado por los países participantes del programa. Sin embargo, el Gobierno español garantiza el 50% del total, el resto es aportado por los diferentes países participantes a través de una distribución basada en indicadores socioeconómicos y otras actividades de investigación relacionadas en el desarrollo científico y tecnológico (Secretario General, 1984<sup>1</sup>; Subprograma XIV, 1998; Lorenzo, et. al., 2005).

La característica aportada por todos los países participantes se ejecuta apoyando principalmente las actividades de coordinación de los grupos de proyectos y redes, orientado a las acciones de difusión, transferencia de conocimientos y resultados a través de talleres, cursos y seminarios, así como las acciones de movilidad entre los grupos de la investigación de los países participantes. (Ibid).

## **ANTECEDENTES PARTICULARES DEL PROGRAMA 10X10.**

Como parte del proyecto XIV.5. CON TECHO (1998 - 2003), se desarrolló el programa 10x10; donde han participado representantes de los siguientes países: Argentina, Brasil, Bolivia, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, España, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Portugal, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

---

<sup>1</sup> Página de Secretaria General de CYTED [http://www.cytcd.org/informacion\\_general/informacion.asp](http://www.cytcd.org/informacion_general/informacion.asp)

El programa 10x10 ha propuesto la construcción de 10 viviendas experimentales en 10 países de América Latina y al mismo tiempo en cada experimento se aplicaron tecnologías tradicionales, racionalizadas y mejoradas; tecnologías innovadoras, tecnologías propias y externas de otros países que aportaron las soluciones adecuadas y apropiadas, lo que eliminaría la posibilidad de dependencia tecnológica (Lorenzo et. Al., 2005, p. 16).

Incluso en el programa 10x10 fue propuesto enseñar en cada experimento tecnologías de techos, paredes, instalaciones, urbanización, etc., incluyendo atención a tipos de vivienda y asentamientos humanos correspondiente. El techo fue el componente que se ha estado trabajando en 26 talleres de transferencia de tecnología, como las 14 experiencias 10x10 latinoamericanas.

## ¿POR QUÉ LOS TECHOS?

- I. El techo es un elemento singular dentro del sistema constructivo global, han de resolver diversas solicitudes y, en particular, requiere soluciones técnicamente complicadas para resolver su estabilidad.
- II. Las soluciones de techos más extendidas ofrecen problemas básicos de aislamiento térmico, durabilidad e incluidos son perjudiciales para la salud del usuario (acero, fibrocemento).
- III. El costo del techo tiene mucha importancia para el costo global de la vivienda (aproximadamente 20 - 30%).
- IV. Conseguir el techo es conseguir una vivienda. El resto se puede hacer poco a poco y con técnicas provisionales que continuamente se dan vuelta para obtener una vivienda definitiva.

- V. La solución de techo está directamente relacionado con la cultura del lugar y la forma de vida; necesita ser aceptado.
- VI. Las diferentes zonas climáticas (costa, selva y las montañas al norte y sur), como los micro climas, requieren soluciones específicas de techos y con capacidad de adaptabilidad, flexibles. (Lorenzo, et. al., 2005).

El programa no mantiene la vivienda como un fin, sino como un medio para enseñar cómo construir la vivienda, desde la selección de tecnologías apropiadas, las formas de producción de techos y las paredes de muy bajo costo. Se presenta como un medio de transferencia de tecnología para la organización social privilegiada y no dependencia tecnológica, orientada a grupos sociales excluidos del mercado formal de la vivienda. (Ibid)

Sobre la base de los objetivos antes mencionados desarrollados en diferentes experimentos 10 x 10 en el contexto de América Latina, compilados en un techo para vivir (Lorenzo et. al, 2005), y aquellos que se muestran en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Países donde se construyeron las experiencias de 10x10 y el número de viviendas realizadas.

Fuente: Adaptado de Lorenzo, et al., 2005.

	País	Número de viviendas construidas
1	Argentina	5 viviendas, en Rio Cuarto.
2	Brasil	2 viviendas.
3	Chile	1 vivienda.
4	Cuba	10 viviendas.
5	Ecuador	6 viviendas, en Quero.
6	El Salvador	24 viviendas en Zacatecoluca.
7	Honduras	10 viviendas en Comayagua.
8	Nicaragua	12 viviendas en Chinandega.
9	Paraguay	9 viviendas.

10	Perú	10 viviendas en Moquegua.
11	Perú	Centro virtual de salud Cotowincho.
12	República Dominicana	36 viviendas.
13	Uruguay	1 vivienda.
14	México	10 viviendas en Chiapas.

Como puede verse en la lista anterior, el alcance inicial de la construcción pretendida de 10 viviendas con 10 tecnologías diferentes que sirven de ejemplo o “recortador tecnológica”<sup>2</sup> para la reproducción, fue superado en número, convirtiéndose el número 10 solamente en un número de referencia, pues la vivienda experimentada fue apoyada en diferentes situaciones que se define únicamente el contexto específico, que de acuerdo con el grupo técnico de 10 x 10, en un techo para vivir, fueron identificadas cinco situaciones diferente que determina las experiencias del programa 10x10.

- I. La sustitución de los techos existentes y la aplicación de las tecnologías de viviendas donde se han realizado los muros.
- II. En respuesta a los problemas locales específicos, como consecuencia de desastres provocados por fenómenos naturales (terremotos en El Salvador).
- III. Aplicación predominante y casi exclusiva de las tecnologías tradicionales.
- IV. La verdadera exhibición de tecnologías seleccionadas que respondan a los tres tipos fomentados por el programa, las cuales evolucionaron las tecnologías tradicionales a tecnologías innovadoras y propias del panorama latinoamericano.

---

<sup>2</sup> Se pretende la generación de un catálogo de tecnologías en cada experiencia 10x10, para servir como modelo para la población que habita alrededor de donde se llevaron a cabo y, con la ayuda de personas capacitadas en los talleres de transferencia, replican las tecnologías que cada familia seleccione este catálogo permanente.

V. Mezcla de los casos anteriores, en respuesta, por ejemplo, a desastres causados por fenómenos naturales y lograr un verdadero despliegue de los tres tipos de tecnologías propuestas (del terremoto en Perú), o el uso de las tecnologías locales, en respuesta a los daños causados por el huracán Mitch en Nicaragua (Lorenzo et al, 2005, p 19).

## **EL PROBLEMA.**

A partir de nuestra participación en el programa de 10x10 y el reconocimiento de objetivos presentados en este, se detectan el problema que se aborda en este trabajo como punto de partida, aunque las estrategias de transferencia de tecnología llevada a cabo por el personal del programa técnico, nos dirigieron a nosotros al componente techo, ya que creemos que es necesario hacer un ajuste a la tecnología de techos que se pretenden llevar a un contexto diferente al de su origen, con el fin de ampliar las posibilidades de conseguir la transferencia de dicha tecnología, que el programa de 10x10 es considerado el principal objetivo del equipo técnico.

Incluso con las actividades desarrolladas por los miembros de 10x10, tratando de aferrarse a los objetivos iniciales, nos damos cuenta de la necesidad de adaptarse a las condiciones específicas del contexto, porque si bien existe una evaluación formal expuesta de cada experimento realizado, para preparar los talleres de transferencia no se tenía un estudio formal de la adaptación previa para la búsqueda de la transferencia de dichas tecnologías, de las cuales 26 experiencias se registran en “un techo para vivir”<sup>3</sup>

La mayor búsqueda de adaptación de sus tecnologías al contexto receptor por miembros del equipo de trabajo era

---

<sup>3</sup> Libro que integra la experiencia del yo programa 10x10 “Con Techo”, Subprograma Perteneciente al XIV. “Tecnologías para viviendas de bajo coste” del Programa de Tecnología para el Desarrollo CYTED, la Ciencia y la.

utilizar un material de la localidad donde se trabajaría, acercándose a las características de lo que comúnmente se aplican en el contexto.

Es importante mencionar que el objetivo buscado en relación con la adaptación que propone el programa 10x10, registrado en “Un techo para vivir”, donde las tecnologías deben responder al criterio largamente debatido del programa de tecnología apropiada y adecuada, dice:

- Cuáles son las adecuadas para el lugar y las personas que lo habitan, para responder a las condiciones y / o capacidades culturales, técnicos y socioeconómicos.
- Qué no generan dependencia económica y / o tecnológica.
- Cuáles son aceptados por la población, que puede apropiarse de ellos...
- Qué colaborar para generar un desarrollo sostenible.

Los tres tipos de tecnologías aplicadas en cada experiencia de 10x10 se someten a un proceso de adaptación a las condiciones específicas del lugar donde se realizan las viviendas. Este proceso de adaptación se produce en un sentido estrecho (materiales disponibles, la mano de obra disponible) y un sentido de ampliación (zonas sísmicas y zonas sujetas a fenómenos naturales como huracanes). Esto implica, por una parte, la evidencia de la flexibilidad y adaptabilidad de las tecnologías y, por otro, su capacidad de mejora y evolución. Este proceso no ha terminado, en los centros de I + D + i o universidades que proponen tecnologías o en los lugares de aplicación. Es un proceso muy bueno de estar y para el enriquecimiento tecnológico. (Lorenzo et al., 2005, p. 18).

Antes del acuerdo, los objetivos incluyen la adaptación de las tecnologías que se pretenden transferir. Sin embargo, en realidad, poco se ha logrado e incluso poco se intentó, por lo que nos hace pensar que esto puede ser una razón por la que las

técnicas aplicadas no generaron las réplicas autoconstruidas por la población instruida, incluso en los casos en que construyeron viviendas con el apoyo de **órganos institucionales, como fue el caso de 10x10 Chiapas, donde participamos** y se coordinaron las actividades con las restricciones del Instituto Casa del Estado de Chiapas (INVI).

Los resultados obtenidos en el programa de 10x10, se describen en el libro “Un techo para vivir”, por otra parte, han construido viviendas de 14 experiencias 10x10, y al mismo tiempo con la transferencia de los 26 talleres realizados en cada una de las localidades de Iberoamérica donde se trabajó. Sin embargo, no reportan evidencia de una reproducción de viviendas autoconstruidas por los habitantes, tanto por parte de personas que han recibido la formación en 10x10<sup>4</sup>, quienes realizaron o aplicaron algunas de las tecnologías difundidas en 40 experiencias, o de algún otro grupo social cualquiera.

Lo anterior, responde con seguridad a varios factores y / o variables, pero, entre ellos, desde una perspectiva de ingeniería técnica, identificamos la necesidad de adaptación de la tecnología a las condiciones específicas del contexto de recepción, especialmente cuando la razón es la falta de disponibilidad económica, principal factor que cuenta en el grupo más social y que además en cada contexto hay condiciones específicas que determinan el uso o no de la tecnología propuesta, tales como la ubicación de cada una de las tecnologías convencionales, donde ha sido aceptada y culturalmente a menudo expresan las aspiraciones de los distintos grupos sociales, a pesar de que también en su mayor parte está fuera del alcance de los más económicos.

Por otro lado, al ser un miembro del equipo del programa 10 x10 de trabajo, incluso si no participamos en todos los experimentos mencionados anteriormente, sabemos en detalle los

---

<sup>4</sup> 10x10 y el nombre de la experiencia de la que hemos construido las casas con las tecnologías convencionales, colocando el nombre de la ciudad en la que se hicieron, por ejemplo, 10x10 Chiapas.

experimentos en 10 x 10 Chiapas en México, Cuba, Chile, El Salvador, Honduras, Brasil, Argentina , Quito y Perú, donde los resultados son similares, no informa de reproducción por población educada, y mucho menos a la población próxima a las casas de las experiencias de 10 x10 y por lo tanto se puede concluir que no se obtuvo la transferencia prevista.

Para reforzar la deducción anterior, se analizó la información difundida en un techo para vivir, talleres relacionados y construcciones de vivienda de 10x10, donde, como ya se ha explicado anteriormente, había 26 talleres de transferencia y 14 experiencias de 10x10.

En el mismo texto, se establece que el personal del programa extendió 59 tecnologías en 26 talleres, percibiéndose que sólo 9 tecnologías fueron las más publicadas, esto se muestra en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Tecnologías más extendidas en el programa de 10 x 10 y el porcentaje de aplicación en 26 talleres de transferencia de tecnología.

Fuente: Adaptado de un techo para vivir, 2005.

TECNOLOGÍAS MÁS DIFUNDIDAS EN LOS TALLERES 10 X 10 EN AMÉRICA LATINA.		VECES ENSEÑADAS EN 26 TALLERES	%
1	CUPULA DE FERROCEMENTO	19	73
2	SISTEMA "BATEA"	15	58
3	QUINCHA PREFABRICADA	15	58
4	DOMOZED	15	58
5	MÓDULOS AUTOPORTANTES DE MADERA PLEGADA	13	50
6	VIGUETA MAS PLAQUETA	13	50

7	SOPORTERIA LIGERA ENROLLABLE	13	50
8	SISTEMA "BENO"	10	38
9	SISTEMA ESTRUCTURAL "VIMA"	10	38

La información anterior se comparó con las tecnologías aplicadas en los experimentos de 10x10 donde se construyeron 135 nuevas viviendas y 19 experiencias con la intervención, con un total de 154 viviendas trabajadas en el caso de las intervenciones, especialmente en la República Dominicana, donde se llevaron a cabo 36 viviendas, siendo 18 de ellos donde se sustituyó el techo y los otros 18 fueron reconstruidos, por lo que, en el caso de Chile, solamente se colocó el techo.

De lo anterior podemos ver que no hay una correlación significativa entre las tecnologías de difusión en los talleres y las transferencias de tecnologías aplicadas en los hogares que sufrieron intervenciones, por cómo se señala en la Tabla 1.4, sólo el sistema Beno no tiene ningún impacto notable, entonces la cumbre ferrocemento y quincha prefabricada, sin embargo, se detecta que no se ha obtenido en su totalidad para poder ser presentado por el programa de 10x10, en relación con la transferencia de tecnología, ya que las tecnologías aplicadas en la mayoría de los experimentos 10x10 ya eran conocidos en cada lugar, como las paredes de madera, bloque de arena de concreto, tejas y adobe, techos de chapa, y en su caso, Tevi baldosas de micro cemento, casualmente las tecnologías más aplicadas en 10x10 experiencias son de uso común en casi toda América Latina y por qué no son liberados por el personal técnico del programa 10x10, ver en la Tabla 1.5.

Tabla 1.4. Tecnologías más extendidas y su aplicación en el programa 10 x 10.

Fuente: Adaptado de Un techo para vivir, 2005.

TECNOLOGÍAS MÁS DIFUNDIDAS EN LOS TALLERES DE TRANSFERENCIA Y APLICADAS EN 154 INTERVENCIONES DE 10 X10		VIVIENDAS INTERVENIDAS	%
1	CÚPULA DE FERROCEMENTO	6	4.0
2	SISTEMA "BATEA"	4	3.0
3	QUINCHA PREFABRICADA	6	4.0
4	DOMOTEJ	5	3.0
5	MÓDULOS AUTOPORTANTES DE MADERA PLEGADA	0	0.0
6	VIGUETA MÁS PLAQUETA	3	2.0
7	SOPORTERIA LIGERA ENROLLABLE	2	1.3
8	SISTEMA "BENO"	12	8.0
9	SISTEMA ESTRUCTURAL "VIMA"	0	0.0

Tabla 1.5. Tecnologías y su frecuencia de uso en el 10x10 experimentos, la marca muestra las tecnologías más extendidas en los talleres de transferencia de tecnología, lo que demuestra el éxito mínimo de éstos.

Fuente: adaptado de un techo para vivir, 2005.

TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN LAS EXPERIENCIAS 10 X 10 (154 VIVIENDAS)	VIVIENDAS DONDE SE UTILIZO	PAÍSES DONDE SE UTILIZO	PAÍS DE ORIGEN	10 x 10 TRANSFERIDOS DE 14 REALIZADOS
LAMINA METÁLICA	49	El Salvador, Nicaragua y Rep. Dominicana	*	*
BLOCK DE CONCRETO	34	Cuba, Ecuador, Honduras, Nicaragua, Perú, Rep. Dominicana	*	*
LADRILLO REBOCADO	29	Ecuador, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua y Uruguay	*	*
TEJA TEVI	26	Cuba, El Salvador, Honduras, Perú	Cuba	3
PAREDES DE MADERA	18	República Dominicana	*	*
SISTEMA BENO	12	Argentina, El Salvador y Honduras	Argentina	2
TEJA DE BARRO	11	Honduras, México, Nicaragua, Perú	*	*

COLUMNAS Y LOSETAS PREFABRICADAS	7	El Salvador	El Salvador	0
BLOCK DE SUELO CEMENTO	7	Cuba y El Salvador	*	*
ADOBE MEJORADO	7	El Salvador, Honduras, Perú	Perú	2
CERCHA DE MADERA	7	Argentina y Ecuador	*	*
QUINCHA PREFABRICADA	6	El Salvador y Perú	Perú	1
CÚPULA DE FERROCEMENTO	6	Argentina, Ecuador	México	5
SISTEMA UMA	5	Argentina	Argentina	0
DOMOZED	5	Ecuador, Honduras y Perú	Perú	2
SISTEMA BATEA	4	Argentina, Cuba, Ecuador y Honduras	Argentina	3
LAMINA DE FIBROCEMENTO	3	Honduras	*	*
VIGUETA MÁS PLAQUETA	3	Cuba y Honduras	Cuba	1

Además de lo anterior, también se puede ver en la Tabla 5, que las tecnologías más extendidas en los talleres de transferencia 26, la cúpula de ferrocemento fue el más aplicado en el 10x10 experimentos, para un total de 5 países diferentes, Batea está en 3 experimentos, entonces Beno y Domozed aplican en dos experiencias distintas de su origen, dejando a la vigueta mala plaquetas y el prefabricado Quincha con sólo una aplicación distinta a su origen. Los módulos autoportantes de

madera plegada y el sistema estructural VIMA, eran dos de las tecnologías más utilizadas en la transferencia de los talleres, que no fueron utilizados en un experimento o 10 x 10.

Por todo lo anterior entendemos que entre las posibles razones por las que puede ser asignado parte de la situación descrita antes, es un poco o la ausencia de un estudio de las necesidades tecnológicas de los contextos de los destinatarios, por otra parte, la necesidad de adaptación de las tecnologías viables, es notorio talleres de transferencia de recurrencia en los que trataron de transferir tecnologías casi siempre expuestos en la Tabla 1.3: Cumbre de ferrocemento, Batea, Domozed, Quincha prefabricada, módulo autoportante de madera plegada, vigueta más plaquetas, soportaría Ligera enrollable, Beno, sistema de Vima, añadiendo en algunos otros casos excepcionales, tales como: Armada Cerámica, Domocaña, bajareque, Cúpula de ferrocemento.

Con base en esta evidencia, es prácticamente imposible que la misma tecnología tiene la intención de transferir casi toda América Latina, y para ello, responder a las características del contexto de recepción, aunque en muchos de los lugares donde trabajaban, puede producir o utilizar materiales similares a los originales que la tecnología requiere, lo que reafirma la necesidad de dar valor a otras variables que intervienen desde el enfoque expresado inicialmente.

Sin embargo después de haber vivido la experiencia de 10x10 Chiapas y conocer las otras, vemos la existencia de tecnologías que, en algunos casos, permiten una adopción directa sin ningún tipo de adaptación, como es el caso de la vivienda que recibió la placa de techo en el programa armado 10x10 Chiapas, que fue transferido por Ariel Ruchansky, representante de Uruguay en el programa de 10x10 con techo, la transferencia de tecnología taller para el programa 10x10 Chiapas y se puede apreciar en la Figura 1.1.



Figura 1.1. La foto A, vivienda construida por la Oficina de la Vivienda, con techo Armada Cerámica, transferidos por Ariel Ruchansky en el programa 10x10 Chiapas. B, de cerámica Detalle del techo en el programa Armados de la Cámara de 10x10 Chiapas.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Esta tecnología se puede calificar como adecuada para el contexto particular bajo los siguientes puntos a considerar:

- Para el proceso de construcción simple y fácil de aprender.
- Los materiales utilizados, ya que su fabricación se basa en el uso del ladrillo unido con mortero de cemento y arena, materiales familiares para la construcción de la cultura de la población de Tuxtla Gutiérrez, quien agregó que las barras de acero son aceptados por la población, por su concepto de seguridad.
- Debido a su proceso constructivo el precio del techo es más económico que el sistema de concreto armado convencional.
- Debido a su forma cuando es remolcado, tiene el mismo aspecto que el sistema que aspiran a construir en su cuarto, la losa de hormigón armado.
- Por la percepción del comportamiento térmico, que es similar, de acuerdo a la información de los lugareños, el comportamiento de un techo de concreto armado.

- Por el precio, que es significativamente menor, ya que utiliza la menor cantidad de concreto, acero y madera preparándose para su construcción.

La técnica se puede apreciar en la Figura 1.2.



Figura 1.2. La foto A, Arq. Ariel Ruchansky, mostrando la tecnología para techo de Cerámica, transfiriendo del Taller 10x10 Chiapas. En la foto B, el techo de componentes de detalle fabricado con cerámica, transfiriendo del Taller 10x10 Chiapas.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Sin embargo, como ejemplo, el caso en contra de la construcción de una sala cubierta con bóveda de mortero en el programa 10x10 en Ecuador (sin duda la tecnología más extendida en los talleres en toda América Latina). En este experimento, la adopción de la tecnología fue directamente, sin suficiente estudio para adaptarse, generado principalmente la adaptación a los problemas climáticos. Este complejo, a casi 3000 m sobre el nivel del mar, presenta características climáticas que la tecnología cúpula mortero no da respuesta favorable y presenta graves problemas de condensación. El primero, como consecuencia de

estar constituidos por una capa muy delgada de materiales que favorecen el choque térmico entre el interior y el exterior de la vivienda, creando un grave problema de condensación, y el resultado desfavorable para contemplar la vivienda adecuada, esto se puede apreciar en la Figura 1.3.



Figura 1. 3. La foto A, sistemas de techo Cúpula mortero armada en el taller 10x10 Chiapas. Ing., Luis Leyva. En la foto B, los sistemas de techo Cúpula mortero armada en 10x10 Ecuador.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Así, también, hay tecnologías que son coordinadas por miembros del equipo técnico del programa 10x10, como el sistema Sipromat, que fue presentado en la transferencia de tecnología de 10x10 Chiapas Programa del taller y no se puede adoptar directamente en el contexto de Tuxtla Gutiérrez, para hay varios factores en contra por la que fue descartada por los miembros del equipo del programa 10x10 Chiapas, y también del mismo grupo social favorecido, esta técnica se puede apreciar en la Figura 1.4 y 1.5.



Figura 1.4. Arq. Antonio Conti, mostrando de tecnología Sipromat taller de transferencia 10x10 Chiapas.

Fuente: Castañeda Nolasco.



Figura 1.5. Vivienda en construcción con tecnología Sipromat en Venezuela.

Fuente: Antonio Conti. Universidad Central de Venezuela.

Los aspectos que perciben desventaja de que esta tecnología es adoptada directamente en Chiapas se enumeran a continuación:

- El proceso constructivo, ya que es un sistema que requiere un equipo especializado y requiere mano de obra calificada.
- Los materiales utilizados, ya que tanto la estructura y los bloques son material de la lámina de zinc que no es fácilmente aceptado en el contexto social de Tuxtla Gutiérrez.
- Por lo anterior, está fuera de toda posibilidad económica, tienen un precio muy alto para la economía de la meta del sector social.
- El factor que se ve, es la aceptación estética (forma) que es percibido como un techo convencional de hormigón armado.
- En cuanto al comportamiento térmico no tenemos datos duros.
- Por el precio, que es significativamente mayor que la suma de los factores anteriores (mano de obra especializada, equipo especializado, la hoja de zinc, de hormigón, paneles de madera laminada, fibra de cemento y malla de acero electro soldada).

Con base en lo anterior, se observa que entre las tecnologías compiladas por el grupo técnico del programa 10x10, y llevado a varios países de América Latina a través de talleres de transferencia de tecnología, existen tecnologías que sin mayor necesidad de estudiar, pueden ser aceptadas y construidos en diferentes contextos de donde fueron diseñados. Esto es porque las condiciones de contexto receptor son similares al contexto de las condiciones en las que la transferencia se originó por la tecnología. Sin embargo, también hay otros que requieren estudio

y adaptación para una mejor aceptación en el nuevo contexto en el que se necesita, en busca de que se convierta en una tecnología adecuada a este nuevo contexto y finalmente también se debe aceptar que existen algunas tecnologías que por mucho que se intente no se podrá utilizar en el nuevo contexto.

Por todo lo anterior, el presente trabajo se justifica por razones diferentes, y según nuestro criterio, más el valor siguiente:

- I. En su relevancia social, ya que es cierto que durante el desarrollo del programa de 10x10 100 viviendas fueron construidas inicialmente, propuestos como se muestra en el cuadro N ° 4, donde no era la forma planificada (10 viviendas en 10 países), que no puede atribuirse únicamente a las propuestas tecnológicas, porque en esa situación muchos factores intervinieron. Sin embargo, se debe obtener el mayor beneficio de las tecnologías que se probaron en los diversos talleres de transferencia de tecnología que se llevó a cabo en los países involucrados, donde se estudió la posibilidad de adaptar diferentes tecnologías, como el caso del sistema de techo Domotej en Tuxtla Gutiérrez, eso nos permite tener alternativas viables destinadas a la vivienda social, que de acuerdo con Segre (1987), el techo es el componente más complejo para la construcción, por sus características físicas y constructivas, como su alto costo, en comparación con el resto de la habitación.
  
- II. En su importancia económica, es sin duda, relevante identificar alternativas que no sólo permiten conseguir una propuesta tecnológica apropiada, sino que también sea apropiado, ya que consideramos que aloja el punto de partida para el desarrollo, y cualquier crecimiento económico de un país se manifiesta por la satisfacción de las necesidades básicas de su población, entre ellos la vivienda.

III. En su relevancia política, a pesar de todo el temor que puede implicar la gestión de este concepto, es importante citarlo porque es sin duda el factor que puede referirse a la aplicación de las diferentes alternativas y obtener provecho de estos beneficios políticos, tanto por el gobierno o por grupos organizados que auto gestionan sus recursos, donde la vivienda se puede utilizar como un elemento que impulsa las acciones de autogestión a los propios sectores de la población de escasos recursos económicos.

IV. La relevancia disciplinaria en la arquitectura, mediante la identificación y comprensión de las cuestiones relacionadas con la posibilidad de mejorar la calidad de vida de los grupos sociales de menores ingresos, mediante la aplicación de la disciplina de la arquitectura pues se reconoce que la vivienda es generalmente el género arquitectónico más demandado, y como arquitectos, debemos ampliar los conocimientos para resolver los problemas más complejos que se relacionan con nuestro quehacer profesional, comprendiendo que para el diseño de la vivienda de los grupos sociales de bajos ingresos es necesario aplicar como estrategia viable, el diseño participativo, que permita racionalizar el uso de materiales pero que no imposibilite la búsqueda de las aspiraciones propias del habitante.

En la situación descrita se asienta este trabajo y con esto se sugiere una alternativa para adaptar tecnologías para techos, con el fin de contribuir, incluso si el programa 10x10 ha expirado, procurando la transferencia de tecnología para las familias que siempre requerirán una vivienda, aun en condiciones no favorables de ingresos.

Basado en la historia, reforzada por la experiencia del programa 10x10 Chiapas, y los ejemplos anteriores, donde las tecnologías adoptadas “directamente” no aportaron una respuesta favorable para ser llamadas apropiadas para el contexto en el que se han ofertado e intentado transferir, hemos tomado como punto de partida la siguiente reflexión:

Existen tecnologías para techos destinados a programa de vivienda social emitido por el equipo de trabajo de 10x10 con techo, que fueron desarrollados para satisfacer las condiciones específicas, a través de los requisitos de los contextos para el que fueron diseñados y por lo tanto no pueden ser transferidos de manera directa a otro contexto, ya que no se someten a un proceso de adaptación al contexto elegido, condicionado por el contexto físico natural, económico y social.

Por lo anterior, el objetivo general que motivó el presente proyecto y que dio los insumos para el actual documento fue: desarrollar una adaptación de la tecnología a techo Domezed, utilizada en Perú y originada de Mongolia, al contexto de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, para mejorar la transferencia de tecnología a la población que requiere vivienda de producción social, con base en la experiencia del programa con techo de 10x10, CYTED, en el marco de un desarrollo sustentable.

Por lo anterior propusieron los siguientes objetivos específicos:

- I. Integrar la propuesta tecnológica a la cultura constructiva, materiales locales, la aspiración del sector social para la mejora de la vivienda, sobre la base de la actual normativa y la optimización de los recursos disponibles.
- II. Enfocar la búsqueda en el marco del desarrollo sostenible y el programa de experiencia de 10x10, de HABYTED del CYTED.

- III. Conocer el proceso de sistema constructivo del techo Domozed, desde la fabricación de los componentes y su función estructural.
- IV. Elaborar un sistema de techo para ser prefabricados, que se deriva del sistema Domozed que mejore la posibilidad de ser utilizado en Tuxtla Gutiérrez.
- V. Desarrollar un componente techo factible para ser trabajado con mano de obra no calificada.
- VI. Construir un prototipo experimental de techo en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, con base en un diseño arquitectónico participativo para producción social de vivienda.
- VII. Evaluar el comportamiento térmico del techo experimental.
- VIII. Conocer el desempeño mecánico del componente techo desarrollado.
- IX. Conocer la aceptación del sistema de techo experimental por parte del contexto social, a través de un programa piloto orientado a la población de una colonia marginal de Tuxtla Gutiérrez, con la participación de arquitectos, diseñadores y constructores, así como la participación de estudiantes del último semestre de la carrera de arquitectura.
- X. Conocer el precio máximo del componente para techo desarrollado en el contexto del estudio.

## **EL PROYECTO 10X10:**

Debido a que este trabajo se originó en la participación del programa 10x10, HABYTED CYTED, es conveniente exponer de manera más profunda lo que fue el programa con base a la información expuesta en el libro “Un techo para vivir”, donde se recopila toda la experiencia, junto con la vivencia personal de la coordinación de 10x10 Chiapas desde la finalización del taller de transferencia de tecnología, la intervención en el grupo social de la colonia “Yuquis”, por parte de la construcción de las viviendas programadas y posteriormente el análisis de la misma, al abordar el comportamiento térmico y la exploración de la apropiación por parte de las familias involucradas.

### Objetivos del programa

De acuerdo con el personal técnico del programa 10x10, “El programa surge como un método para alcanzar los objetivos establecidos en XIV.5 Proyecto. La propuesta contempla la construcción de 100 unidades experimentales (10 en 10 países), con la demostración de tecnologías para techos “(Lorenzo et al, 2005, p 16).

### Objetivo general:

“Proponer la selección, la investigación, la experimentación, el desarrollo, la innovación y la transferencia de tecnología mediante la realización de viviendas experimentales en diferentes países, utilizando tecnologías idóneas y adecuadas a la realidad económica, tecnológica y social del lugar”. (Ibíd.)

Objetivos Específicos:

- Cuáles son las adecuadas para el lugar y las personas que lo habitan, para responder a las condiciones y / o extensiones culturales, técnicos y socioeconómicos.
- Que no generan dependencia económica y / o tecnológica.
- Cuáles son aceptados por la población, que puede tomar posesión de ellos.
- Que contribuyan a la generación de un desarrollo sostenible. (Ibíd.)

## **EL PROCESO PARA LA REALIZACIÓN DE 10X10:**

El proceso general para la realización de un experimento de 10x10, se sintetiza por el equipo técnico de la siguiente manera:

### **I. DEFINICIÓN DE ACUERDOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

- Instituciones.
- Financiamiento.

### **II. PREPARACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

- Selección de los tipos y tecnologías empleadas.
- La disponibilidad de tierra.
- Los equipos técnicos.
- La participación de los usuarios.

### III. REUNIÓN DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y ORGANIZACIÓN EXPERIENCIA.

### IV. CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS.

### V. MULTIPLICACIÓN DE EXPERIENCIA.

- La construcción de vivienda masiva en la misma región.
- Organización y práctica de talleres básicos que producen los materiales, componentes, elementos y sistemas constructivos.
- La construcción de viviendas en otras regiones.
- Programas estatales, locales y de organismos de cooperación internacional. (Ibíd., p.19).

## **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ANTE UNA EXPERIENCIA 10X10.**

Aunque el equipo técnico ha desarrollado una aplicación lógica del programa, la realidad de cada caso y sus propias limitaciones socio - culturales delinean las posibilidades con las cuales se desenvolverán cada una de las experiencias. Sin embargo, el proceso que orienta cada experiencia se Expone en “Un techo para vivir”:

- I. Formulación de acuerdos para llevar a cabo el experimento a partir de una propuesta local, reflejando:
  - Los diferentes factores que van a intervenir, ya que los promotores (en conjunto, entidades públicas, organizaciones de cooperación internacional, asociaciones de vecinos), equipos técnicos, residentes vecinos que estén de acuerdo con las villas y en este caso, que construirán ellos.

- El lugar donde se construirán las casas.
- La financiación de la misma.

## II. Preparación del experimento

Es un proceso en el que intervienen técnicos locales y del programa, con la colaboración de factores previstos y que definen:

- Tipologías y tecnologías empleadas.
- Ciertos terrenos, adaptar o embalaje y eliminación de viviendas.
- Los equipos técnicos determinados para la intervención.
- El grado de participación de los usuarios, su organización.

## III. Reunión de la transferencia de tecnología

Una vez preparada la experiencia, se lleva a cabo un Taller sobre Transferencia de Tecnologías donde participan básicamente los técnicos del programa, los expertos en las tecnologías a emplear y los factores que intervendrán en el programa 10x10.

Estos talleres han demostrado ser tan útil para la transferencia de tecnología y la demostración de las tecnologías que se han convertido en un objetivo en sí mismas.

El Taller de Transferencia entre el programa y el equipo técnico responsable del programa 10x10 sitio desarrollado y el equipo responsable de 10x10 sitio desarrollado como el primer experimento, el 10x10 Cuba. A partir de entonces, se estaba expandiendo el tipo y número de participantes. El objetivo oficial es llegar al máximo número de factores técnicos y otros que intervienen en los procesos de producción de vivienda para

personas de bajo costo, procurando el área de cobertura lo más grande posible.

#### IV. Construcción de vivienda

En cada experimento, el proceso de construcción era distinta y adaptada a las condiciones y circunstancias que la determinaron. Indicamos cómo características comunes:

- Programa Técnico y, por lo tanto, el Proyecto XIV.5 CON TECHO tienen su residencia en el país donde se haya producido la experiencia; en todos los casos, han actuado como organizador, motivador, director e interlocutor entre los factores. Siempre será la posición de mayor responsabilidad. (Ibíd.).

### RECOPIACIÓN DE TECNOLOGÍA PROGRAMA DE 10X10:

El programa 10x10 genera un catálogo en tecnologías compilado en Iberoamérica, desarrollado por diferentes centros de investigación, universidades o empresas participantes. Este catálogo está formado por 62 alternativas, clasificado en 9 variantes de acuerdo con el material de construcción de la base, como se puede observar en la Figura 1.6. El catálogo completo se puede evaluar en el Anexo "A".

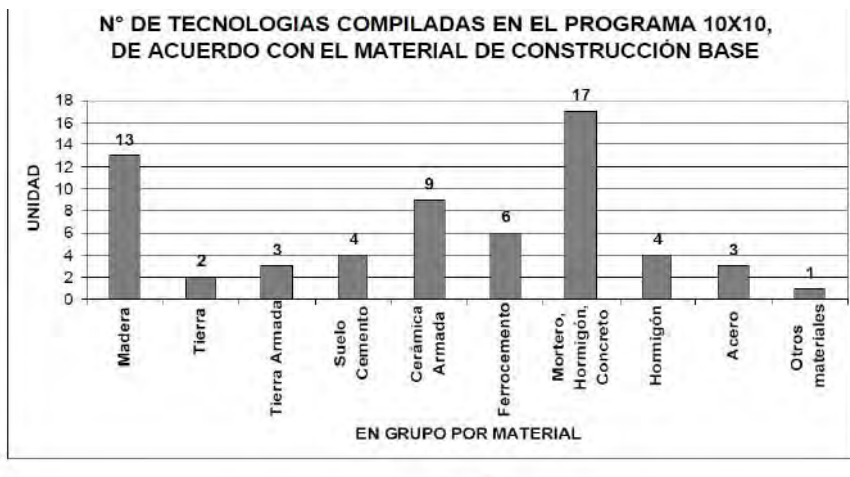


Figura 1.6. Tecnologías elaboradas por el grupo técnico del programa de 10x10, de los materiales básicos para su fabricación.

Fuente: Adaptado de Un Techo para Vivir. P.129-132.

En el gráfico anterior se puede observar que el 27.4% (17 Tecnologías) utilizando cemento y acero para la fabricación de agregados pétreos, seguido por el 21% (13 Tecnologías) utilizando madera como material principal; más tarde, las tecnologías que utilizan cerámica armada representan 14.5% (9 Tecnologías); el ferrocemento se utiliza en 9.7% de las tecnologías (9 Tecnologías); a su vez, las tecnologías que utilizan el suelo + cemento corresponden a solo el 6.5% (4 Tecnologías) del igual forma las que utilizan concreto. Las tecnologías que utilizan acero y tierra reforzada (bahareque) corresponden a un 4.8% (3 Tecnologías). Por último, las tecnologías donde se utilizan tierra y otros materiales representan 3.2% (2 Tecnologías) y 1.6 (1 Tecnología), respectivamente.

## **TECNOLOGÍAS MÁS DIFUNDIDAS EN TALLERES DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

De todas las tecnologías compiladas que se han ofrecido en teoría a diferentes demandantes en cualquiera de los países participantes en CETED, 9 fueron los que, en la práctica más se difundieron, como se muestra en la Tabla 1.6:

Tabla 1.6. Tecnologías más difundidas en los talleres de Transferencia en América Latina.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de diseño 10x10.

TECNOLOGÍAS MÁS DIFUNDIDAS EN LOS 26 TALLERES DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN AMÉRICA LATINA	
1	CÚPULA DE FERROCEMENTO
2	SISTEMA "BATEA"
3	QUINCHA PREFABRICADA
4	DOMOZED
5	MÓDULOS AUTO - PORTANTES DE MADERA PLEGADA
6	VIGUETA MÁS PLAQUETA
7	SOPORTERIA LIGERA ENROLLABLE
8	SISTEMA "BENO"
9	SISTEMA ESTRUCTURAL "VIMA"

Las tecnologías mencionadas en la Tabla 1.6 se muestran en las fotografías por debajo de la cifra 1.7 hasta la Figura 1.10.



A



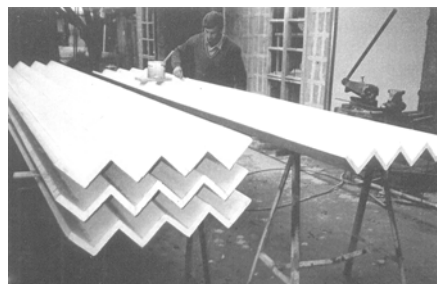
B

Figura 1.7. Tecnologías difundidas por el programa 10x10. En la foto A, se muestran las partes del componente de Techo Domoed. En la foto B se muestra un panel de quincha prefabricada.

Fuente: Castañeda Nolasco.



A



B

Figura 1.8. Tecnologías difundidas por el programa 10x10. En la foto A se muestran las partes del componente Beno. En la foto B muestra un módulo de madera auto portante prefabricado. En la foto C muestra un módulo de madera auto portante prefabricado.

Fuente: Centro Experimental de Vivienda Económica (CEVE).



A



B



C

Figura 1.9. Tecnologías difundidas por el 10x10. En la Foto A se muestra un componente Batea. En la Foto B se muestra el componente VIMA y la foto C muestra el sistema de Techo de Cúpula de Ferrocemento.

Fuente: Castañeda Nolasco.



A



B

Figura 1.10. Tecnologías difundidas por el programa 10x10. En la foto A se muestra el Sistema de Soporte Enrollable. En la foto B muestra la fabricación de Sistema de Techo Vigueta + Placa.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Es importante mencionar que una de las estrategias que el equipo del programa 10x10 pone en práctica la búsqueda de la transferencia de tecnología, fue la realización de fichas tecnológicas, que, de una manera didáctica, muestran las características de cada las tecnologías a partir de los materiales que requieren, así como las proporciones y la estructuras usada, etc. El uso de fichas tecnológicas cumple su función en diversos Talleres de Transferencia Tecnológica, como el aprendizaje facilitado de los participantes. En el Anexo B, encontramos las fichas técnicas de las tecnologías más difundidas en América Latina, por ahora presenta las figuras 1.11 hasta la figura 1.14.

## VIVIENDAS CONSTRUIDAS BAJO EL PROGRAMA DE 10X10.



A



B

Figura 1.11. Viviendas construidas en el programa 10x10. En la foto A Vivienda en Chinandega, Nicaragua; en la foto B, Vivienda en Moquegua, Perú.

Fuente: Programa de 10x10. Un Techo para Vivir.



A



B

Figura 1.12. Viviendas construidas en el programa 10x10. En la foto A, vivienda en Chiapas; en la foto B, Fuente: Vivienda en Descalvado, Brasil.

Fuente: Castañeda Francisco Nolasco y Francisco Vecchia, respectivamente.



A



B

Figura 1.13. Viviendas construidas en el programa 10x10. En la foto A se muestra una vivienda en Cuba; en la foto B, Fuente: Vivienda Zacatecoluca, El Salvador.

Fuente: Programa de 10x10. Un techo para Vivir.



A



B

Figura 1.14. Viviendas construidas en el programa 10x10. En la foto A, Vivienda en Quero, Ecuador. En la foto B Vivienda en Rio Cuarto, Córdoba, Argentina.

Fuente: Castañeda Nolasco y CEVE respectivamente.

“Un techo para vivir” informa de la intervención de 154 viviendas, que son distribuidas en 14 experiencias, donde esta distribución no es equitativa porque se construye de acuerdo con la gestión de cada responsable técnico en cada lugar. Por lo tanto, en la Tabla 1.7 presenta la tecnología y el número de viviendas donde fueron aplicadas, observándose que su empleo no obtuvo la respuesta esperada porque muchas de las tecnologías solamente se aplicaron en el lugar donde se originaron, posiblemente debido a que no se presentaron en los talleres de tecnologías, sin embargo, está comprobado que las 9 tecnologías presentadas de manera más recurrente en los Talleres de Transferencia no han tenido el impacto que se esperaba.

Tabla 1.7. Tecnologías aplicadas en las viviendas construidas en los proyectos de 10x10 en América Latina y el número de viviendas en las que fueron utilizadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de diseño 10x10.

TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN LAS EXPERIENCIAS 10x10 (154 VIVIENDAS)	VIVIENDAS DONDE SE UTILIZÓ
LAMINA METÁLICA	49
BLOCK DE CONCRETO	34
LADRILLO REBOCADO	29
TEJA TEVI	26
PAREDES DE MADERA	18
SISTEMA BENO	12
TEJA DE BARRO	11
COLUMNAS Y LOSETAS PREFABRICADAS	7
BLOCK DE SUELO CEMENTO	7
ADOBE MEJORADO	7
CERCHA DE MADERA	7
QUINCHA PREFABRICADA	6
CÚPULA DE FERROCEMENTO	6
SISTEMA UMA	5
DOMOZED	5
SISTEMA BATEA	4
LÁMINA DE FIBROCEMENTO	3
VIGUETA MÁS PLAQUETA	3
LOSA CANAL	2
CERÁMICA ARMADA	2
BLOQUE PANEL	2
SANCOCHO	2
BÓVEDA CON CIMBRA DESLIZABLE	2
SISTEMA “FERROCEMENTO” (F.C.2)	2

SANDINO	2
PANEL DE BAGAZO DE CANA	2
Kit PALITEIRO (Concreto Armado Prefabricado)	2
VIGUETA Y LOSA LAM	2
DOMOZED	2
LÁMINAS DE PLYNCEM	2
SOPORTERIA LIGERA ENROLLABLE	1
PLACA LOSA	1
BÓVEDA DE FERROCEMENTO (CAR-PANEL)	1
TAPIAL (TIERRA COMPACTADA)	1
BÓVEDA DE LADRILLO DE SUELO ESTABILIZADO	1
DOMOCAÑA	1
SISTEMA "M.A.S."	1
LOSETA BENO	1
VIGAS PREFABRICADAS	1
TECHO MOJINETE	1
CANTO	1

## PROGRAMA DE 10X10 CHIAPAS

Para desarrollar los objetivos del programa 10x10 Chiapas, se contemplan las siguientes etapas, de manera similar en que se desenvuelven los países donde se trabajan las diferentes experiencias 10x10.

Primero se organizó un Seminario – Taller, en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). En este taller se presentaron a todos los participantes, 13 tecnologías en su mayoría procedentes de diferentes países, centrándose en la construcción de techos para viviendas sociales. Estas tecnologías provenientes de otros contextos donde han sido experimentadas e incluso se aplican dentro de las estrategias para cumplir con el déficit de vivienda social.

Las tecnologías fueron presentadas en un taller sobre Transferencia de Tecnología realizado en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, entre los días 20 y 22 de febrero de 2002, que se presentan en la Tabla 1.8.

Tabla 1.8. Lista de tecnologías difundidas en oficina de Chiapas.

Fuente: Castañeda Nolasco.

TECNOLOGÍAS DIFUNDIDAS EN EL TALLER DE TRANSFERENCIA DE CHIAPAS.	
1	SISTEMA “BENO”
2	SISTEMA “BATEA”
3	QUINCHA PREFABRICADA
4	DOMOZED
5	CÚPULA DE FERROCEMENTO
6	BÓVEDA CON CIMBRA DESLIZABLE
7	PLACA LOSA
8	SOPORTERIA LIGERA ENROLLABLE
9	PRELOSA DE CONCRETO
10	CERÁMICA ARMADA
11	BÓVEDA DE FERROCEMENTO (CARPANEL)
12	FERROCEMENTO PLEGABLE
13	SIPROMAT

Para una mejor comprensión de las tecnologías antes mencionadas, describiremos la secuencia:

### SISTEMA BENO:



A



B

Figura 1.15. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnologías de Chiapas, del programa 10x10. En la foto A se muestra la fabricación de placa Beno, en la foto B se muestra el levantamiento de la placa Beno después de 12 horas de su fabricación.

Fuente: Castañeda Nolasco.

El sistema BENO consta de un doble panel de pared prefabricado reforzado de ladrillo, que ha incluido el cableado, contiene la estructura de concreto y tablero de aislamiento. El sistema tiene un alto porcentaje de prefabricación en taller o en el patio central de la obra, con enormes ventajas para centralizar y organizar la producción; esta tecnología fue desarrollada por el Centro Experimental de Vivienda Económica (CEVE), Argentina, Figura 1.15.

## SISTEMA BATEA



A



B

Figura 1.16. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnología de Chiapas. En la foto A y B, instrucción de proceso de fabricación de una batea.

Fuente: Castañeda Nolasco.

El componente Batea Techo, es un módulo prefabricado autoportante de cerámicas armadas para montaje en seco. Para la fabricación se utilizan moldes simples, realizados de madera o de chapa metálica para recuperarse y darles nuevo uso cada 24 horas. Puede añadir poco a poco las funciones térmicas y Acústica (De acuerdo con los requisitos de uso), con un enfoque en la valoración estética. Desarrollado por CEVE, Argentina, figura 1.16.

## QUINCHA PRE – FABRICADA

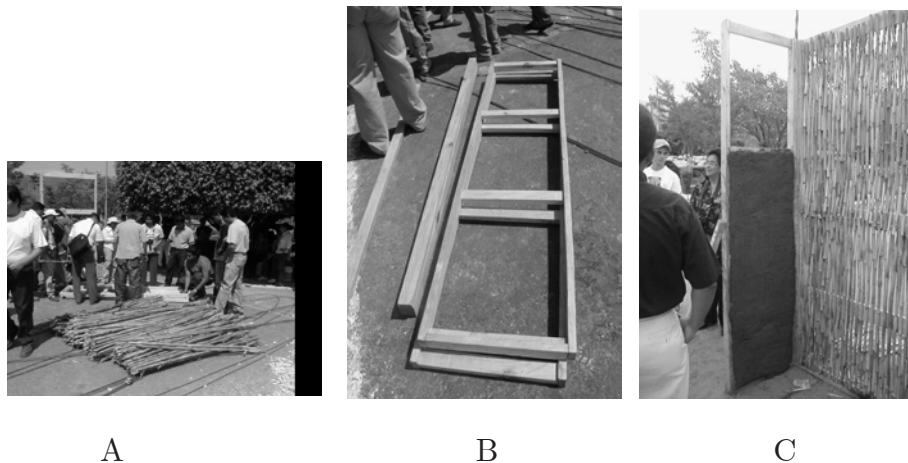


Figura 1.17. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnología de Chiapas. En la foto A muestra en el tallo del maíz utilizado para estructurar el panel de Quincha, en la foto B, estructura del panel de Quincha. En la foto C, Panel de Quincha prefabricado.

Fuente: Castañeda Nolasco

La Quincha Pre-Fabricada, Figura 1.17, es un sistema de construcción que utiliza paneles prefabricados, formado por bastidores de madera, llenas de fibras naturales (bambú, junco, caña de maíz, varas, pituti, caña brava, etc.) trenzada en el bastidor. Los paneles están montados y fijados en el cemento y por lo tanto forman las paredes de la vivienda. Están cubiertas con barro mezclado con paja en una primera etapa; finalmente obtener un revestimiento final, que puede ser una arcilla, cemento, o una mezcla de estos materiales. La propuesta original se desarrolló en Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes de la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

## DOMOZED



A

B

Figura 1.18. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnología de Chiapas. En la foto A se muestra un componente para techo Domozed, en la foto B, parte del Domozed después de 12 horas. Fuente: Castañeda Nolasco.

En la figura 1.18 se presenta la losa o techo Domozed acanalado ligero. Se compone de vigas prefabricadas y cúpulas (cúpulas de mínima curvatura) que sirven de forma perdida. Las cúpulas sustituyen el ladrillo o de cerámica la luz que se utiliza en una losa convencional. La unión de la plancha de acero se obtiene poniendo sobre el un rango de temperatura (cúpula + Vigueta) y se le coloca una capa de concreto de un espesor entre 2.5 cm y 5 cm. Esta tecnología fue donada por la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes de la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

## CÚPULA DE FERROCEMENTO:



A



B

Figura 1.19. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnología de Chiapas. En la foto A y B nos muestran la construcción de la cúpula de ferrocemento.

Fuente: Castañeda Nolasco.

La Cúpula de Ferrocemento, Figura 1.19, es un sistema de cubierta que puede ser prefabricada y está formada por una estructura de hierro recubierta con malla de pollo y se cubre con concreto. El hierro y la forma casi esférica de la cúpula hacen que este sistema tenga un valor estructural, así como el valor estético. Para su fabricación, puede utilizarse un arco de madera que se puede montar sobre sus propios muros. El marco puede ser recuperado cada 24 horas. Francisco Montero, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), México.

## BÓVEDA CON CIMBRA DESLIZABLE



A



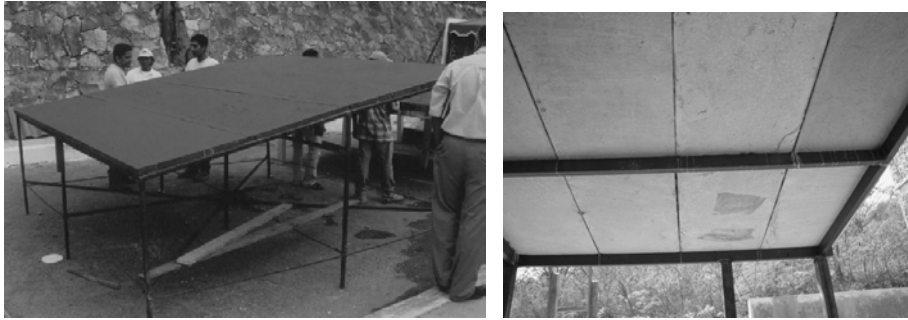
B

Figura 1.20. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnología de Chiapas. En la foto A y B se muestran La Construcción de Bóveda con cimbra deslizable.

Fuente: Castañeda Nolasco

La Bóveda con Cimbra Deslizable, es un sistema construido con ladrillos macizos unidos con mortero, cemento y arena sobre una manera que se desliza a medida que se construye la cúpula. La forma puede ser retirada una vez que la bóveda esta lista, siempre y cuando las vigas de apoyo estén firmes y garanticen la estabilidad. El acabado final bajo la cúpula es aparente, pero cuando se retira la forma, la junta se limpia y se delinea, destacando la textura. Instituto de la Vivienda (-VI), Figura 1.20.

## PLACA LOSA



A

B

Figura 1.21. Tecnologías presentadas en el Taller de Transfere-  
ncia de Tecnología de Chiapas. En la foto A y B se muestran  
la Construcción de techo prefabricado de placa losa.

Fuente: Castañeda Nolasco.

El sistema Placa Losa, consiste en un módulo prefabricado  
micro concreto, confinado en un bastidor de metal para cons-  
truir un techo de 3 m de luz, lo cual requiere una viga de sopor-  
te intermedio donde se apoyen las placas que, de acuerdo con  
su ubicación tienen 0.75 m hasta 1.10 m por 1.5 m a 1.90 m.  
Contribución de la Facultad de Arquitectura de la Universidad  
Autónoma de Chiapas (UNACH), México, Figura 1.21.

## SOPORTERIA ENROLLABLE



A



B

Figura 1.22. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnología de Chiapas. La foto A se muestra la fabricación de soportería en el suelo, en la imagen B muestra la soportería colocada en una estructura de techo.

Fuente: Castañeda Nolasco.

El sistema de Soportería Erollable, es aplicable a cualquier estructura de soporte o aislamiento térmico y los elementos de cobertura más utilizados como baldosas (de cualquier tipo), o placas (de metal o de fibrocemento), lo que facilita la fabricación y uso. ETSAV. Escuela Técnica Superior de Arquitectura del Valle. Cataluña, Figura 1.22.

## PRELOSAS

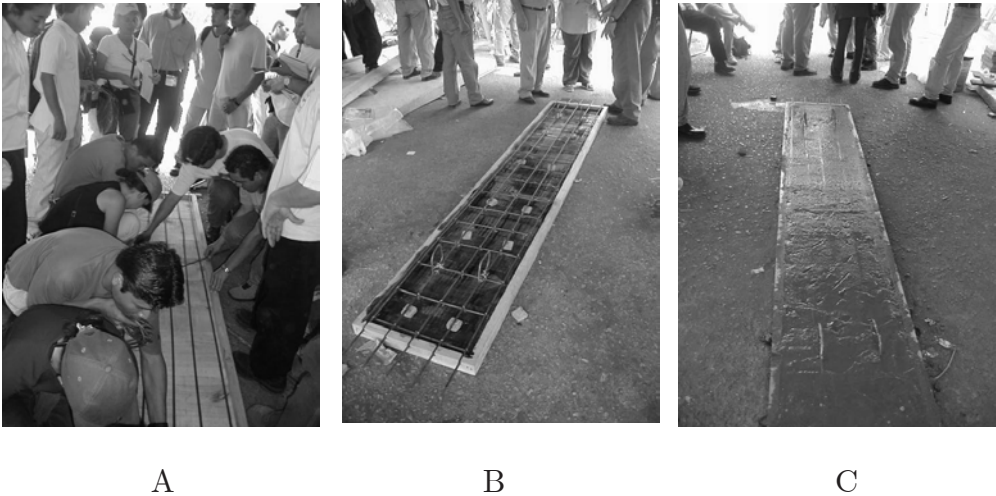


Figura 1.23. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnología de Chiapas. En las fotos A - C se muestra el proceso de fabricación de pre – losa de concreto.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Los entrepisos construidos con Prelosas, son hechas por losas macizas construidas a partir de concreto, que sirven como un panel de forma complementaria con una función resistente, colocado en obra con acero. Su función estructural es comparable a la de una losa sólida con acero unidireccional, pero es esencial para que esto sea válido, que asegure y mantenga el cumplimiento requerido entre el concreto y pre losas complementarias. Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil. Portugal (LNEC), Figura 1.23.

## CERAMICA ARMADA



A



B

Figura 1.24. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnología de Chiapas. En las imágenes A y B se muestra el proceso de fabricación de pre – losa con ladrillo de cerámica armada con acero, utilizada para construir Techos Pre-Fabricados.

Fuente: Castañeda Nolasco.

El componente de una prelosa de ladrillo cerámico, con acero longitudinal, que elimina la forma común en la producción de losas, así como su terminación inferior para obtener ladrillos a la vista, la Figura 1.24. Estos componentes están estructurados con dos o tres filas de ladrillos, que determinan su dimensión, y su anchura máxima de 3.20 m. Son prefabricados en la misma obra, sin necesidad de maquinaria para su producción o para su uso. Facultad de Arquitectura. Taller de Construcción. Uruguay. UDELAR

## BÓVEDA DE FERROCEMENTO



A



B

Figura 1.25. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnologías de Chiapas. En las fotos A y B se muestra el proceso de fabricación de Bóvedas.

Fuente: Castañeda Nolasco.

El principio de este diseño de bóveda Carpanel es aprovechar el modelo estructural de este arco que reduce su altura, propulsores laterales mínimos a mantener y maximizar las propiedades de compresión del concreto. El sistema se complementa mediante la inclusión de PET, que se utiliza como un relleno ligero térmico, en el espacio entre las cúpulas. Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Yucatán, México, FAUADI, Figura 1.25.

## FERROCEMENTO PLEGABLE

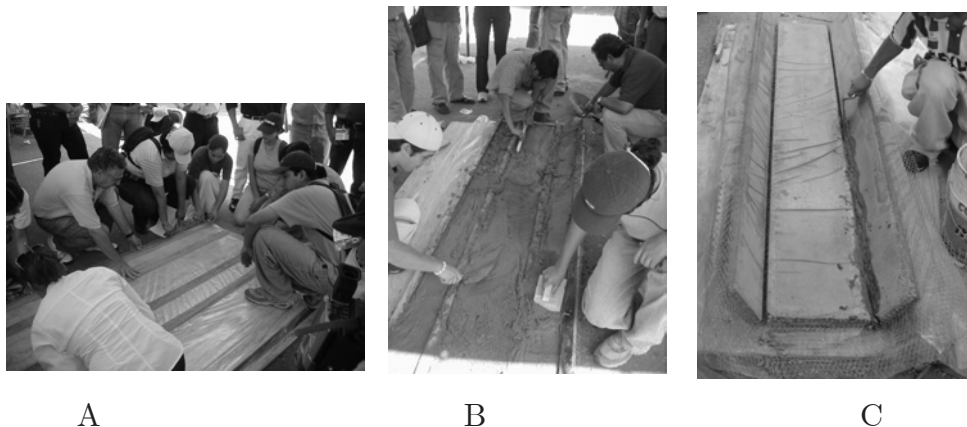


Figura 1.26. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnología de Chiapas. En las fotos A - C se muestra el proceso de fabricación de una viga “U” con Ferrocemento o mortero

Fuente: Castañeda Nolasco

La viga “U” mortero se obtiene a través de un molde plano horizontal. Este componente responde a las funciones estructurales y de impermeabilización. Puede resaltarse las funciones térmico acústico, de acuerdo con los requisitos de uso, favoreciendo instalaciones de revestimientos. Se emplean moldes para su fabricación sencilla, siendo estas láminas planas de madera que se reutilizan para un nuevo uso cada 24 horas. Escuela de Ingeniería de São Carlos. Brasil. CESE / USP, Figura 1.26.

## SISTEMA SIPOMAT



Figura 1.27. Tecnologías presentadas en el Taller de Transferencia de Tecnología de Chiapas. En la imagen se muestra el Proceso de fabricación de pared de SIPROMAT.

Fuente: Castañeda Nolasco.

El material fundamental de la tecnología SIPROMAT es la hoja de acero delgada galvanizado, que es rigidizada por perfiles o preformados (espesores de 0.20 mm y 0.90 mm). La geometría utilizada para las láminas ofrece propiedades independientes a los componentes básicos con los que se resuelve los diferentes requisitos para construir una vivienda de una o dos plantas. Instituto Experimental de la Construcción. Venezuela. IDEC, Figura 1.27.

Las tecnologías que se ofrecían en los talleres sirvieron para seleccionar las que serían utilizadas posteriormente en el programa 10x10 Chiapas, Figura 1.28. Para el mismo, inicialmente se había previsto la participación directa de tres instituciones

locales: FAUMACHI<sup>5</sup>, INVI<sup>6</sup> y CACHAC<sup>7</sup>, con la representación de CYTED como el vínculo de los tres anteriores para distribuir las responsabilidades iniciales de la siguiente manera:

- FAUMACH: Elaboración de propuestas arquitectónicas, con apoyo de alumnos prestadores de servicio social, más allá de asesorar a los residentes en los procesos de auto construcción de sistemas de techos, junto con el trabajo social con las comunidades.
- CACHAC: Apoyo con asesoría y supervisión en el proceso de construcción.
- INVI: financiamiento y asesorías en la construcción de 10 viviendas, además del trabajo social con las comunidades (organización).

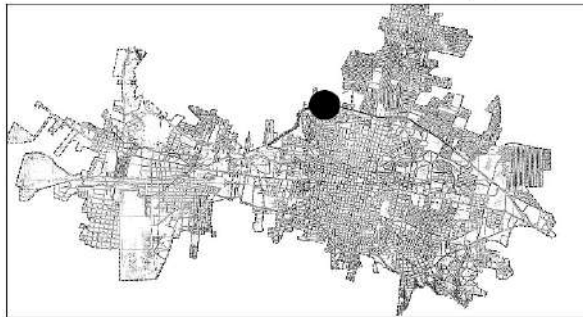


Figura 1.28. Ubicación de la colonia Yuquis, donde se llevó a cabo el proyecto 10x10 Chiapas, por institución INVI.

Fuente: Castañeda Nolasco.

<sup>5</sup> FAUNACH: Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas.

<sup>6</sup> INVI: Instituto de la Vivienda del Gobierno del Estado de Chiapas.

<sup>7</sup> CACHAC: Colegio de Arquitectos Chiapaneco, A. C.

Una vez integrado el equipo de trabajo y firmado el convenio de participación institucional, se organizó el proceso de construcción para el cual, se eligieron 8 tecnologías diferentes de techos para ser aplicadas en las viviendas que serán construidas, como se muestra en la Tabla 1.9.

Tabla 1.9. Tecnologías elegidas inicialmente por el equipo técnico del programa 10x10 Chiapas.

Fuente: Castañeda Nolasco

	Tecnologías	País de Origen	Viviendas
Extranjeras	Batea	Argentina	1
	Domozed	Perú	1
	Soporteria Enrollable	España	2
	Cerámica Armada	Uruguay	1
Nacionales	Bóveda de Ferrocemento	UADY	1
	Bóveda de Ladrillo	INVI	1
	Placa Losa	UNACH	1
	Bajareque	INVI	2
			10

Sin embargo, cuando se presentaron a la población para organizar los diferentes talleres de trabajo de autoconstrucción, Figura 1.29, el número de tecnologías se redujo con solo 7 tecnologías diferentes, Tabla 1.10. Dentro de las tecnologías que fueron elegidas inicialmente para ser construidas en el Programa 10x10 Chiapas, el Domozed fue excluido, por ser un elemento que, cuando se trató de fabricar “caminar al trabajo” el proceso constructivo fue calificado como “complejo” por lo que, finalmente, el Instituto de la Vivienda del Gobierno del Estado de Chiapas<sup>8</sup> ((INVI), decidió eliminarlo.

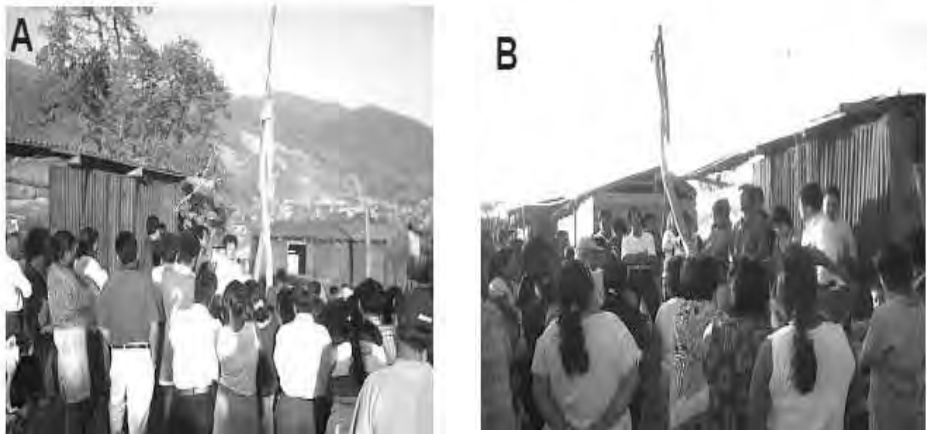


Figura 1.29. Trabajo comunitario, demostrando los diferentes sistemas de techos para las viviendas que se construyeron en la colonia Yuquis, del programa 10x10 Chiapas, México.

Fuente: Castañeda Nolasco.

<sup>8</sup> INVI fue el organismo que proporciono los recursos de gestión económica y social para construir las 10 viviendas del programa 10x10 Chiapas.

Tabla 1.10. Tecnologías definidas con los habitantes que participaran en la construcción de las viviendas financiadas por el INVI. Fueron eliminados Domozed y Batea.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Tecnologías	País de Origen	Viviendas	
Extranjeras	Soporteria Enrollable	España	1
	Cerámica Armada	Uruguay	1
Nacionales	Adaptado	UNACH – MX	2
	Bóveda de Ferrocemento	UADY – MX	1
	Bóveda de Ladrillo	INVI – MX	2
	Placa Losa	UNACH – MX	1
	Bajareque	INVI - MX	2
			10

El motivo principal por la cual no fueron aceptadas las tecnologías elegidas inicialmente fue, porque algunas tecnologías propuestas no podían ser construidas con un precio bajo, al menos, con el mismo sistema convencional que se construyó ese tipo de techos en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. En adición a lo anterior, se observó la “complejidad” del proceso de construcción de algunas tecnologías propuestas como el sistema Domozed.

Por último, el criterio predominante para un consenso entre los organismos participantes y de la comunidad, fue adoptar las tecnologías más “apropiadas” al contexto local, por lo que solamente dos sistemas externos fueron plenamente aceptados y construidos, y actualmente está evaluándose la asimilación de ellos.

Sin embargo, el Domozed, con una primera valoración de sus características físicas, se estableciendo la posibilidad de adaptarla al contexto de Tuxtla Gutiérrez, pretendiendo con esto, agregarla al inventario de tecnologías para techos utilizando las organizaciones que atiendan la vivienda social en el Estado de Chiapas.

INVI, a través de su departamento de trabajo social, y después de diferentes sesiones de trabajo con las familias que habitaban la colonia, se seleccionaron a las familias que participaran en el programa de viviendas, con la condición de que estas familias vivieran en la colonia y que estuvieran con la disponibilidad de participar en la construcción de su propia vivienda, además de cumplir con las condiciones administrativas que el reglamento impone.

Durante el proceso ocurren situaciones imprevistas que sin duda afectaron los resultados esperados, como los inicios del trabajo de acuerdo con la programación, INVI no cumplió con la metodología acordada y finalmente determinó a partir del diseño arquitectónico la construcción de los diferentes sistemas de techo (ver Figuras 1.33 y 1.34), mediante la contratación de personal, dejando a un lado el sistema de auto construcción, excepto el sistema de domos de ferrocemento que comenzó con el proceso de auto construcción en la elaboración de las piezas prefabricadas de techos con la participación de los alumnos de FAUNACH, y los propietarios de las viviendas con nuestra coordinación, así también, con el Sistema de Placa Losa, que fue construido en las instalaciones de FAUNACH<sup>9</sup>, Figura 1.32.

Las 10 viviendas que fueron construidas en el proyecto 10x10 Chiapas, presentados en el plano general de localización de la Figura 1.30, fueron construidas de acuerdo con la propuesta de distribución espacial definida por el INVI. De todas las viviendas fueron 8 con paredes de cemento y mampostería convencional, confinada con ladrillo rojo ordinario, con estructura de concreto armado, diferenciándose solamente el techo, y 2 más,

---

<sup>9</sup> El sistema de techo Placa Losa se desarrolló en FAUNACH por el autor, 2001.

construidas con la técnica de bajareque mejorado que el mismo Instituto ya había contemplado en otros programa<sup>10</sup>.

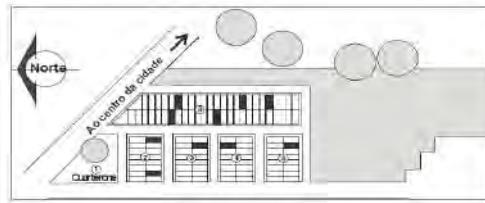


Figura 1.30. Localización de las viviendas construidas con el programa 10x10 Chiapas.

Fuente: Castañeda Nolasco.



Figura 1.31. Fabricación de molde para la fabricación de piezas del techo de una vivienda con el Programa 10x10 Chiapas. En las fotos A y B, se muestra la fabricación de moldes para piezas.

Fuente: Castañeda Nolasco.

---

<sup>10</sup> La técnica de bajareque mejorado fue trabajada por Arturo López González, en FAUNACH, 1999.



Figura 1.32. El sistema de techo Placa Losa. En la foto A, producción de piezas de este sistema en la facultad de arquitectura de la UNACH. En la foto B, construcción del techo para interior de la vivienda.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Las plantas arquitectónicas de la Figura 1.33 y 1.34 fueron las propuestas que la facultad de arquitectura se compromete a proporcionar:

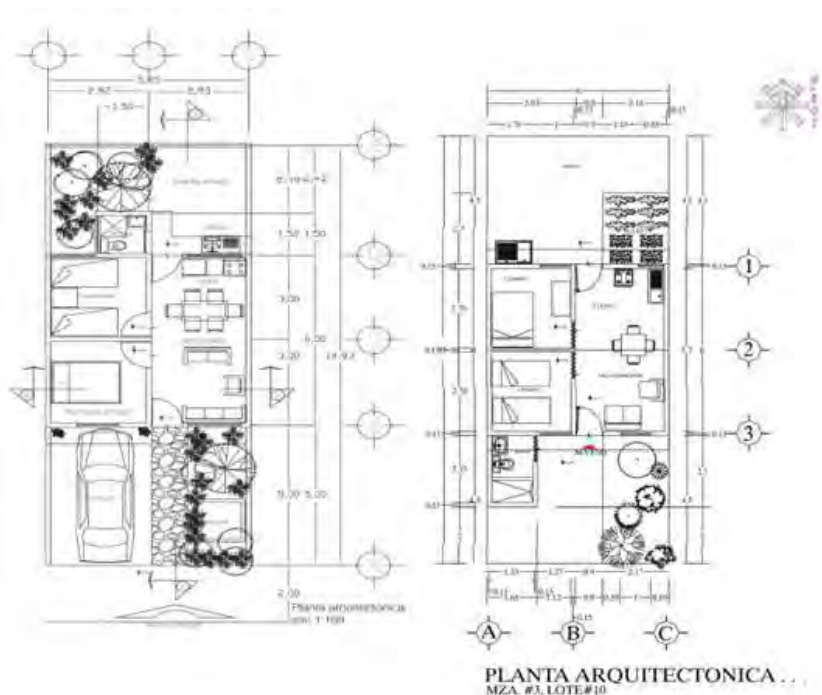


Figura 1.33. Propuestas arquitectónicas de viviendas para el programa 10x10 Chiapas, Facultad de Arquitectura UNACH. Las dos propuestas son mismo tamaño, la diferencia es la colocación del jardín y baño.

Fuente: Castañeda Nolasco.



Figura 1.34. Propuestas arquitectónicas de viviendas para el programa 10x10 Chiapas, hecha por INVI, con los mismos m<sup>2</sup> de construcción de la propuesta de la facultad de la arquitectura la UNACH.

Fuente: Castañeda Nolasco.

En total fueron 7 diferentes sistemas de techos que son presentados en las Figuras 1.35 hasta la 1.38.



Figura 1.35. Construcciones del programa 10x10 Chiapas. En la foto A, vivienda de bajareque, cubierta con teja de barro, tipo española sobre cama de madera y el filtro asfalto, Propuesta por INVI. En la foto B, vivienda cubierta con la primera versión de sistema adaptado, Universidad Autónoma de Chiapas, México.



Figura 1.36. Construcciones del programa 10x10 Chiapas. En la foto A, vivienda cubierta con Cerámica Armada, propuesta por Universidad de la República, Uruguay. En la foto B, vivienda cubierta con Placa Losa propuesta por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, México.

Fuente: Castañeda Nolasco.



Figura 1.37. Construcciones del programa 10x10 Chiapas. En la foto A, vivienda cubierta con bóveda de Cimbra deslizable, propuesta por INVI. En la foto B, cubierta con baldosas de arcilla, tipo español, colocado sobre soporte de luz, de la Universidad Politécnica de Cataluña, España.

Fuente: Castañeda Nolasco.



Figura 1.38. Construcciones del programa 10x10 Chiapas. En la foto, vivienda cubierta con bóveda Ferrocemento, propuesta por la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Fuente: Castañeda Nolasco.

El programa 10x10 Chiapas no fue desarrollado en el plazo previsto, ya que en los dos primeros meses iniciales, comprometidos por el Instituto de la Vivienda (INVI), se han extendido alrededor de dos años, en consecuencia los efectos negativos fueron asumidas por la población que, finalmente no participaron de manera activa en la construcción del sistema de techos, objetivo principal de la metodología planificada desde la firma del acuerdo, lo que provocó la reacción de las familias involucradas al ver que no terminaron la construcción de la cubierta por INVI, proporcionando los materiales según lo prometido, por lo que decidieron habitar las viviendas cubriéndolas con un material no adecuado como: plástico, hojas de papel recicladas, madera, etc.

Este hecho impulsó al INVI que contrató a grupos de trabajadores y sin la participación de las familias, ni la intervención de la Universidad ni del Colegio de Arquitectos, y finalizó la construcción de los techos de las viviendas.

Toda esta situación ha afectado de manera estructural la transferencia de tecnología, tanto los habitantes de las viviendas construidas como el resto de la población de Yuquis, y que se detectó en un trabajo de evaluación posterior.

Por último, aunque el programa 10x10 Chiapas logró la construcción de 10 viviendas planificadas, debido principalmente al apoyo de las instituciones involucradas, se aprendió que no es suficiente la materialización de la propuesta, ya que puede ser, como pensamos desde el principio, la consecuencia de un proceso diseñado para lograr la Transferencia mediante la organización social, o simplemente lo que nos atrevemos a calificar como una ilusión que distorsiona la construcción de una realidad posible de la organización social, por la estrategia institucional deliberada o no intencional, conscientemente o no, que no permitió implementar un proceso lógico orientado a obtener algo más que lo materializado en las 10 viviendas mínimas, para cumplir con los objetivos del programa donde la vivienda no es el fin, sino

un medio para centrarse, lo que limita la posibilidad de participación ciudadana en los procesos estructurales, que en el caso de Yuquis, que pensamos desarrollar el proceso de autogestión con la consecuencia de futuros beneficios para la comunidad.

Sin embargo, de acuerdo con Eduardo Fonseca de Campos, indica que para que puede ocurrir la innovación, como en este caso el programa 10x10 Chiapas en particular, o el programa 10x10 en general, es requerida la integración de tres variables principales (Figura 1.39): Necesidades, Especialización e Intervención Política y sólo con la integración de estas tres variables, podría dar la posibilidad de un 10x10 Chiapas como estaba planeado, donde la necesidad es evidente en las familias involucradas; la experiencia ofrecida por el equipo técnico integrado por la UNACH, CACHAC y por INVI; está comprobado que describe estas dos variables e hizo la parte que les correspondía, sin embargo, la intervención política era lo que no funcionó en su totalidad, la adopción de una postura de plena conformidad con el principio, sin embargo se evidencio un proceso de deformación para evitar que se llevase a cabo la organización del grupo social, porque pone sobre la economía y tecnológicas la decisión política, evidente en el proceso que experimentamos.

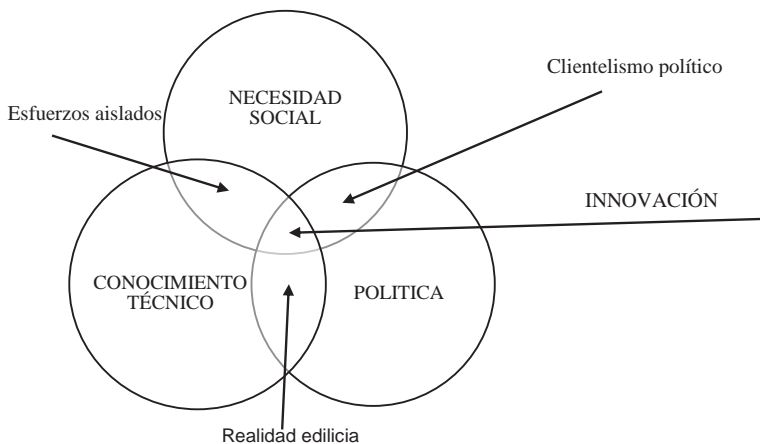


Figura 1.39. Interpretación sobre la integración de las tres variables principales para obtener un proceso de innovación en el sector público.

Fuente: Eduardo Campos Fonseca, 2001.

“Ahora, las personas desaparecidas y los gobiernos interesados en la eliminación del problema de la falta de saneamiento y condiciones de vida. Porque tenemos las tecnologías y técnicas en América Latina”. (De Campos, 2001, p. 41).

Sin embargo, a pesar de estar de acuerdo con De Campos, en términos generales, tanto en la expresión anterior como en la síntesis de la Figura 1.39, es importante reconocer que los aspectos técnicos también requieren tratamiento, especialmente cuando, como en el caso del programa 10x10 Chiapas donde todo apuntaba a obtener éxito total, fueron variables descritas antes de integrarse, sin embargo, ¿por qué sólo se aplicaron dos tecnologías extranjeras? Se ofrecieron tecnologías de cerámica Armada y soporte de madera ligera, cuando los técnicos habían seleccionado inicialmente Batea y Domozed; sin embargo, la presentación de propuestas a las familias involucradas y enfrentar el proceso de construcción, así como los costos reales que implicaban cada una de las tecnologías, ambos fueron eliminados argumentándose el alto precio de las tecnologías necesarias para la fabricación de estos materiales, sino también el proceso de construcción, ya que el método elegido para la construcción del sistema fue asistida.

Lo anteriormente expuesto, y evidenciando las características particulares de Domozed, fue elegida la búsqueda de una adaptación a las mismas condiciones contextuales de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, motivo central de este trabajo.

En este capítulo se exponen las características del contexto en estudio, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, con el fin de mostrar las condicionantes tanto físicas, económicas y sociales de la

localidad, lo que nos sirvieron en el desarrollo de la propuesta de adaptación de tecnología de techo para la vivienda social, además se expone, por ejemplo, el diagnóstico de la comunidad de una colonia marginal, donde se obtuvieron los indicadores específicos del problema de la vivienda y la necesidad de la transferencia de tecnología.

## **TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, MÉXICO. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.**

El estado de Chiapas es la más meridional del país, en la frontera con Guatemala, como se muestra en la Figura 1.40. Su capital es la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, que se asienta en un estrecho valle que corre de Este a Oeste y constituye la parte final del río Sabinal, su altura media sobre el nivel del mar es de 540 metros, ver Figura 1.41.

Diversas formaciones montañosas que enmarcan los alrededores de este valle distribuidas de la siguiente forma: <sup>11</sup>

Al Norte, se encuentra en la meseta de Las Animas. Este cerro es parte de la extrema Sierra Central Occidental, interrumpido por la falla geológica que da origen al Cañón del Sumidero. En su extremo Oriental, la colina alcanza 1.400 m por encima el nivel del mar.

Hacia el Sur, se levanta una meseta bien definida conocida como la Meseta de Copoya, con una altura media de 800 m sobre el nivel del mar, y una elevación máxima de aproximadamente 1.100 m sobre el nivel del mar.

En su extremo occidental se localiza “Cerro Mactumatzá”. En la parte media se encuentran dos centros poblacionales

---

<sup>11</sup> Plano de desenvolvimiento urbano de Tuxtla Gutiérrez.

importantes del municipio, que son: Copoya y El Jobo ya considerados dentro de la zona el capital urbano.

Al Oriente, el valle continúa su caída hasta encontrar el lecho del río Grijalva. Al Oeste asciende gradualmente entre pequeñas colinas. En la parte Suroeste, el valle se expande en la zona comprendida entre el aeropuerto de Terán y el Club Campeste.



Figura 1.40. El gráfico muestra la ubicación de Chiapas y Tuxtla Gutiérrez.

Fuente: Apuntes sobre la base de datos de la Enciclopedia de los Municipios de México.



Figura 1.41. Imágenes de Tuxtla Gutiérrez, vista A - de Norte a Sur, vista B de Este a Oeste; y vista C de Oeste a Este.

Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=385894>

Tuxtla Gutiérrez, al igual que las principales ciudades de Chiapas, cuenta con una gran cantidad de población de las zonas rurales. El crecimiento demográfico significativo en Tuxtla se dio “al final de la década setenta, ya que la construcción de presas hidroeléctricas de Malpaso y Chicoasén ordenado gran cantidad de mano de obra, un hecho que ha atraído a muchos trabajadores del interior del Estado y otras partes del país” (Castañeda, 2005).

Una vez que estas obras estén terminadas, la población de trabajadores no buscó una ocupación y, lo más importante, sin recursos económicos, que causó el éxodo de algunos; la mayoría permanecerán por diversas razones.

Del mismo modo, los sismos de Chiapa de Corzo 1976 y la erupción del volcán Chichonal en 1982 provocó el éxodo de los habitantes de esas zonas afectando a varias partes de la región, pero sobre todo a Tuxtla Gutiérrez. Fue el tamaño del crecimiento de la población de la capital de Chiapas que 139,000 habitantes en 1980, llegó a 295,600 en 1990 y para 2004 ya se contaba con 434,143 habitantes. En 2005 el conde II de INEGI reporta una población total de 567,724, multiplicándose cuatro veces en 25 años, aunque la población de la ciudad 1980 no creció de la misma manera, lo que ha ocasionado el aumento significativo de la demanda de satisfactores para la población, entre estos, la vivienda (Ibíd.).

Entre 1950 y 2007, la población de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez creció más 18 veces, pasando desde 31,137 a 576,724 habitantes. La tasa de crecimiento más alta correspondió a la década de los ochenta, con el 8.5%. Entre 1990 y 2000, la tasa de crecimiento fue del 3.9%. En cinco años (2000 - 2005) la tasa de crecimiento fue de 1.6%, mientras que el país fue de 1.7% y el 2% del estado. Para 2000, la ciudad de Tuxtla Gutiérrez se concentró el 11% de la población total del estado y el 38% de la población urbana.

Las estimaciones para el año 2010 son de 638,493 habitantes y para el 2020, de 899,349 habitantes, ver figura 5.3. (INEGI, 2005).

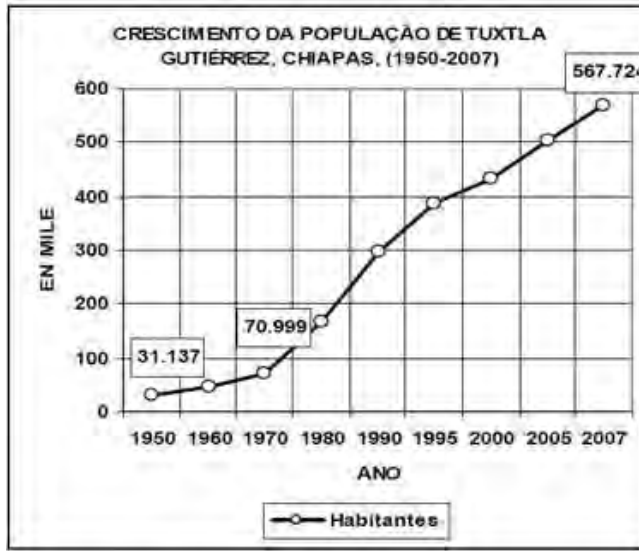


Figura 1.42. Muestra una gráfica de crecimiento de la población desde 1950 a 2007.

Fuente: INEGI, II cómputo de población, 2005.

En relación a la composición por grupos de edad, el grupo de 0 – 14 años disminuyó su participación relativa de 42% en 1970 a 31% en 2000. Los descensos más significativos ocurren en el grupo de 0 - 4 años. Este cambio, como efecto de la disminución de la natalidad, traduciendo la disminución de las necesidades de los equipos de nivel básico de educación, lo cual no significa que deben abstenerse retrasos que existen actualmente en el mismo, ya que casi el 13% de la población entre 6 a 14 años no asisten a la escuela. (Ibíd.).

El grupo con edades 15 a 64 años aumentó su participación del 55% al 65.3%, como consecuencia de disminución porcentual del grupo de 0 – 14 años, sin embargo, principalmente como resultado de la inmigración de la población en edad de trabajar. Estos cambios se traducen en la necesidad de atender los requerimientos de empleo y la educación básica, secundaria y universitaria. (Ibíd.).

El grupo de la tercera edad (65 y más), con 11,824 habitantes, es 3.5%, con una tendencia a aumentar su participación en términos absolutos y relativos.

Estos cambios implican modificaciones en el patrón epidemiológico, en el cual las enfermedades crónica - degenerativas adquirirán mayor importancia, lo que coloca las necesidades de prever los requerimientos de equipamiento y servicios médicos, recreativos y de atención social para este sector de la población (Ibíd.).

El nivel de fecundidad de Tuxtla, medido a través de Tasa Global de Fecundidad, esta es de 2.3 hijos por mujer. El promedio del estado es de 3.5 y el nivel nacional, de 2.7 hijos por mujer. Incluso si el nivel de natalidad es una de las más bajas en un nivel estatal, popular en los suburbios, en especial las de reciente creación, todavía hay retrasos en este aspecto que debe ser tenido en cuenta a través de la implementación de los servicios de salud reproductiva (Ibíd.).

Por otra parte, los efectos de la especulación de la tierra y la inflación incrementaran el valor del primero y de los materiales de construcción. De esta forma, las familias del medio rural ha llegado cada vez más limitado al acceso a la vivienda, que se lleva gran parte de esta población, sin trabajo y sin posibilidad de ingresos constantes, que viven en el lugar comúnmente llamado “Cinturón de la zona de la miseria”, el lugar donde la geografía es muy resistente. Las áreas que no son capaces de habitar.

“En la actualidad existe en esta ciudad capital, aproximadamente unos 300 asentamientos precarios (entre irregulares y el proceso de consolidación), compuestos para la vivienda con todas las carencias en infraestructura y equipamiento” (Castañeda, 2005).

Esta vivienda se ha caracterizado previamente (Castañeda, 2005) de la siguiente manera: “Generalmente, un cuarto redondo donde se realizan diversas actividades, lo que lleva al hacinamiento y la promiscuidad; son típicamente construido con materiales reutilizados, es insegura y llega a poner en peligro sus residentes, además de conseguir entornos muy distantes del nivel de comodidad; carece de servicios para la gestión adecuada de los residuos generados, que afecta de una manera determinante la calidad de vida y la higiene de los habitantes; carece de una planificación para su construcción y crecimiento progresivo, y presenta problemas de iluminación natural, ventilación y estructuración; que generalmente es auto - construida y sin asesoramiento técnico, causando pérdida de materiales y tiempo de trabajo. Este tipo de vivienda tiene un valor de mercado prácticamente nulo, por lo que el habitante, para su construcción, no genera un patrimonio”.

Por otra parte, en Tuxtla Gutiérrez y sus alrededores hay un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, (según la clasificación climática Köeppen, con modificaciones para México por Enriqueta García) y donde la temperatura del mes más frío es superior a 18° C.

De acuerdo con las normas climatológicas del Municipio de Tuxtla tiene como temperatura mínima de 7° C y como temperatura máxima 43° C. La temperatura media de Tuxtla es de 25° C, presentándose como el período más caliente entre los meses de Mayo a Octubre, la tabla 5.1 (INEGI, 2005).

Con respecto a las precipitaciones, éstas van de 900 a 1000 mm., durante los meses de Mayo a Octubre y menos de 50 mm., en los meses de Noviembre a Abril. Respecto de evaporación, hay un promedio de 1,668.30 mm. Se manifiesta en el fenómeno de la canícula, que es la disminución del volumen de las precipitaciones en la temporada de lluvias (Julio - Agosto) (Ibíd.).

Tabla 1.11. Temperaturas medidas en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/>

Parámetros climáticos medios de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
Temperatura máxima registrada °C	37	40	42	43	41	41	37	36	39	37	38	37	39
Temperatura diaria máxima °C	29	31	34	36	36	33	32	32	31	31	31	30	32
Temperatura diaria mínima °C	15	16	18	20	22	21	20	20	20	19	18	16	18
Temperatura mínima registrada °C	7	7	9	11	15	17	14	17	10	13	10	8	11
Precipitación total mm	0.8	2.7	3.5	13	80	208	161	191	193	45	17	3.2	921
Temperatura máxima: 43° C (1988), Temperatura mínima: 7° C (1986).													

## DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD BARRIO JULIO CESAR RUIZ FERRO.

Esta parte se muestra las características de la colonia en estudio, donde a través de la aplicación de un cuestionario se buscó con sus habitantes, recolectando la información de primera mano, con el apoyo de estudiantes de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, en el marco de las actividades de la Unidad de Vinculación Docente “Mejoramiento del hábitat y la Vivienda Popular en colonias periféricas”.<sup>12</sup>

El sitio de este estudio fue la colonia ubicada Julio César Ruiz Ferro en la parte noreste de la ciudad, la Figura 1.43. Es una colonia marginal, y uno de los más de 300 asentamientos de este tipo que se localizan en las zonas más vulnerables de Tuxtla Gutiérrez, como se muestra en la Figura 1.43. (Castañeda, 2005, p. 543).



<sup>12</sup> Una unidad de Vinculación Docente (UVD), es un instrumento que estimula la UNACH para transmitir conocimientos a los estudiantes a través de un método de aprendizaje de habilidades. Este método usa los estudiantes de plomo al medio en que sean los problemas sociales, preferentemente en los grupos del sector social marginados. Este UVD fue coordinado por la profesora Mary Lourdes Carpy Chávez como maestros participantes: Gabriel Castañeda Nolasco, Víctor H. Andrade, y Mario Yáñez Gamboa.

Figura 1.43. Localización del barrio, Julio César Ruiz Ferro.  
Fuente: Ayuntamiento Municipal.

La colonia de Julio César Ruiz Ferro se encuentra en la zona Norte de la ciudad, adyacente con las colonias Las Granjas al Este, al Norte con la colonia Jardines del norte y un terraplén que rodea y al Sur con la colonia Buena vista, una distancia lineal de 2.734 kilómetros de Libramiento Norte. La misma colonia era irregular en un legal proceso por cerca de 12 años. En esta viven 380 familias, en condiciones de precariedad, con un hábitat deteriorado y la vivienda en condiciones remotas propicias para el desenvolvimiento familiar. (Castañeda, 2005 Carpy, 2007).

De acuerdo con el diagnóstico<sup>13</sup> aplicado, el 70% de los habitantes de la colonia en estudio provienen del interior del Estado, sobre todo de las zonas rurales, siendo solamente el 30% como originarios de Tuxtla Gutiérrez, en particular los más jóvenes o, lo que significa que es la nueva generación que nació en la colonia Julio César Ruiz Ferro.

La encuesta también mostró que el 43% no tenía la posibilidad de convivir en familia en sus propios lugares de recreación. Esto indica que la mayor parte del tiempo, las familias permanecen en su casa, Figura 1.44.

---

<sup>13</sup> Aplicó un cuestionario a las familias de la colonia Ruiz Ferro, y con el apoyo de la observación directa se realizó el diagnóstico comunitario.

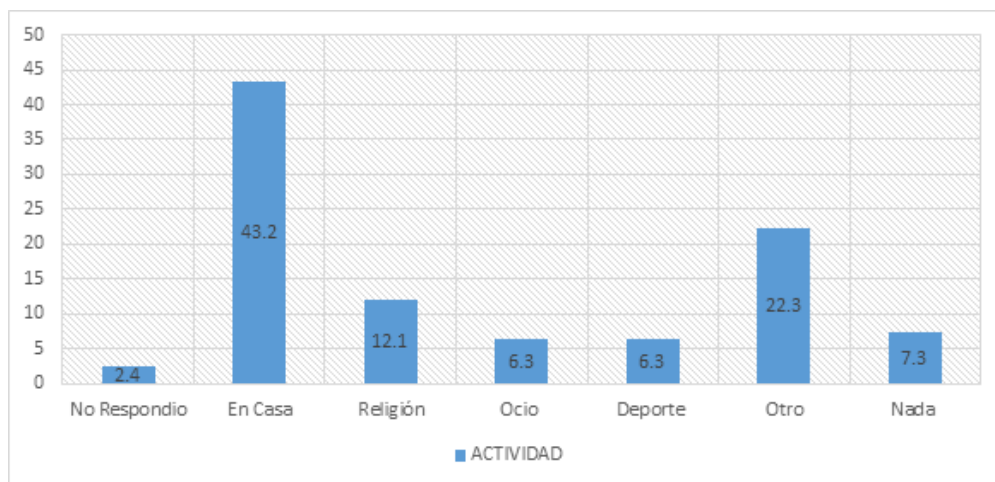


Figura 1.44. Actividades que realiza la población en el barrio, Julio César Ruiz Ferro. Fuente: Trabajo de campo.

## ENTORNO CONSTRUIDO (INFRAESTRUCTURA).

En un asentamiento urbano es una serie de sistemas que dotan las viviendas de servicios básicos, en el área de estudio es generalmente se observan deficiencias de estos servicios, que se describen a continuación:

- I. Agua potable: Toda el área de estudio no cuenta con este servicio. La población recurre a buscar agua con baldes en algún pozo cerca de su casa o se compra con camiones que la ofrecen, pagando incluso un valor entre 4 - 10 veces más, por metro cúbico, la población paga este servicio con la que cuenta en su casa, Figura 1.45. Esta colonia, la mayoría de sus habitantes (64%) compran agua dos veces por semana, el 13% la compra semanalmente, 12% compran todos los días, el 8% quincenalmente, y el 3% mensualmente. El almacenamiento se realiza en tambos, baldes y

tanques. Algunos con mayores recursos la almacenan en tanques o contenedores de agua. Algunas personas, con menos recursos piden agua en casa de vecinos o familiares para su consumo elemental, Figura 1.45.

- II. Red de drenaje y alcantarillado: Este es otro de los servicios que carece la colonia de acuerdo con los resultados de búsqueda. Los residentes llevan sus descargas en letrinas, fosas sépticas y al aire libre, con el riesgo que supone, aunque no se dirigió a la identificación de los efectos atribuibles a este factor.



Figura 1.45. En el barrio, Julio César Ruiz Ferro, es común la falta de agua potable. La población se abastece buscando de otro vecino que pueda proporcionar ayuda. Fuente: Trabajo de campo.

- III. Electricidad: De acuerdo con la encuesta realizada, la población total tiene este servicio en su hogar. Todavía hay 340 familias, que declararon que frecuentemente existen daños en la red eléctrica, lo que provoca que algunas áreas no tengan ese servicio por períodos cortos, Figura 1.46.



Figura 1.46. Condiciones de calles sin pavimentar, la red de energía eléctrica y alumbrado público. Fuente: Trabajo de campo.

Otros aspectos importantes para la investigación arquitectónica evidenciada en el diagnóstico fueron: estado físico de las calles, alumbrado público, fuentes de contaminación (depósitos de basura a cielo abierto), el vandalismo, el alcoholismo, etc.

## **INSTRUMENTO PARA LA PLANIFICACIÓN URBANA.**

El Departamento de Desarrollo Social (SEDESOL) clasifica los instrumentos la planificación urbana de la siguiente manera:

- I. Recreación y Deportes.
- II. Comercio y Abastecimiento.
- III. Educación y Cultura.
- IV. Transporte y Comunicación.
- V. Salud y Asistencia Social.

## VI. Seguridad y Administración Pública.

De acuerdo con la clasificación anterior, con la información recopilada en campo mediante la investigación aplicada y la observación directa en el contexto del estudio detectado el instrumento existente de la planificación urbana que se describe en lo anterior:

- I. Recreación y Deportes: **Sólo tiene un campo de fútbol y un área sobre la cual se construirá un cuadrado.**
  
- II. Comercio y Abastecimiento: La colonia no cuenta con el servicio de mercado, se abastece con cuarenta y dos pequeñas tiendas de abarrotes, tres dulcerías, cuatro fruterías y dos asadores.
  
- III. Educación y Cultura: Únicamente existe un jardín infantil y una escuela primaria.
  
- IV. Transporte y Comunicación: 90% de la población utiliza el transporte público Ruta 68 y taxis, sólo el 2% cuenta con vehículo propio.
  
- V. Medios de comunicación Pública: Sólo hay unos pocos teléfonos públicos, que en su mayoría se presentan en mal estado, con los auriculares defectuoso y / o con cabinas dañados por actos de vandalismo existente. De acuerdo con los usuarios encuestados, la mayoría declara que los actos de vandalismo contra los teléfonos públicos son causados por la gente de los asentamientos vecinos, aunque se ha

establecido mediante la observación directa que hay grupos de adolescentes adultos y también con los hábitos inusuales.

VI. Seguridad y Administración Pública: En el sitio todavía no se encuentra instalado un oficial de policía o la oficina de servicios administrativos. Resultó que hay monitoreo de la policía municipal, a menudo a petición de habitantes de la incidencia de vandalismo.

VII. Salud y Servicios Sociales: Del mismo modo que en el punto anterior, la colonia no existe ninguna instalación por el gobierno que representa el servicio, con la asistencia de las instalaciones comunitarias de las colonias vecinas. Es importante mencionar que la Iglesia Católica cumple un papel importante porque realiza o promueve acciones de este tipo. Además, en esta colonia está vive un médico que atiende a la comunidad, a menudo de manera libre, aunque en cortos períodos del día, ya que también tiene que trabajar en otras partes de la ciudad, además de que no es su obligación.

## **EDUCACIÓN.**

En esta variable solamente el 1.7% de la población tiene graduación, y en la mayoría de los casos el proveedor de la familia sólo tiene “estudios de primaria”, alrededor del 39.7%, y el otro 22% tiene “estudios de secundaria”, incluso el 20.6 de estas personas que no tiene ningún tipo de estudio, como se observa en la Figura 1.47.



Figura 1.47. Distribución de escolaridad de población en el barrio Julio Cesar Ruiz Ferro.

Fuente: Trabajo de campo.

Con la información anterior se puede deducir que este sector de la población no puede aspirar a tener un trabajo bien remunerado, con excepción del mercado informal, pues solamente el 1.7% tienen algún tipo de graduación. Si solamente relacionamos la posibilidad de tener una casa como consecuencia de tener un trabajo seguro, permanente y bien remunerado, estas personas prácticamente nunca tendrían este satisfactor. Aunque esto no se ha cumplido, ya que las familias construyeron su casa poco a poco, en un periodo aproximado de entre 15 a 20 años, pues ellos primero habitaron y después construyeron, utilizando la tecnología de concreto armado considerándolo el mejor, pero asumiendo con estos costos muy altos no cuantificados, y donde pasaran varios años sufriendo, con incomodidades, la construcción progresiva de la misma, que aumentan los costos para año-

dir el precio de los materiales, y generando residuos ya que no hay una planificación previa, etc.

## **OCUPACIÓN.**

Con los datos antes mencionados y las condiciones académicas del contexto general, es comprensible que la ocupación detectada de los habitantes, en su mayor parte, estaba en las actividades secundarias, con bajos salarios, y en su mayoría participantes en el mercado informal.

Las mujeres desarrollan el trabajo doméstico en el hogar y en los hogares en los que las contratan para el mismo servicio. Además, tiene la responsabilidad de cuidar a los niños que a su vez se dedican a los estudios y, los padres desarrollan actividades como: Ayudantes, trabajador, las tareas del hogar como la jardinería y mantenimiento, etc.

## **INGRESOS.**

En la renta económica personal se dio cuenta de que el 42.6% de la población no respondió las preguntas orientadas sobre esta variable, el 30.4% de la población no se aplica debido al hecho de que son estudiantes o trabajadoras domésticas en el hogar. Del 27% restante respondió con cierta información que terminó siendo descartado por no ser confiable, pues solamente el 10% de la población económicamente activa declaró que recibían menos del salario mínimo mensual de remuneración por su trabajo (aproximadamente 5 salarios mínimos), y el 13% dijeron que incluso menos.

Estos tipos de respuesta son comunes debido al hecho de que este medio domina la economía informal, y la respuesta implícitamente expone el temor de ser involucrado en una economía formal que implica responsabilidades fiscales.

Por otra parte, en el sentido económico es obvio que esta población tiene restringido el ingreso, pero por fin hay una

economía que les permite sobrevivir y aún más, a la suma de estrés familiar, construir su casa para a largo plazo. (Salas, 1992, Castañeda, 2005).

## **VIVIENDA.**

En esta parte se realizó un análisis de las condiciones de vivienda localizada en la colonia, donde prácticamente el 85% fue construido con el proceso de auto-construcción y el restante de las viviendas habitadas por personas que no responden al perfil general de los primeros habitantes de este asentamiento.

Este fenómeno se repite en todas las colonias periféricas durante el proceso de consolidación, cuando la infraestructura y los servicios públicos se están instalando genera una atracción para otras personas, con mayor poder adquisitivo, comprar los terrenos de los habitantes originales, ya que presentan precios bajos en comparación con otras colonias con mayor nivel de consolidación.

De acuerdo con las encuestas realizadas, las 240 familias que habitan en esta colonia se detectaron lo siguiente:

## **EDAD DE LA VIVIENDA:**

Se observa que la mayor parte de los edificios tiene una edad entre 5 a 9 años, mientras que una minoría de 3.4% no exceda los cuatro años. También se observa que los edificios más antiguos corresponden al 1.6% de la población. Este hecho es comprensible, ya que la colonia tiene 12 años de fundación y cómo la mayoría de ellos primero fue una invasión que con el tiempo se formalizó, proceso que involucra a diferentes variables de tipo social y político.

Las personas construyen sus viviendas con materiales de reuso o muy bajo costo, y generalmente estos materiales son de alta conducción de calor, lo que provoca a menudo la temperatura dentro de la vivienda es aún mayor que la del aire exterior, que se añade a todos los problemas que tienen este tipo de viviendas.

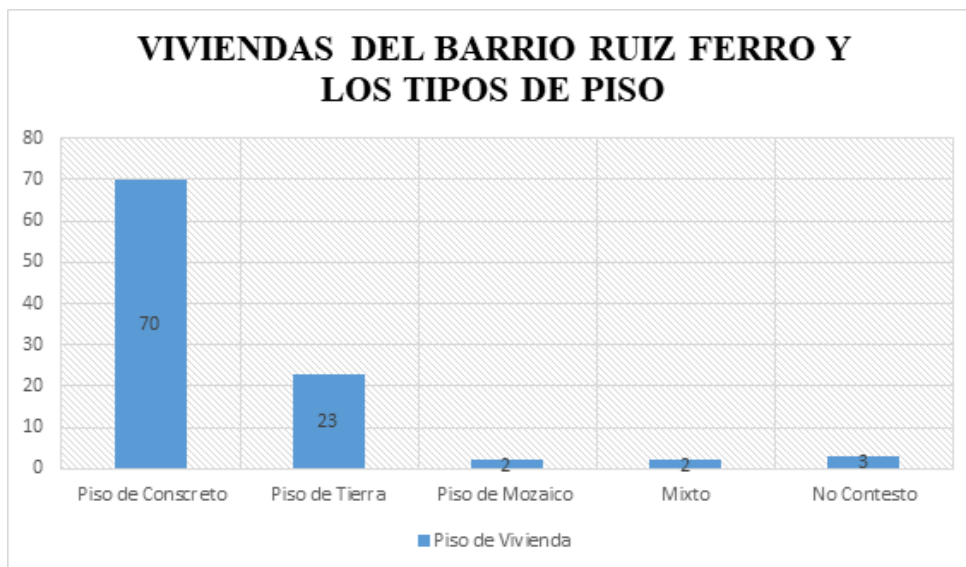


Figura 1.48. Viviendas del barrio Ruiz Ferro y tipos de piso más utilizados.

Fuente: Trabajo de campo.



Figura 1.49. Muros de las viviendas del barrio Ruiz Ferro se hicieron con diferentes materiales, pero domina el uso de bloques de ladrillo y cemento-arena.

Fuente: Trabajo de campo.

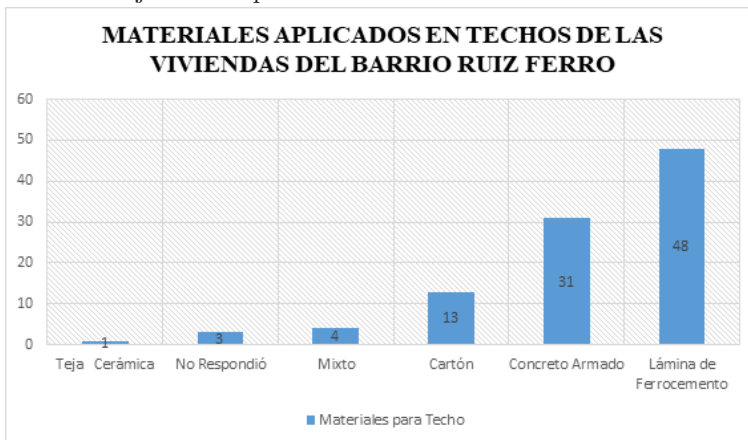


Figura 1.50. Los techos de las viviendas del barrio de Ruiz Ferro se hacen con diferentes materiales, pero domina el uso de materiales no permanentes. Fuente: Trabajo de campo.

En cuanto a los materiales utilizados por los habitantes de esta colonia, corresponden totalmente al perfil descrito por aquellos que han estudiado este tema (Salas, 1992; Bazant, 2003; Lorenzo, 2005; Castañeda, 2005), en el cual el proceso de formación de asentamiento, en la mayoría de las veces se inicia con una invasión, y posteriormente será regularizar las escrituras de los terrenos. Inicialmente, la vivienda es sólo de materiales de desecho o reutilización y cuando el terreno pasa a ser propiedad de los colonos las viviendas comienzan a transformarse, con materiales duraderos, especialmente paredes de ladrillo, cemento - arena, como se muestra en las Figuras 1.48 y 1.49.

Después los techos están contruidos con materiales no duraderos y materiales identificados en la colonia Ruiz Ferro. Aunque, al contestar una aspiración de los habitantes (su techo de concreto armado), las viviendas permanecen mucho tiempo sin un techo formal, aguardando tener las capacidades de obtenerlo, mismo que es muy caro, pero que la cultura urbana impuso como el mejor, sin importar que el precio, además de que su comportamiento térmico en climas cálidos es pobre, y si no se construye correctamente puede ser un riesgo para los habitantes, ver Figura 1.50.

## **ELEMENTOS DEL ESPACIO HABITABLE.**

Normalmente, la vivienda en colonias marginales se llama “cuartos redondos”, que no expresa una distribución funcional específica, porque sólo existe un espacio en el que las funciones están limitadas por muebles, cortinas o simplemente no existen límites físicos. Esto es lo que se registró en la encuesta de la colonia Ruiz Ferro, lo cual es comprensible por el tiempo habitado. Con el tiempo los habitantes irán mejorando y ampliando su vivienda, en respuesta a diferentes factores como el caso de crecimiento de la familia entre otros. (Bazant, 2003, p53).

Aunque las viviendas se definan los espacios funcionales para comer, dormir, cocinar y estar, solamente el 48% se detectó un espacio específico para la cocina, de igual forma, solamente el 53% define el espacio de cocinar, el 51% de la sala de estar y solamente el 25% de las viviendas tienen servicios sanitarios en el interior. Mientras el 75% restan a resolver esta función básica con letrinas en el exterior, y minoritariamente defecan a la intemperie, ya que está cerca de una reserva territorial, que implica una gran zona con árboles y arbustos.

Al analizar los resultados obtenidos de la encuesta de la colonia Ruiz Ferro, se dio evidencia de que el perfil de este, es el mismo descrito anteriormente por los autores ya citados, Salas a nivel de América Latina, Bazant en la ciudad de México, D.F. y Castañeda en Tuxtla Gutiérrez, a pesar de que era conveniente llevar a cabo el trabajo para comprobar la situaciones anteriores y también identificar a las personas con las que posteriormente se trabajó en la participación social orientada a la propuesta tecnológica.

# CAPÍTULO II

## **Adaptación tecnológica como medio para lograr alternativas asequibles orientadas a los grupos sociales demandantes**

El diseño es un ejercicio humano de origen histórico, que surgió de las necesidades cotidianas en la creación de objetos que cumplen sus demandas (herramientas, muebles, utensilios, vehículos y por supuesto edificios y entre éstos sus componentes, etc.). Antes de la fabricación o construcción, el diseño es el acto de prefigurar el resultado aún sin tener relación directa con el proceso de fabricación o construcción. Dentro de su campo general, el proyecto arquitectónico y urbano tienen una función específica de prefigurar los espacios habitables para el hombre, incluidos los aspectos técnicos constructivos y/o artísticos (Romero et. al., 2004).

En el contexto anterior, en el presente capítulo se expone la prefiguración de la adaptación de una tecnología para techos, que inicialmente no pudo ser transferida directamente en el programa 10x10 Chiapas, debido a las características que más adelante se detallan. Sin embargo, en su momento tal tecnología fue valorada como factible para adaptarse al contexto de estudio, por cumplir con características que permitirían continuar su construcción una vez que las paredes de la vivienda estuvieran terminadas, esto debido a la lógica constructiva que sigue la población con recursos limitados, al autoconstruir poco a poco en el tiempo, principalmente por la falta de recursos económicos.

Con base en las declaraciones anteriores, se llevó a cabo el proceso de diseño de adaptación del sistema de techo Domozed, al contexto de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Lográndose

como resultado el sistema de techo que denominamos Domotej, apoyados en el proceso metodológico<sup>14</sup> que a continuación se expone y que nos llevó a la prefabricación del sistema de techo citado a nivel de prototipo experimental.

## **2.1. ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA TECHO DOMOTEJ<sup>15</sup>.**

A continuación se expone el método de diseño organizado para la adaptación tecnológica del sistema de techo Domotej. Este proceso se describe en la Figura 2.1, y muestra los pasos realizados para la generación de la propuesta.

---

<sup>14</sup> Proceso propuesto en la tesis doctoral “Adaptação tecnológica para teto de habitação social: estudo de caso em Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México”, en la Universidad de San Pablo, Brasil, 2008.

<sup>15</sup> Castañeda N G, et al. (2010) en Cuadernos de Arquitectura de Yucatán N° 23, 2010, Universidad Autónoma de Yucatán, México. ISSN 1-0188-4891

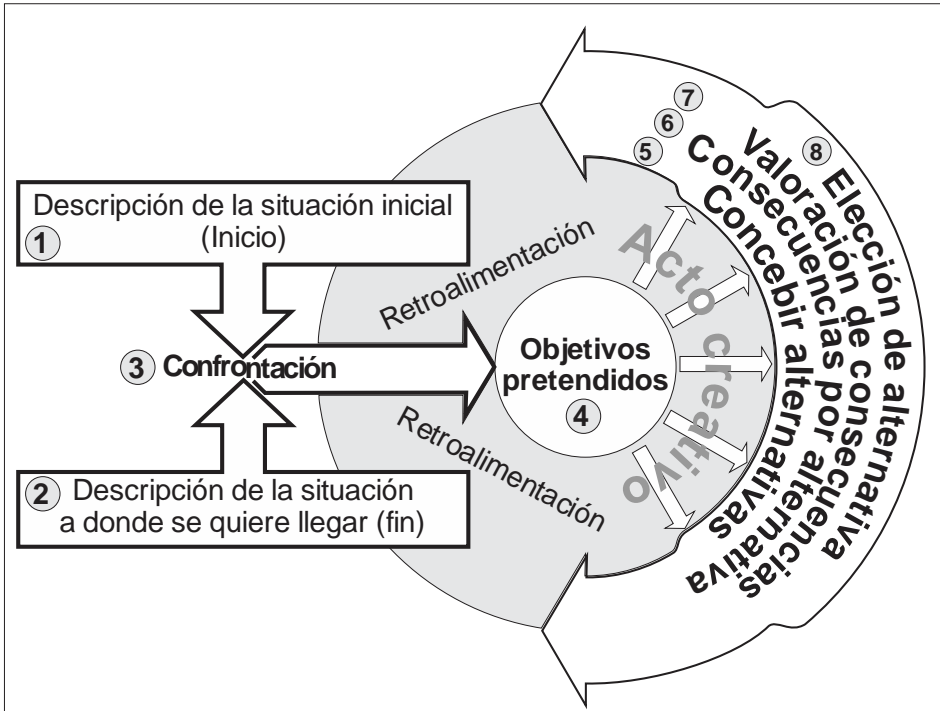


Figura 2.1. Esquema de diseño aplicado a la elaboración de la propuesta para la adaptación del sistema de techo para vivienda social.

Fuente: Castañeda Nolasco, 2008.

El proceso se compone de ocho partes derivadas de una planificación racional de actividades, que se muestran desde una visión cartesiana, reconociendo que en este proceso de diseño no se integra el momento del acto creativo que André Ricard llama el momento de la “Chispa creativa” (Ricard, 2000) refiriéndose al momento en el que al proyectista “le llega la idea innovadora” y deriva con su trabajo en el desarrollo de una propuesta.

En el esquema se integran dos componentes que muestran una “automática” reacción del proyectista de derivar ideas permanentes (retroalimentación y acto creativo), producto de su formación disciplinar o **práctica profesional**, una vez que cuente con la información pertinente para la generación de los objetivos pretendidos. Este esquema considera lo siguientes pasos a seguir:

### 2.1.1. SITUACIÓN INICIAL.

Toda intención de desarrollo de proyectos tiene o se encuentra en una situación inicial, también denominada situación actual, siendo esta la que debemos superar o modificar por alguna razón importante, pudiendo ser la demanda del mercado, una petición del cliente, la necesidad de un producto o un objeto, una necesidad social, etc. Siempre habrá una serie de datos que caracterizan la situación inicial. La que en nuestro caso, aplicado al proyecto de adaptación de sistema de techo Domozed, se obtuvo a partir de tres fuentes principales:

- I. La experiencia vivencial<sup>16</sup> con el equipo técnico del programa 10x10 y más tarde del proyecto de la vivienda<sup>17</sup> (hasta ese momento habíamos participando en 20 talleres de transferencia de tecnología en total).

---

<sup>16</sup> Se entiende como una experiencia vivencial la participación directa en los talleres de transferencia tecnológica, desarrollando actividades docentes y la observación directa de las áreas marginales del contexto visitado.

<sup>17</sup> La participación se llevó a cabo en 20 talleres de transferencia de tecnología: Mérida (1) y Chiapas, México (6); São Carlos, Itatiba, Votuporanga (SP), Pozos de Caldas (MG), Fortaleza (C), Brasil (6); Río Cuarto, Córdoba, Argentina (1); Asunción, Paraguay (1); Quito, Ecuador (1); Antigua, Guatemala (1); Barcelona, España (3), entre 2002 y 2008.

- II. El desarrollo del diagnóstico de la colonia Ruiz Ferro por medio de la Unidad de Vinculación Docente.
  
- III. Una consulta de diferentes fuentes bibliográficas, que incluía libros, artículos científicos y la experiencia de HABYTED, por medio de algunas de sus publicaciones sobre el tema.

Con base en las afirmaciones anteriores, se sintetizó la situación inicial abordando aspectos físicos, técnicos y sociales:

De acuerdo con el diagnóstico realizado en el área de estudio, se observó que las familias desean mejorar la vivienda habitada, debido a las condiciones no aptas para su desarrollo (OMS, 2005).

Después del taller de transferencia de tecnología realizado en Tuxtla Gutiérrez, entre las tecnologías elegidas para construir una de las viviendas del programa 10x10 Chiapas, se optó inicialmente por el sistema de cubierta Domozed, pero no se inició la construcción por diferentes razones, expuestas a continuación:

- a. El sistema no fue aceptada por la población porque representaba un proceso, aunque sencillo, muy laborioso.
  
- b. Para la fabricación de muchas piezas prefabricadas utilizarían un gran número de moldes fabricados de madera o de metal, de la misma forma que necesitan ser elaborados con control de calidad para que las piezas tengan el mismo tamaño y por consecuencia necesitaban de una inversión

mayor que la requerida para colocarle a la vivienda un techo convencional.

- c. Cuando se ajustaban los detalles para la fabricación de las piezas, el único molde de madera que se tenía, se rompió por el efecto del peso de la pieza y la mala calidad de la madera utilizada, lo que aumentó la incertidumbre.
- d. El cuerpo técnico del INVI opinó que el techo Domozed consumía la misma cantidad de cemento y acero que el sistema de techo de concreto armado comúnmente utilizado en la ciudad, incrementándose la cantidad de mano de obra requerido para su construcción, de forma que no había ninguna ventaja y lo descartaron.
- e. No se contó con un equipo técnico para evaluar la resistencia mecánica de la tecnología para techos Domozed, lo que sumo a los argumento para que el grupo técnico del INVI la descartara.

Además de los argumentos anteriores, también se observaron otros, lo que permitió considerar la posibilidad de su realización en Tuxtla Gutiérrez, y se consideraron como ventajas a favor de la tecnología de techo Domozed.

1. Es importante mencionar que los materiales necesarios para la construcción del sistema en cuestión son de uso común en la localidad, además de producción industrial, de forma que no existe ningún problema para conseguirlos.

2. Una ventaja fácilmente observada de este sistema de cobertura y que el sector social objetivo exige, es el uso de concreto y acero en el techo, ya que el sistema más utilizado en el medio es el techo de concreto reforzado, por el concepto de seguridad y estatus social, lo que se resume en una aspiración de construcción con estos materiales. En consecuencia, cuando estas familias aceptan alternativas con otros materiales (tierra, barro, palma, madera, etc.) es provisional, mientras reúnen suficientes recursos para construir su techo de concreto reforzado, asumiendo los costos correspondientes.
3. Por otro lado, el análisis de la tecnología y características de la población, mostró que el Domozed es factible desde el punto de vista del proceso constructivo, ya que las familias utilizan para autoconstruir toda la casa, dos procesos constructivos diferentes:

En la cimentación y paredes, que les permite ir haciendo poco a poco, lo que para ellos es factible económicamente porque distribuyen la inversión a lo largo del tiempo, entre 5 a 10 años. (Castañeda, 2005). Utilizan el segundo proceso cuando tienen que construir el techo, porque la tecnología de concreto reforzado requiere una inversión alta y en un momento definido, lo que significa que las familias deben ahorrar para asumir los costos. Esto les lleva un proceso de construcción de la casa hasta antes del techo, entre 5 y 10 años en promedio, y prolonga el tiempo para la obtención del techo unos años más, sumando en total entre 15 y 20 años, tiempo en el que además sufren la incomodidad de habitar la casa, al mismo tiempo en que la construyen (Ibid). De acuerdo con las declaraciones anteriores, el proceso de construcción del techo Domozed sería apropiado, ya que este

no detendría el proceso de construcción inicial, pues no exige una gran inversión concentrada.

En lo citado anteriormente, se observó que, aunque el sistema de techo Domozed tuviera un precio en el mercado local equivalente al del techo de concreto armado, el proceso podría ser interesante debido a que permitiría su construcción de la misma manera que construyen las paredes (poco a poco), lo que facilitaría la continuidad en el proceso de construcción convencional de la casa y posiblemente la terminarían en menos tiempo.

Los elementos mencionados anteriormente, hicieron que nos interesáramos en la tecnología de techo Domozed, pero con la necesidad de adaptarla para reducir las desventajas antes mencionadas y aumentar las ventajas, adecuándola a la población para su posible aceptación.

### **2.1.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TECHO O ENTREPISO “DOMOZED”:**

Con el fin de conocer a fondo el sistema de techo Domozed, se analizó la información que Raquel Barrionuevo expuso en cada oportunidad, como miembro del personal técnico del programa 10x10 durante talleres de transferencia tecnológica celebrada en diferentes países de Iberoamérica, ver Figura 2.2.

“El entrepiso o techo Domozed, es una losa nervada armada de semi-prefabricación ligera. Se compone de vigas prefabricadas y domos (domos de mínima curvatura) que sirve como cimbra perdida. Las cúpulas reemplazan la baldosa o bovedillas que se utiliza en una losa de vigueta y bovedilla convencional. La losa monolítica se obtiene mediante la colocación del armado por temperatura en el conjunto (domos + viguetas) y rellenando con un espesor de recubrimiento de concreto que va desde 2.5 cm a 5.0 cm. Los componentes de la losa admiten diversas

posibilidades de tamaño que se ajustan a los espacios habitables. El uso de vigas prefabricadas reduce significativamente el espesor de la losa. Asimismo, el espaciado entre las vigas, que pueden variar entre 0.50 m 0.70 m, reduce la cantidad a casi la mitad de viviendas que tienen losa convencional. Por lo tanto, produce una economía de materiales, especialmente de acero y concreto, lo que reduce el costo de la losa Domozed cuando se compara con la losa ligera convencional en aproximadamente 40%". (Barriónuevo, 2005, p. 195).

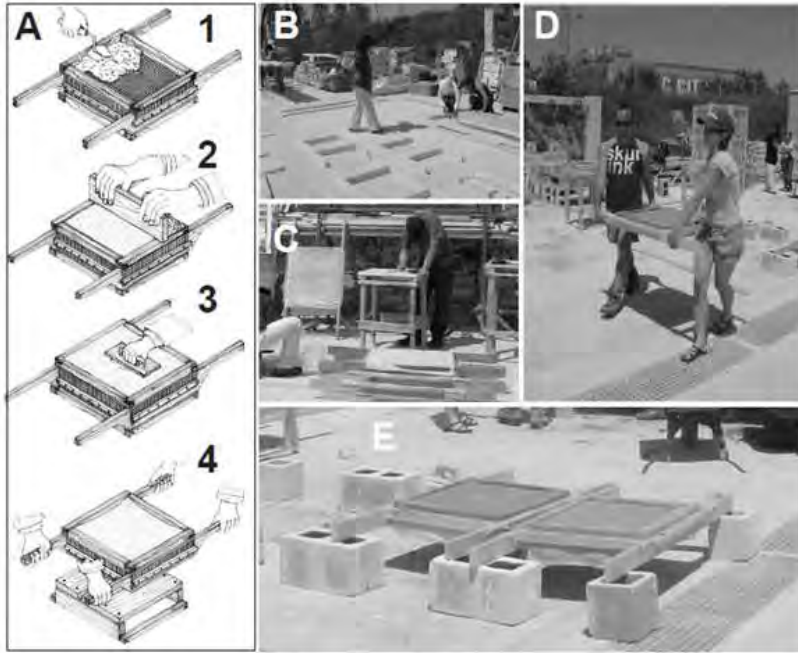


Figura 2.2 - Proceso de prefabricación de un componente para techo Domozed, En el gráfico A, se observa el proceso de fabricación de la forma. En la foto, B, colocación de la forma base. En la foto C, colocación del bastidor para dar paso al domo. En la foto, D, colocando un marco para dar el espesor de mortero cemento arena proporción 1:3. En la foto E, colocación del marco para nivelar con un marco perimetral, la base del domo.

Fuente: Raquel Barrionuevo, ININVI.

Del mismo modo, en la figura 2.3, se presenta gráficamente un procedimiento para construir un sistema de techo Domozed, de la forma en que Raquel Barrionuevo enseñó en los talleres de transferencia de tecnología, desde la prefabricación de vigas de concreto armado, hasta la colocación de las mismas sobre apoyos, las que requieren una viga colada en el sitio, que ligue a todas las vigas portantes en sus extremos, lo que permite la generación de un diafragma rígido, posible de utilizar como una losa de entresuelo o techo.

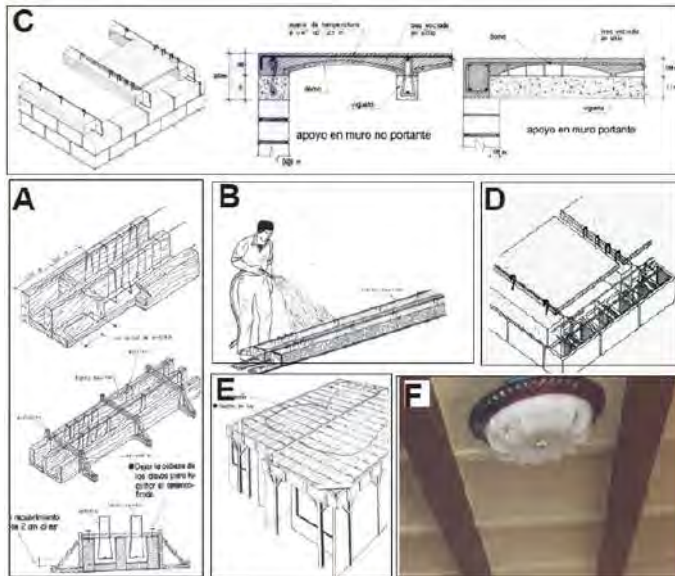


Figura 2.3 - Elementos componentes de un techo Domozed. En el gráfico A y B, se muestra el proceso de prefabricación de las vigas que cargan los domos para después recibir la capa de compresión de concreto. En los gráficos C, D y E, se observa el proceso de construcción del techo con la colocación de componentes prefabricados, domos y vigas. En la foto F, se expone el acabado interior del techo, con la colocación de una lámpara para mostrar su calidad estética.

Fuente: Raquel Barrionuevo, ININVI.

### **2.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN A LA QUE SE DESEA LLEGAR.**

Esta descripción se deriva de la integración de diferentes datos: Obtenidos con la experiencia por la participación en el programa 10x10 en Iberoamérica, las aspiraciones del grupo social objetivo, conocido por el levantamiento del diagnóstico específico y los conocimientos **técnicos** y normativos.

La situación a la que se quiere llegar debe cumplir con las aspiraciones del grupo social en estudio, integrando la realización de un sistema de techo con materiales disponibles en la localidad que les permita percibir mejoras en su calidad de vida, brindándoles seguridad y protección ante las características del contexto natural, artificial y social; que les permita construir su techo antes del tiempo que normalmente utilizan (15 a 20 años) a un precio factible de asumir en el tiempo y que finalmente les permita generar una patrimonio a largo plazo.

### **2. 1. 3 CONFRONTACIÓN DE LAS DOS SITUACIONES ANTERIORES**

Esta confrontación se realiza mediante el análisis de las dos situaciones: la inicial y a la que se desea llegar, comparando las ventajas y desventajas de la situación inicial con lo pretendido, solicitando la participación de los involucrados. Una vez más volvemos a las experiencias de los 20 talleres de transferencia tecnológica, a los habitantes de la colonia Ruiz Ferro que participaron y a la investigación documental, que integrados permitió la determinación del siguiente paso.

## 2.1.4 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS PRETEN- DIDOS.

Derivado del párrafo anterior, se enlistan los objetivos definidos:

- I. Desarrollar un sistema de techo y sus componentes de fácil elaboración y por consecuencia, de fácil de aprendizaje, para que tanto hombres y mujeres puedan elaborar en un proceso de autoconstrucción asistida, orientado a la producción social de vivienda..
- II. Un sistema que incluya en su fabricación, materiales de adquisición local.
- III. Un sistema de techo que permita la autoconstrucción continuada a largo plazo, poco a poco, siguiendo el mismo proceso que los habitantes de las colonias marginales utilizan en la construcción de cimentación y paredes, lo que les permite la distribución de los recursos invertidos en el tiempo.
- IV. Un sistema que utiliza cemento y acero, ya que son las aspiraciones legítimas de la población que dejó de ser rural y que ve en estos materiales industrializados un indicador de prosperidad y de convertirse en urbana. Es interesante el uso de estos materiales, así como reducir el consumo de los mismos, comparado con el techo de concreto armado que se utiliza convencionalmente en el contexto, tanto por su impacto directo en el precio, como por la optimización de los recursos.
- V. Un sistema que permite la autoconstrucción asistida, debido a la necesidad de mejorar la seguridad estructural de la vivienda autoconstruida comúnmente, pero permitiendo la participación de la mano de obra de los mismos con un mínimo de capacitación, por ser el recurso que más tienen.

- VI. Un sistema que garantice su resistencia mecánica, cumpliendo las exigencias de la normativa vigente.
- VII. Un sistema que proteja de las condiciones climáticas del contexto, principalmente el calor.
- VIII. Por lo tanto, un sistema que sea aceptado por la población objetivo, para ser construido y replicado en el futuro.

### **2.1.5 CONCEBIR ALTERNATIVAS**

En esta etapa se llevaron a cabo ejercicios de estimulación creativa, en el que el origen de los resultados, incluso a posteriori, son difíciles de explicar. André Ricard llama a esta parte el “Momento creativo” o el momento de la generación de la “idea innovadora” (Ricard, 2000), por lo que solamente se describe una síntesis del ejercicio realizado para obtener el resultado.

#### **2.1.5.1 CARACTERÍSTICAS QUE NO SE PUEDEN MODIFICAR:**

- a. La geometría, pues es la forma que optimiza el trabajo a compresión del mortero de cemento y arena,
- b. El tamaño: un cuadrado de 50 cm a 60 cm. Sin embargo, la condición para que la pieza no sea mayor es el peso, porque se orienta en la idea de que las personas puedan construir manualmente y no utilicen maquinaria o equipo especializado. De acuerdo con la experiencia del grupo técnico de 10x10, una pieza no debe pesar más de 90 kg para que dos o tres hombres puedan manipularlas. El Domozed pesa entre 23 y 25 kg.
- c. La lógica de funcionamiento a compresión: para reducir el uso de acero, en comparación con un techo de concreto

armado, el más utilizado en Chiapas. (Hasta el 80% de las casas construidas están cubiertas con este sistema (INEGI, 2005)

Por otro lado, se definieron características que el componente de techo debe de cumplir para ser adaptado al contexto, con base en la metodología de evaluación del ICE de Uruguay, que incluye tres factores principales: físicos, económicos y sociales, y que a la vez coincidan con otras características definidas con las actividades.

- Mantener el mismo principio de funcionamiento estructural a compresión.
- Mantener la misma geometría, de base cuadrada y forma de domo.
- Debe ser fabricado con materiales de la localidad que garanticen el control al fuego, resistencia mecánica, **sísmica**, y de bajo costo.
- Un proceso constructivo que permita la participación indistinta de hombre o mujer en la fabricación de los componentes, en este caso por ser orientado a grupos sociales de bajos ingresos.
- La dimensión del componente está ligada a su resistencia mecánica, a la reducción de número de vigas y las normas técnicas, por lo que puede ser un componente prefabricado fácil de manejar y adoptar en el contexto social.
- Permitir que desde la prefabricación de los componentes, se coloque el acabado a fin de reducir el precio.

### 2.1.5.2 ADAPTACIÓN

Tratando de integrar todo lo anterior, Baxter menciona que existen muchas herramientas para estimular las ideas en el desarrollo de un nuevo producto, entre éstos sólo se adoptaron dos, el primero denominado Análisis de la Función de los productos y la segunda MESCRAI, lo que permitió el desarrollo de la propuesta de adaptación de la tecnología a techo que se describe a continuación:

1. En primer lugar se realizó el análisis de su funcionamiento estructural por esquemas, con la idea de comprender las ventajas que esto representa para la adaptación, ponderando la función estructural y siguiendo la idea de identificar los elementos que no se pueden modificar porque afectaría dicha función. Por lo tanto, con el fin de entender el comportamiento estructural del Domozed y aprovecharlo en la propuesta de adaptación, se hizo el siguiente análisis gráfico:

### 2.1.5.3 SÍNTESIS GRÁFICO DEL FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURAL DEL COMPONENTE DOMOZED.

En la Figura 2.4, se observa gráficamente la abstracción del funcionamiento estructural del componente de techo Domozed, que desde su proceso de fabricación nos permite tener en cuenta que el propio peso del material ejerce una carga en dirección vertical, por estar soportado por la cimbra en horizontal permite mantener esa posición horizontal durante la colocación y fraguado del mortero cemento-arena, como se observa en la imagen A. Sin embargo, al modificar la manera en que se apoya, al quitar la cimbra horizontal, el peso propio de la carga ejerce una presión a la malla de soporte del bastidor, lo que provoca una catenaria, como se muestra en la gráfica B.

Al invertir la geometría antes mencionada, se configura una catenaria invertida, esto permite la eliminación de los esfuerzos de tensión, comunes en la posición horizontal, lo que permite al material transmitir un esfuerzo de compresión en todo el trazo geométrico, requiriendo ser detenido dicho empuje por otro elemento, para compensar estos vectores de carga a los lados y mantener el equilibrio, como se muestra en el gráfico C.

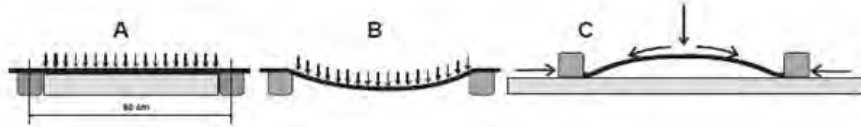


Figura 2.4 Esquema de análisis estructural de techo Domozed.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Es importante relacionar este funcionamiento abstracto de los gráficos anteriores con el objeto arquitectónico o componentes para techos, así que relacionamos la operación abstracta de los gráficos anteriores con ejemplos arquitectónicos contemporáneos e identificados en la historia en donde se aplican los mismos principios de comportamiento estructural. Los ejemplos de arquitectos que han utilizado la geometría para que, con los materiales disponibles como piedra, bloques, ladrillo, madera, etc. resolvieron las demandas físicas en techos, no sólo en la vivienda, sino también en grandes edificios públicos.

Posiblemente el genial arquitecto que más se destacó en el uso de esta geometría fue Gaudí y su obra refleja esta posibilidad, siempre en busca de trabajar mejor las características del material, principalmente a la compresión, especialmente en materiales que disponía como la piedra y el ladrillo, como se muestra en la Figura 2.5.

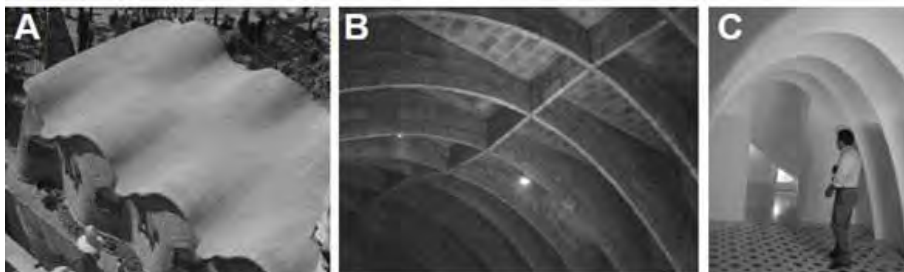


Figura 2.5 - Obras de Gaudí en las que se aplica la geometría como un elemento que favorece la estructura. En la foto A, Aula para los hijos de los trabajadores, foto B, La Pedrera, foto C, Casa Batlló, Barcelona.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Otro genio en el uso de materiales locales y el uso de la geometría de manera magistral fue Eladio Dieste, ingeniero uruguayo que desarrolló una serie de bóvedas de doble curvatura mejoradas con una cantidad optimizada de acero, por lo que es posible transmitir los esfuerzos a los apoyos sin mayores afectaciones, véase la figura 2.6.



Fig. 2.6- La obra de Eladio Dieste se caracteriza por basarse en la geometría, la búsqueda de la optimización de los materiales. En la imagen A, Nave industrial cubierta de bóvedas de cerámica armada. La foto B y C, la iglesia de Atlántida, donde la geometría es la base del funcionamiento estructural del edificio hecho con cerámica armada.

Fuente: Castañeda Nolasco.

También utilizando la geometría y optimizando el uso de materiales de alto consumo de energía, Gernot Minke ha construido ejemplos notorios como el caso de la obra expuesta en la Figura 2.7, que es una cúpula de 12 m de diámetro y 7 metros de altura en el centro, con apoyo de sobre cimienta de ladrillos de barro cocido y la pared-techo de adobe de tierra cocida al sol.

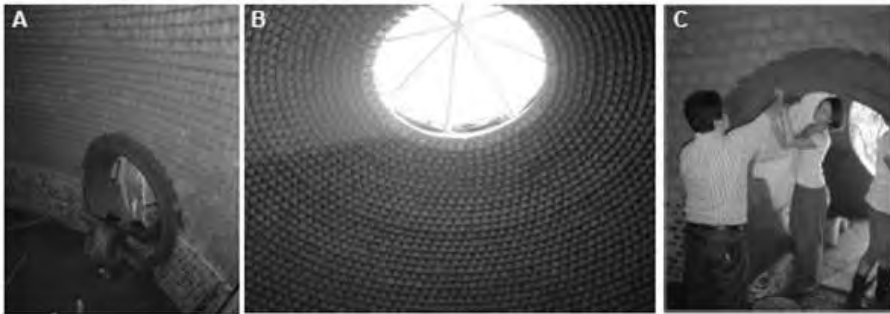


Fig. 2.7- El trabajo de Gernot Minke utiliza la geometría de tal manera que le permite la optimización del material, en fotos A, B y C, la construcción de la cúpula de adobe en Picada Café, Rio Grande do Sul, Brasil.

Fuente: Castañeda Nolasco.

En México, además de toda la arquitectura colonial heredada de los españoles, a través de las bóvedas y la cúpula de ladrillo, abordando a la vivienda y aplicando la arcilla cocida y el adobe en su caso, apoyados en la geometría como estrategia adecuada para la optimización de los materiales está Ramón Aguirre Morales (Figura 2.8), Alfonso Ramírez Ponce (Figura 2.9), y más específicamente en la vivienda para grupos sociales con menor poder adquisitivo, están Carlos González Lobo (Figura 2.10) o Mario Larrondo Shiel (Fig. 2:11).



Fig. 2.8 Bóvedas de ladrillo sobre muros de adobe, en Casa habitación, Oaxaca, Oaxaca, Arq. Ramón Aguirre Morales.

Fuente: Gabriel Castañeda Nolasco.

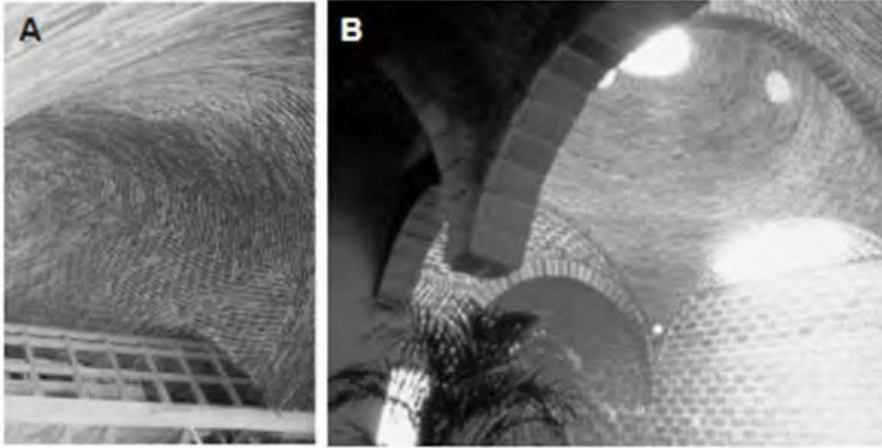


Fig. 2.9 Bóvedas de ladrillo recargado, Arq. Alfonso Ramírez Ponce. La foto A, Clínica Hospital del Popular, Cd. De México. Foto B, Casa habitación, Morelos, México.

Fuente: Alfonso Ramírez Ponce.



Fig. 2.10- Bóvedas prefabricadas de ladrillo, Arq. Carlos González Lobo. Imagen A, B y C, Barrio de los Maestros en las Dalias, Atagualpa Nicaragua

Fuente: Un techo para vivir.

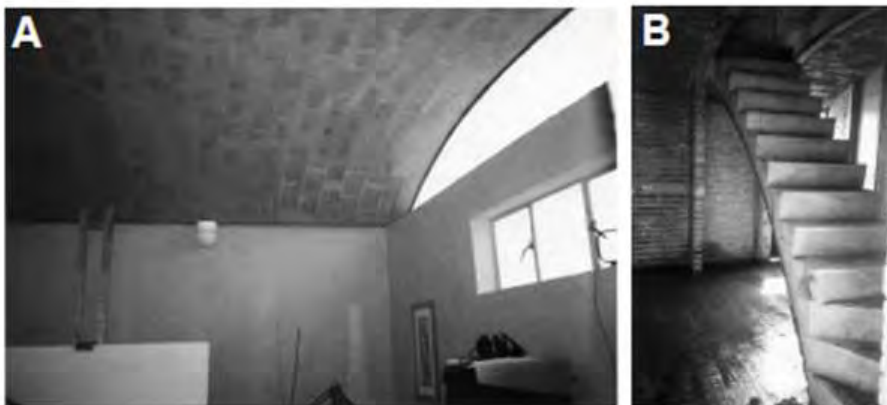


Figura 2.11-. Bóvedas de ladrillo, Arq. Mario Larrondo. Foto A y B, Vivienda en la Ciudad de México D. F.

Fuente: Mario Larrondo.

En Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, los arquitectos Artemio Gallegos, Mario E. Yáñez Gamboa y José Luis Jiménez Albores, son sólo algunos de los profesionales que han incluido el uso de la geometría para optimizar el consumo de acero y concreto en su obra. Como se aprecia en las fotos 2.12.



Fig. 2.12- Bóvedas de ladrillo trabajando a compresión aplicadas en techos de vivienda. En la imagen A, Arq. Mario E. Yáñez. En la foto, B, Arq. José Luis Jiménez A. En foto C, Arq. Artemio Gallegos, las tres viviendas en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Fuente: Castañeda Nolasco.

De manera similar, el Techo Domozed funciona estructuralmente, dependiendo de la geometría que la caracteriza por ser una cúpula, el casquete de base cuadrada apoyada en dos de sus lados, responde a los esfuerzos de tensión y compresión, como se muestra en la Figura 2.13.

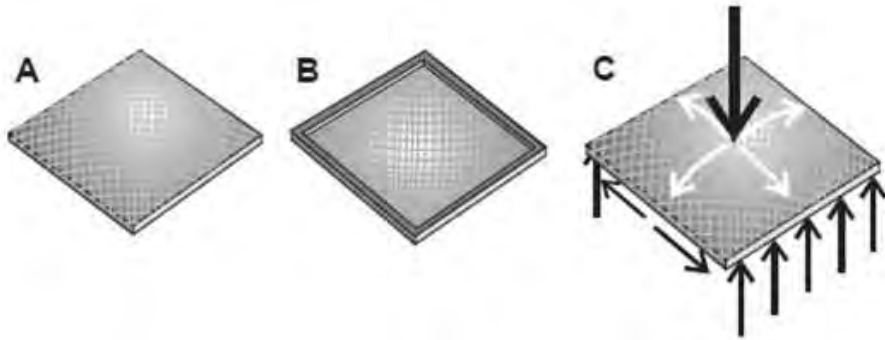


Figura 2.13 - Esquema de análisis estructural del componente para techo Domozed. El gráfico A y B, muestra ambos lados de la pieza, el que se apoya y el que recibe el concreto de compresión. El gráfico C muestra la manera en la que el componente recibe cargas y las envía a los apoyos.

Fuente: Castañeda Nolasco.

En la figura 2.14, se observa el comportamiento estructural del sistema en el cual es evidente la necesidad de una viga en los extremos que ligue a las vigas, con la finalidad de equilibrar las cargas.

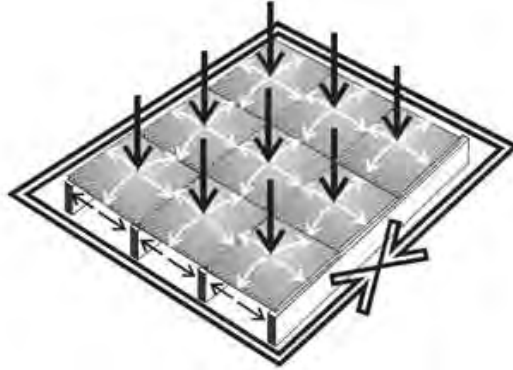


Figura 2.14 - Esquema de análisis estructural del sistema de techo Domozed.

Fuente: Castañeda Nolasco.

2. Del mismo modo, se trabajó con las acciones descritas en el acrónimo MESCRAI: “Modificar, Borrar, Reemplazar, Combinar, Reorganizar, Adaptar e Invertir” (Baxter, 1998 p. 63). Mediante la aplicación de la lista de acciones que estimulan la búsqueda de formas alternativas, añadiendo el conocimiento del análisis anterior de la función estructural, nos permitió la modificación del componente para techos Domozed, transformándolo al componente de techo Domotej, dándole el nombre de esa manera por la similitud con el componente de base, cambiando sólo la terminación de la palabra, que se deriva a partir del material que se utiliza para optimizar el consumo de cemento.

## 2.1.6 RESULTADOS (ALTERNATIVAS):

De los ejercicios realizados se obtuvieron los siguientes resultados:

1. El comportamiento estructural se adoptó totalmente, tanto en el componente como en el sistema de techo. Esto es debido a la posibilidad de utilizar un material que se produce en la ciudad y que ocupe una parte del volumen de mortero que utiliza el componente Domozed, permaneciendo la distribución de las cargas que recibe por compresión a las vigas de soporte, aprovechando de manera optimizada la estructura propia del material que tiene una vocación para soportar las cargas que le exigirá en ese componente.
2. El proceso constructivo fue modificado, no se estableció la utilización del molde utilizado para fabricar el Domozed debido a las desventajas identificadas, de modo que el nuevo proceso elimina la necesidad de dos personas para la fabricación de una pieza, pudiendo ser preparada por una sola persona.

Además no requiere moldes muy elaborados, ya que se hace con arena o tierra sobre una superficie plana.

3. Se eliminó la utilización del molde de madera que permitía la generación de la forma catenaria, sin embargo, se determinó la curva requerida para que el componente funcione estructuralmente y se elaboró el molde tomando como apoyo arena o tierra, para generar la geometría al componente Domotej.

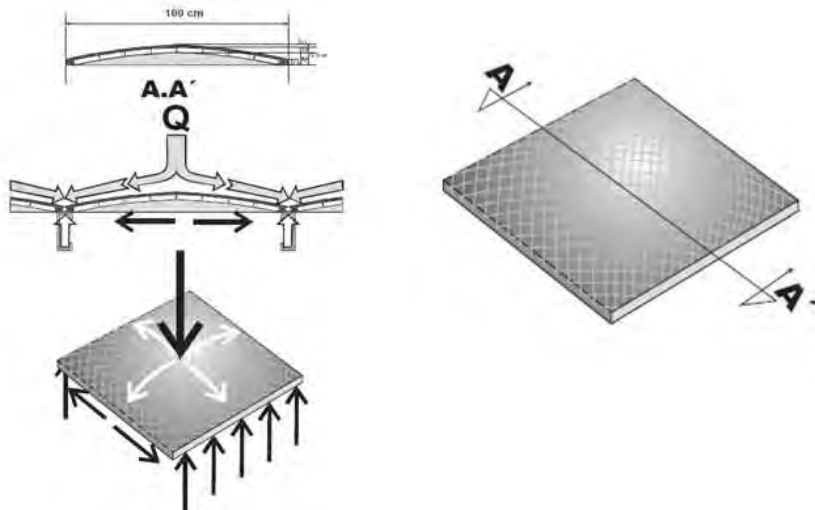
4. Se sustituyó una parte del material utilizado en el Domozed, por el petatillo, que es un ladrillo de 2,5 cm. de espesor y que permite, por su modulación, generar diferentes tamaños, de modo que definimos dos opciones 60 cm x 60 cm y 100 cm x 100 cm.
  
5. Se amplía el rendimiento de la mano de obra al poder fabricar las piezas por una persona.
  
6. El peso de los componentes, aun por dos personas, permite su manejo sin la necesidad de un equipo especial.
  
7. Se mantiene el control total del consumo de materiales, lo que permite estar dentro del parámetro de funcionamiento de los conceptos teóricos que nos guían, pues los residuos se reducen a casi cero.

En la Figura 2.15 y 2.16, se muestran fotografías y esquemas, respectivamente, de dos opciones generadas, que mantienen el mismo funcionamiento estructural, siendo diferente solamente en sus dimensiones.



Figura 6.15 - Ideas originales del sistema de techo Domotej, el menor de 55 cm x 65 cm. y el mayor de 100cm x100cm.

Fuente: Castañeda Nolasco.



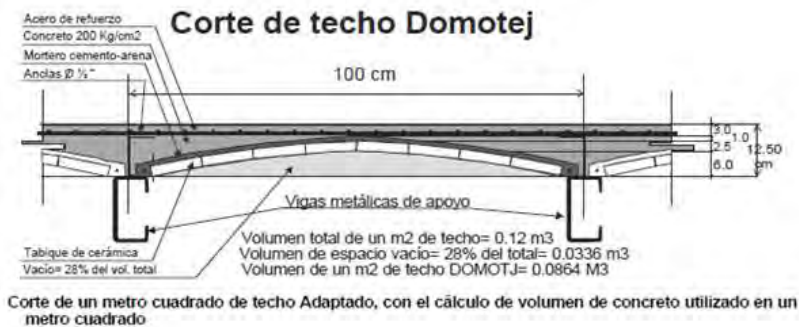


Figura 2.16 - Ideas originales del sistema de techo Domotej,  
 Fuente: Castañeda Nolasco.

## PROCESO CONSTRUCTIVO DE COMPONENTE PREFABRICADO PARA TECHO DOMOTEJ



Figura 2.17 - Proceso de prefabricación del componente de techo Domotej. Las fotos A - G muestran el proceso seguido para la prefabricación de componentes.

Fuente: Castañeda Nolasco.

## 2.1.7 CONSECUENCIAS PARA ALTERNATIVAS (RESULTADOS):

Se refiere más a los aspectos que se derivan de la aplicación de posibles alternativas, mostrando la posibilidad de elegir entre diferentes propuestas, figura 2.17. En este caso se establecieron dos propuestas iniciales, que difieren sólo por el tamaño de estas percibiéndose ventajas o desventajas vinculadas a esta variable, ya que está directamente relacionada con el aumento o la disminución del peso de las piezas, que a su vez, está sujeto a la posibilidad de manejo o instalación con la fuerza manual de los trabajadores y no con el requerimiento de un equipo especial.

De acuerdo con las propuestas mencionadas se asume que cada pieza será utilizada en casos específicos, ya que la pieza mayor tiene un peso entre de 70 a 74 kg., debido a la irregularidad en el peso del petatillo por ser de fabricación artesanal, siendo este rango en peso, considerado apto para ser trabajado sin equipo especializado en el proceso de colocación y manejo en general. Sin embargo, si hay una variable que se puede ajustar a la elección y conveniencia del habitante, nos referimos a que al utilizar la pieza de mayor tamaño se reduce el número de vigas en el espacio a techar, por lo que no sería conveniente utilizar el componente Domotej de mayor tamaño, a no ser por una situación especial, como puede ser un espacio muy pequeño, lo que ayudaría psicológicamente a dar la sensación de mayor amplitud del espacio.

## 2.1.7 EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS

Totalmente relacionado con el punto anterior, posibilita elegir la propuesta de mayor conveniencia de acuerdo con los objetivos propuestos. En la sección anterior se determinó utilizar el componente techo Domotej de dimensiones 100 x 100 cm.

En nuestro caso se define que la mejor opción para construir un techo es utilizando la dimensión mayor de 100 x 100 cm., por las razones que se indican en el párrafo anterior.

### **2.1.8 ELECCIÓN ALTERNATIVA.**

Finalmente se define la propuesta definitiva, que por **lógica será** la que posibilite la obtención de la situación a la que se quiere llegar. De acuerdo con los apartados anteriores a esta etapa, se decidió que la propuesta adaptada Domotej más conveniente es el de tamaño de 100cm. x100 cm, a la espera de la etapa de evaluación para su confirmación.

# CAPÍTULO III

## Evaluación de la tecnología para techos Domotej

En este capítulo se discute la evaluación de la tecnología para techos Domotej, una vez que ha sido adaptado al contexto de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. En esta evaluación se evaluó cada una de las variables identificadas como importantes en el establecimiento de prioridades expuestas en este tercer capítulo.

El orden de los diferentes análisis expuestos corresponde a la priorización de las variables establecidas; inicialmente, se presenta la evaluación del proceso de construcción, comparándola principalmente con el sistema de techo Domozed del cual se originó el techo Domotej, procurando definir un proceso más simple para la prefabricación de los componentes y del sistema de techo en conjunto, optimizando el manejo de los materiales utilizados, disponibles en la localidad.

En segundo lugar, se presenta la evaluación de resistencia mecánica del componente desarrollado, tomando como parámetro la normatividad mexicana.

En tercer lugar, la determinación del precio por m<sup>2</sup> de techo Domotej, comparándolo con el precio del sistema de techo de concreto reforzado, el más utilizado en el contexto de estudio, con el fin de contar con la referencia, misma que se solicita de inmediato cuando se presenta la propuesta a cualquier grupo social.

En cuarto lugar, presentamos la evaluación del comportamiento térmico, debido a las características climáticas locales, la cual se mantiene con temperaturas altas casi todo el año y se sabe que el techo es el componente por donde la vivienda capta más calor radiante durante el día, y lo transfiere al interior, afectando el confort de los habitantes. El parámetro considerado para mejorar, es el comportamiento térmico del sistema de techo de concreto reforzado, por su utilización más recurrente.

En quinto lugar, se tiene la adaptación de la tecnología al contexto de Tuxtla Gutiérrez, para lo cual es de gran importancia la aceptación social, principalmente del grupo objetivo, y se contempla al final de las evaluaciones por ser necesario contar con los argumentos anteriores que orienten la posibilidad de apropiación de la tecnología por parte del sector social involucrado.

### **3.1. PROCESO CONSTRUCTIVO.**

#### **ASPECTOS GENERALES**

La ley federal de vivienda mexicana, que es reglamentaria del artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de vivienda, y que a través de ella se rigen todos los estados de la República Mexicana; cita en el título sexto, sobre la calidad y la sustentabilidad de la vivienda, en su capítulo único, **específicamente en el artículo 77**, además de otros aspectos que controlan la calidad de la vivienda orientados a mejorar la calidad de vida de la población:

“La Comisión fomentará la participación de los sectores público, social y privado en proyectos de financiamiento orientados al desarrollo y aplicación de eco técnicas y las nuevas tecnologías en materia de vivienda y saneamiento, especialmente de bajo costo y alta productividad, que cumplan con los criterios de una vivienda digna y decorosa.

De esta manera, promoverá que las tecnologías, sean concordantes con los requerimientos sociales, regionales y las características de la población, el establecimiento de mecanismos de investigación y experimentación tecnológica”. (Ley federal de vivienda, México).

De acuerdo con lo anterior, se entiende que la misma ley de vivienda incluye la promoción de tecnologías no convencionales

en el contexto de la demanda social y de acuerdo con el contexto geográfico y cultural que se trate, por ejemplo, de la propuesta de adaptación para el techo de la vivienda que se propone. Lo anterior se complementa con el artículo 78, que se refiere al modelo normativo, el cual está orientado al tratamiento de los aspectos de habitabilidad, eficiencia, seguridad, ahorro de energía, los recursos disponibles en la zona del país en estudio y de las modalidades de las viviendas locales, todo esto se contempla en la fase de evaluación de la propuesta adaptada.

“El modelo normativo, las normas mexicanas aplicables al diseño arquitectónico de la vivienda y la construcción de prototipos deberán considerar los espacios interiores y exteriores; la eficiencia de los sistemas funcionales, constructivos y de servicios; la tipificación y modulación de sus elementos y componentes, respetando las diferentes zonas del país, los recursos naturales, el ahorro de energía y las modalidades habitacionales. En este tipo de normas deberán ser consideradas las condiciones y características de habitabilidad y seguridad para los diferentes tipos de vivienda y sus etapas de Construcción” (Ibid).

En el mismo sentido el artículo 84, establece la participación del sector oficial para promover la innovación y el intercambio tecnológico, desde los centros de investigación del país.

“Los departamento y entidades competentes de la Administración Pública Federal diseñarán mecanismos de promoción para la innovación e intercambio tecnológico en la producción y el empleo de materiales y productos para la construcción de vivienda, privilegiando las instituciones públicas de investigación y educación superior del país” (Ibid).

Por otra parte, el artículo 88, le da la posibilidad de concebir alternativas que fomenten la creación de empleo, especialmente para los grupos sociales menos favorecidos con base

en la producción social de la vivienda, esto posibilita la generación de microempresas y/o cooperativas para fortalecer la economía de la misma población, lo que nos permite pensar en un proyecto futuro para el desarrollo de una microempresa con base en la producción del componente de techo desarrollado.

“La Comisión, en coordinación con los organismos de vivienda y con las entidades federales, estatales y municipales fomentarán en los programas y proyectos de producción social de vivienda la inclusión de actividades productivas y el desarrollo de actividades generadoras de ingresos orientadas al fortalecimiento económico de la población participantes en el, de conformidad con lo establecido en las disposiciones aplicables. (Ibid)

Del mismo modo, y en la lógica del desarrollo tecnológico para la vivienda, la ley federal establece en el artículo 89, la posibilidad de generación de convenios para la capacitación, investigación y desarrollo tecnológico, con las universidades, ONG, y consultores especializados (Ibid).

Por otra parte, el artículo 353, de la misma ley otorga la responsabilidad a comisiones para la generación de las normas técnicas complementarias para controlar la calidad de las construcciones, principalmente en los aspectos de habitabilidad, procesos constructivos, uso de los materiales, seguridad de los sistemas constructivos, etc. lo que se convierte en reglamento de construcción de cada comisión en todo el país (Ibid).

### **3.1.1. EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE TECHO DOMOZED.**

Con el objetivo de conocer con mayor profundidad el proceso de fabricación de un techo formado por componentes Domozed, del cual se derivó la propuesta de techo Domotej, se trabajó experimentalmente mediante la vivencia de una situación real

de construcción de techo para una vivienda existente, en condiciones similares para las que se orienta este trabajo, con una superficie total por cubrir de 15 m<sup>2</sup>, lo que fortalece la propuesta del proceso constructivo del techo Domotej. Esto es de gran importancia, pues el techo construido con este sistema es el primero en México.

Como se describió anteriormente, el techo Domozed fue construido buscando los siguientes objetivos:

1. Conocer los detalles técnico-constructivos para la fabricación de componentes y techo Domozed.
2. Conocer el volumen de materiales utilizados en la fabricación de componentes y el techo Domozed.
3. Conocer el rendimiento de la mano de obra de los miembros de una familia en el proceso de auto – construcción, con la capacitación por nuestra parte.
4. Identificar la posible existencia de partes vulnerables del proceso de construcción, tanto de los componentes como del techo Domozed.
5. Conocer el precio del sistema de techo Domozed.

### **3.1.1.1. CONSIDERACIONES PREVIAS:**

1. El techo experimental Domozed fue construido sobre una estructura de paredes de ladrillo existentes que componían una **área** única de 3 m x 5 m., cubierta con láminas de zinc, sobre una estructura de madera, que requiere 15 m<sup>2</sup> de techo más la protección para la lluvia, hecha en uno de los lados longitudinales.

2. El tamaño de la pieza Domozed que se fabricó fue de 55 x 60 cm, como resultado de la modulación determinada con base en el tamaño del espacio existente.
3. La estructura existente fue revisada para comprobar su resistencia, pues debería soportar la carga representada por el techo Domozed.
4. Este ejemplo es el caso común de las viviendas en el contexto social de estudio, cuando sólo falta la construcción del techo definitivo y que por mucho tiempo ha mantenido un techo provisional en la vivienda.
5. Participaron en el experimento dos de los cuatro miembros de la familia: una mujer soltera de 24 años, y un hombre de 60 años de edad, y un amigo de la familia de 23 años de edad, todos sin ningún tipo de formación previa en construcción.
6. En este experimento, la mujer de 24 años de edad se comprometió a fabricar las piezas Domozed, con ayuda de un amigo de la familia, de 23 años de edad, para lo cual se basaron en el manual para Techo Domozed, elaborado por el Instituto de Tecnología Industrial de Investigación y Normas Técnicas (ITINTEC) de Perú con nuestra dirección.
7. El techo Domozed difundido por el programa de 10 x 10 fue modificado en su estructura auto portante, para acelerar el proceso y reducir costos, en lugar de fabricar las vigas de concreto fue comprado el perfil metálico “C” de 2 x 6

pulgadas, calibre 14 adquirido de 6 m de longitud, que permitió 2 vigas de 3 m sin generar desperdicios.

8. Otro cambio significativo, en relación con el proceso real de auto construcción, fue la entrega de los recursos económicos, por parte de nuestro proyecto, para la compra de los materiales necesarios, pues necesitábamos realizar la construcción lo más rápido posible y no queríamos dejar que la familia comprara los materiales cuando pudieran y de igual forma los componentes del techo.

La figura 3.1 muestra la planta arquitectónica del área que fue cubierta con el sistema Domozed.

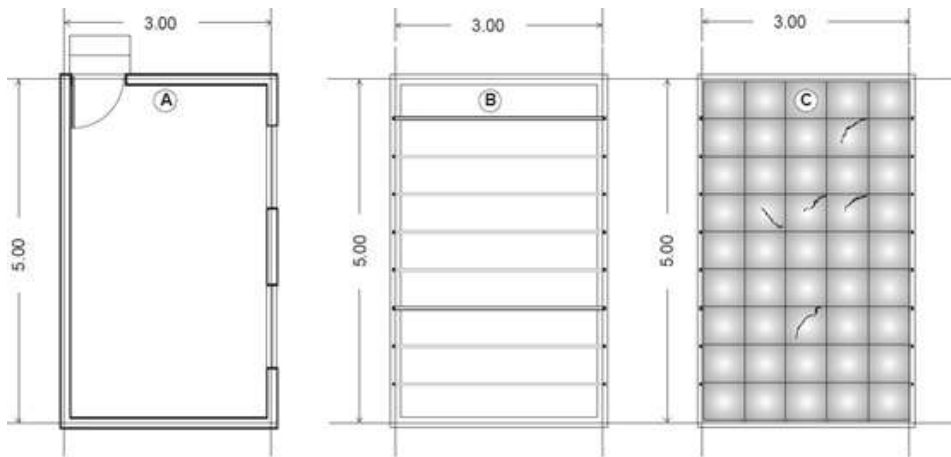


Figura 3.1. Espacio construido que sirvió para experimentar la construcción del sistema de techo Domotej, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. El gráfico A muestra la planta arquitectónica. En el gráfico B se muestra la colocación de la viga de perfil “C”. En el gráfico C se impone la colocación de los domos para construir el techo Domozed.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Es importante mencionar que las paredes construidas no estaban bien encuadradas, lo que es muy común en este tipo de construcciones, sin embargo, el error no era muy grave y podía ser corregido mediante la colocación de las piezas de Domozed de 55 x 60 cm de tal manera que los muros absorbieran esta diferencia.

En la figura 7.2, se muestra el proceso de construcción de los componentes de sistema de techo Domozed, fabricados por una pareja formada por mano de obra no calificada.



Figura 3.2. Proceso de pre - fabricación de componentes para el techo Domozed, de la foto A hasta la foto F, se observa el proceso de fabricación de componente Domozed.

Fuente: Castañeda Nolasco.

### 3.1.1.3. RESULTADOS OBTENIDOS:

- I. En la fabricación de los componentes no se perciben grandes problemas, ya que una pareja puede fabricar las 48 piezas necesarias: 45 para cubrir una superficie de  $15 \text{ m}^2$  y 3 piezas más para tener de reserva previniendo la pérdida de alguna en el envío o durante el proceso de construcción del techo.
  
- II. Para producir los componentes fueron construidos los moldes triples (véase la figura 3.4, foto G), lo que permite una producción por día de 6 piezas, condicionada por la necesidad de dejar curar las piezas por lo menos 12 horas, lo que significa que para llegar a las 48 piezas fueron necesarios 8 días. Sin embargo, es importante tener en cuenta que desde el primer día que no hubo problemas para la fabricación basados en el manual para la fabricación de Domozed y nuestra asesoría. Esto demuestra que el componente Domozed es fácil de fabricar y puede ser aprendido por otras personas con un mínimo de instrucción y apoyo del manual.
  
- III. Aunque el número de piezas producidas por día fue de 6, es importante mencionar que en los dos primeros días, estas 6 piezas se fabricaron en 5 horas de trabajo, y del tercero al octavo día el tiempo para la fabricación disminuyó a 3 horas por día; esta reducción corresponde al 40% del tiempo inicial.
  
- IV. Al permanecer constante el tiempo consumido para la fabricación de las 6 piezas por día, de los seis días siguientes, nos permite inferir que la realización de un pieza tomaría media hora de tiempo, pues en una jornada de 8 horas, dos

personas con mano de obra no calificada, producirán 16 piezas, siempre y cuando contaran con el número requerido de moldes necesarios.

- V. El primer día la pareja perdió tiempo asignado a diferentes factores: la dosificación de los materiales, la producción de mortero, la colocación de los moldes, e incluso la pérdida de tiempo porque tenían miedo de cometer errores, que con la práctica desapareció.
- VI. En el segundo día hubo una situación inesperada, la pareja llegó un poco tarde porque, debido al trabajo del primer día, amanecieron cansados y con dolor en el cuerpo, pero al comenzar las actividades trabajaron con el mismo rendimiento del día anterior, a pesar de que ya conocían todo el proceso.
- VII. El tercer día hubo progreso, reduciendo al 40% del tiempo consumido los dos días anteriores: en lugar de las 5 horas, en el tercer día sólo necesitaron 3 horas para la **fabricación de las 6 piezas, y que pudo** haber ocurrido en función del conocimiento total del proceso de fabricación, el dominio en el manejo de los moldes y un proceso más ordenado, desde el dominio en el manejo de la mezcladora para hacer el mortero.
- VIII. El consumo de materiales fue controlado, en el primer día hubieron algunos desperdicios. Sin embargo, a partir del segundo día la dosificación de materiales fue controlada y no había ningún desperdicio posterior.

IX. Para fabricar tres piezas se utilizaron 27 litros de arena, 12.5 kg cemento equivalente a  $\frac{1}{4}$  de la bolsa de 50 kg, y 6 litros de agua. Utilizando una proporción para el mortero de 1:3, lo que significa que para fabricar las 48 piezas necesitaron: 432 litros de arena, 200 kg de cemento (4 bolsas de 50 kg) y 96 litros de agua.

X. En el proceso de elaboración de las piezas no se identificaron problemas complejos de resolver, una vez que las personas responsables pudieron manejar el mezclador.

#### **3.1.1.4. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TECHO DOMOZED.**

Para la construcción del techo fue contratado a un albañil que hizo la colocación de vigas metálicas, así como la preparación de los muros para recibir las vigas, las piezas de domozed fueron colocadas por dos hombres de la familia y la capa de compresión de concreto se colocó por el albañil y un ayudante adicional contratado, además de dos hombres de familia.

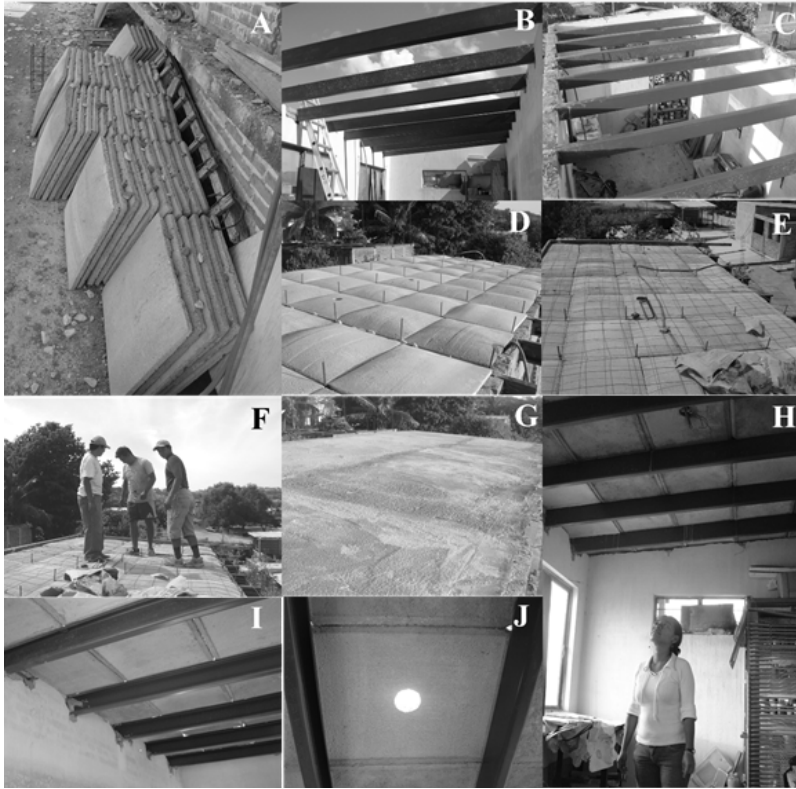


Figura 7.3. Proceso de construcción de techo Domozed, de la foto A hasta la foto J, se observa el proceso sucesivo de fabricación del techo.

Fuente: Castañeda Nolasco.

### 3.1.1.5. RESULTADOS.

1. El techo de 17 m<sup>2</sup> fue construido con la ayuda de un albañil y su ayudante, más la participación de tres miembros de la familia, estos últimos trabajaron sólo en momentos específicos, porque no podían estar todo el día debido a las actividades personales, como el trabajo y la escuela. Para la preparación y la colocación de las vigas, fue necesaria una semana de trabajo, porque fue necesario retirar el techo anterior, además dar la pendiente requerida al techo para el escurrimiento de aguas de lluvia y la preparación para la colocación de vigas metálicas. La colocación de las vigas es muy sencilla mediante la elección del material, debido a que las dimensiones de las vigas metálicas que se colocan pesan 4.46 k/ml, cada uno pesaba aproximadamente 14 kilos, lo que facilitó su instalación.
2. Cada componente Domozed pesa, un promedio, de 25 kilos, lo que también facilitó relativamente su colocación, pues el propio albañil colocó los componentes con su ayudante pasándolos por debajo.
3. Se observó que los participantes no tenían confianza para caminar sobre las piezas Domozed, debido a la apariencia frágil por el espesor de 2.5 cm. Apenas caminaron con un poco más de confianza cuando se colocó la malla electrosoldada. El problema ocurrió después, porque se olvidaron de la fragilidad de las piezas y, al caminar cargando el recipiente de concreto y dejándolo caer sobre la pieza, por lo que algunas piezas se fisuraron llegando una a fracturarse y cayó sin ocasionar algún accidente. Sin embargo, el hecho mencionado produjo algunas piezas con fisuras que tuvieron

que permanecer de esa forma, porque se detectaron cuando revisamos el techo desde la parte inferior, como se muestra en la Figura 7.1, el gráfico C y la Figura 7.4.

4. Las partes fisuradas fueron fijadas por la capa compresión del recubrimiento de concreto y no representaron ningún riesgo, sin embargo, afectaron la estética.
  
5. El consumo de concreto para la capa de compresión fue aproximadamente del 60% de lo que se necesita para construir un techo de concreto armado, lo que representa una reducción significativa en relación con el precio, una vez que en lugar de 1.8 m<sup>3</sup> se utilizó 1.0 m<sup>3</sup>, que consumieron 9 sacos de cemento de 50 kg, además del uso de 12 m<sup>2</sup> de malla electro soldada y 3 kilos de alambre recocido.
  
6. Importante tener en cuenta que el sistema no utiliza ninguna cimbra para apoyar el concreto fresco, y que representa una gran ventaja, ya que después de la colocación de la capa de compresión, el espacio puede ser ocupado sin ningún problema, mientras que el sistema convencional de concreto armado requiere siete días para eliminar la cimbra, más allá de los días de cimbrar y descimbrar, lo que significa tener este espacio sin utilización por 10 días. No hace falta poner ningún aditivo para acelerar la curación del concreto.

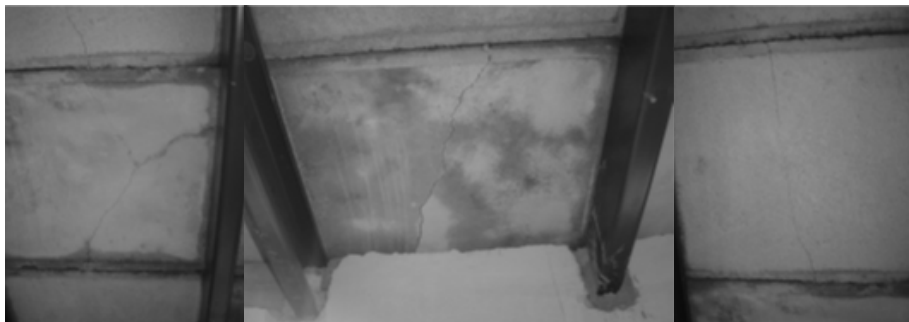


Figura 3.4. Fisuras producidas en el techo Domozed, durante la colocación de la capa de compresión superior.

Fuente: Castañeda Nolasco.



Figura 3.5. Espacio recubierto con el sistema Domozed, antes de colocar la capa de compresión, en la foto B, y después de colocar la capa de compresión, foto A y C.

Fuente: Castañeda Nolasco.

### 3.1.1.6. CONCLUSIÓN.

Los estudios sugieren que el sistema de techo Domozed tiene las siguientes ventajas:

1. El sistema se puede aplicar en un proceso de autoconstrucción asistida, debido a que los componentes pueden ser fabricados fácilmente después con una capacitación **mínima**, debido a que no requieren mano de obra especializada.
2. Es económico, ya que reduce significativamente el consumo de materiales, principalmente de concreto y acero, en comparación con el parámetro empleado.
3. No requiere la utilización de cimbra de madera o metal, que es una reducción considerable de mano de obra y los costos.
4. El espacio a ser cubierto puede ser utilizado inmediatamente, después de la colocación de la tapa de concreto de compresión.
5. Es importante destacar que se trata de un proceso en el que los componentes pueden ser prefabricados y almacenados durante el tiempo requerido, lo que permite la continuación constructiva que esta clase social practica desde la etapa de cimentación y paredes, pues al aspirar construir un techo de concreto armado, este proceso se detiene debido a que es un sistema que requiere una alta inversión en un corto período de tiempo, lo que es muy importante para la aplicación de la lógica constructiva, especialmente para aquellos que no tienen la posibilidad de invertir de esa manera.

Por estas razones, vemos la posibilidad de utilizarlo en el contexto de Tuxtla Gutiérrez, siempre y cuando se corrijan los errores presentados. Entre las principales carencias se deben de cumplir dos puntos:

1. Capacidad reducida contra impacto, lo que exige de atención al momento de colocar la capa de compresión.
2. El tamaño de las vigas, tanto de concreto que se recomienda en el manual, como de metal utilizado, está sobre dimensionado para esta separación entre vigas, condicionado por el tamaño de la pieza, por lo que se infiere que debe ser una pieza de mayor dimensión.

Sin embargo, se debe hacer un estudio para verificar la posibilidad de un nuevo tamaño, el impacto que tendría en otras variables en las que son ventajas en esta situación.

### **3.1.2. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE TECHO DOMOTEJ.**

#### **3.1.2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES PARA EL TECHO ADAPTADO DOMOTEJ.**

El objetivo de mejorar la transferencia inicialmente observada en el programa 10 x 10, nos llevó a definir el proceso de prefabricación del componentes Domotej, manteniendo siempre la necesidad de ser de fácil realización y con materiales posibles para adquirir en la localidad de realización, y en su conjunto a un costo menor que el sistema de techo convencional, en este caso

en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, siguiendo el consejo de Carlos González Lobo<sup>18</sup>, para generar procesos en los que no sólo los hombres, por su capacidad física natural, realicen el trabajo pesado, sino que también las mujeres puedan participar activamente, pues es recurrente que ellas estén encargadas y más preocupadas por la construcción de su vivienda.

### **3.1.2.2. EL COMPONENTE DE TECHO PARA VIVIENDA DOMOTEJ.**

En esta parte del trabajo se expone al proceso de construcción correspondiente al componente para techo Domotej, y del sistema de techo del prototipo de vivienda experimental construida en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, México, con el fin de evaluar la propuesta de techo.

Para mejorar la comprensión del grupo social con el que se trabajó posteriormente, se desarrolló un manual del proceso de construcción de toda la casa para ayudar a la transferencia de tecnología.

En primer lugar, se presenta los materiales utilizados para la construcción en general, que son fáciles de comprar en la localidad, especialmente en las zonas urbanas, condicionada por la cultura del contexto social constructivo. La figura 3.6 muestra los materiales industrializados que comúnmente se utilizan en la ciudad.

---

<sup>18</sup> En la conferencia que tuvo lugar en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, México.

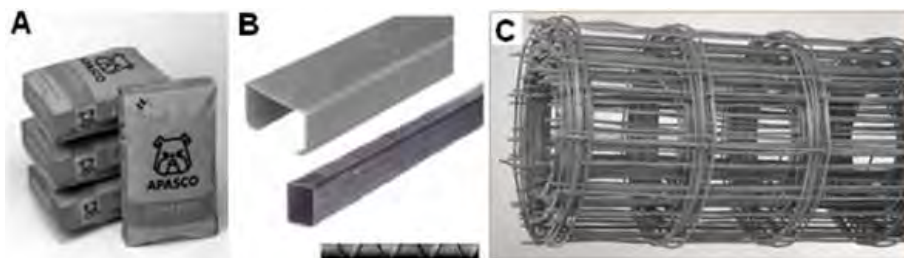


Figura 3.6. Materiales industriales, foto A, Cemento; foto B, perfil metálico para columnas y vigas, acero de 3/8" para reforzar las paredes con castillos; foto C, malla electro soldada para reforzar el techo de concreto de compresión.

Fuente: Imágenes tomadas de la página web de desarrolladores.

Los materiales artesanales que se utilizan en la construcción y se localizan en la localidad son el ladrillo rojo común, 125 x 260 x 50 mm y el ladrillo también en barro cocido, localmente llamado petatillo 130 x 260 x 25 mm (Figura 3.7). El primero se utiliza en las paredes de la casa y el segundo para la fabricación del componente de techo Domotej. Además de estos materiales, también se utilizaron agregados naturales: arena, grava y piedra de las tiendas de artículos de construcción local.



Figura 3.7. Materiales hechos a mano, foto A y C, Petatillo, y un ladrillo de 2,5 x 13 x 26 cm.; en la foto B, el ladrillo 5 cm, de espesor de las mismas dimensiones de ancho y largo.

Fuente: Castañeda Nolasco.

El componente de techo Domotej está diseñado para ser fabricado por un proceso de auto-construcción. Es una cúpula de base cuadrada, con una dimensión 980 mm x 980 mm, 35 mm de espesor y 60 mm de alto en el centro. Se hizo con los siguientes materiales: petatillo (ladrillo de arcilla cocido); alambre recocido, como refuerzo perimetral; cemento, arena y agua. Además requiere un molde compuesto de dos partes: una base cuadrada, que puede ser de madera, metal o plástico duro, y la cimbra de la cúpula, que fue propuesta con arena húmeda, pero puede ser fabricada con cemento y mortero de arena, metal, fibra, vidrio, plástico duro o cualquier material que permite poner los ladrillos con el fin de darles la forma de casquete. También requiere una película de plástico como apoyo en el proceso.

La herramienta necesaria en el caso de auto-construcción son: cuchara de albañil, llana, el molde, cubetas, pinza de corte, flexómetro y palas para revolver el mortero.

### **3.1.2.3. PREFABRICACIÓN DE LOS COMPONENTES PARA EL TECHO DOMOTEJ.**

- I. Requiere el uso de un molde para delimitar el perímetro de la base cuadrada, que puede ser de madera, metal o plástico duro, que se puede fabricar para el desarrollo de uno o más componentes de techo Domotej.

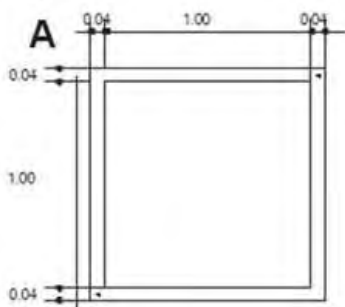


Figura 3.8. Foto A, cimbra de madera para el Domotej, en planta. En la foto B, forma de cimbra colocada sobre lona plástica para fabricar un Domotej.

Fuente: Castañeda Nolasco.

II. En el caso de un proceso de auto-construcción, se coloca el molde en una superficie limpia y nivelada, y llenarlo de arena formando una cúpula de 6 cm en el centro.

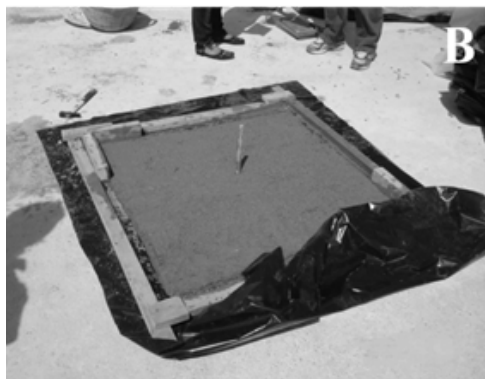
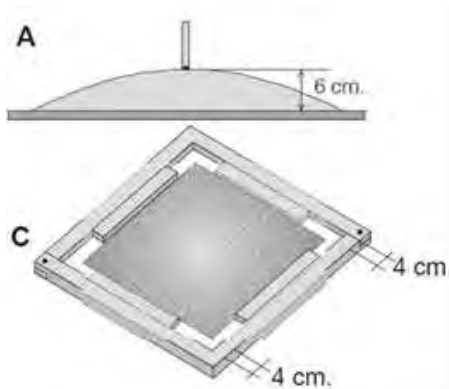


Figura 3.9. Foto A, cimbra de arena mojada para dar 6 cm de elevación al Domotej. Foto B, molde de madera con cimbra de arena colocada sobre lona plástica para fabricar un Domotej.

Fuente: Castañeda Nolasco.

- III. En un plástico se coloca arena con la forma del molde para el casquete con 6 cm de alto en la parte central. En los extremos se coloca un hilo de cualquier material resistente (alambre, cuerda, etc.) capaz de soportar el peso de la pieza para levantarla cuando esté fraguada.

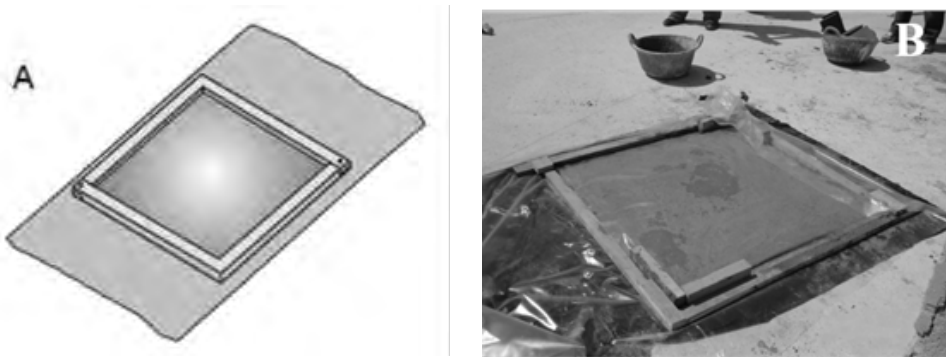


Figura 3.10. Foto A, forma para hacer el Domotej con plástico por encima. Foto B, molde de madera con la forma de arena colocada sobre la lona plástica para fabricar un Domotej.

Fuente: Castañeda Nolasco.

IV. Se coloca el petatillo dándole forma e iniciando en el centro con medio petatillo, como se muestra en la Figura 3.11.



Figura 3.11. Foto A, colocación de petatillo en forma de espiral empezando por el centro con medio petatillo, foto B, proceso de colocación de petatillo en un taller de transferencia en Guatemala, Foto C, colocación de petatillo en un taller de transferencia en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Fuente: Castañeda Nolasco.

V. Coloque el alambre recocido perimetralmente, trenzando tres hilos.

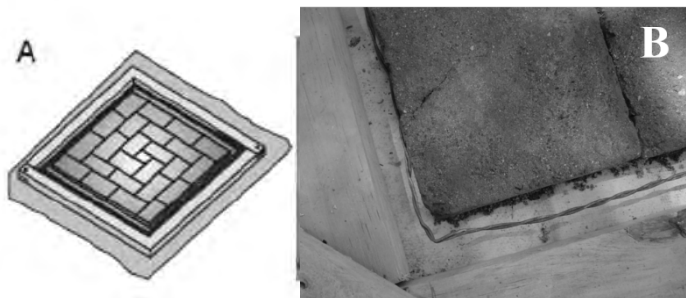


Figura 3.12. Foto A, colocación de alambre perimetral de tres hilos, Foto B, detalle de colocación del alambrito en el perímetro de Domotej.

Fuente: Castañeda Nolasco.

VI. Coloque mortero de cemento-arena en la proporción 1: 3 (6 latas de arena para una bolsa de cemento de 50 kilos) sobre el petatillo, con 1.00 cm de espesor, teniendo cuidado de que el perímetro de alambre esté completamente cubierto inicialmente.



Figura 3.13. Foto A, colocación de mortero cemento-arena 1:3 sobre el petatillo, foto B, Cubierta de 1.00 cm mortero con un espesor de 1 cm.

Fuente: Castañeda Nolasco.

VII. Posteriormente se retira la forma de madera, limpiándola para poder hacer otra pieza de Domotej.



Figura 3.14. Foto A, al terminar de colocar el mortero sobre el petatillo se retira la forma de madera, que se puede utilizar nuevamente. Foto B, la pieza Domotej completada en curación.

Fuente: Castañeda Nolasco.

VIII. Para que el mortero no pierda humedad durante el tiempo de curado, es importante cubrir la pieza con un plástico colocando sobre él algo pesado para que el viento no la levante.

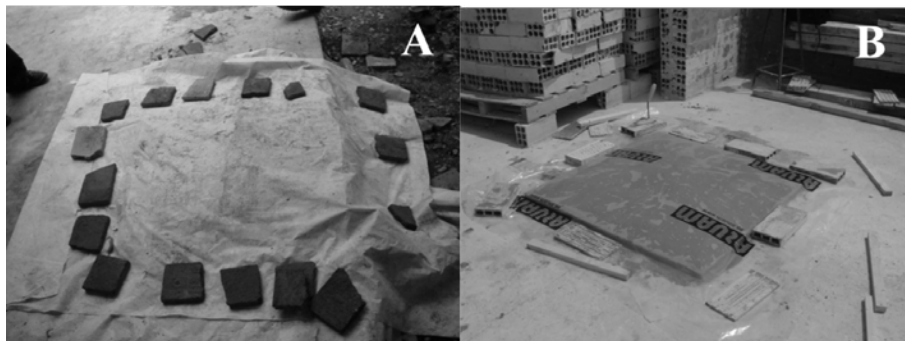


Figura 3.15. Fotos A y B, muestran la colocación de un plástico en la parte superior permitiendo su curado, ya que evita la deshidratación rápida y hace que sea posible levantar la pieza en 12 horas.

Fuente: Castañeda Nolasco.

- IX. Después de 12 horas se pueden levantar las partes y poner en una zona de sombra para seguir curando siempre apoyado verticalmente el uno del otro, para que no se resbalen y se rompan.

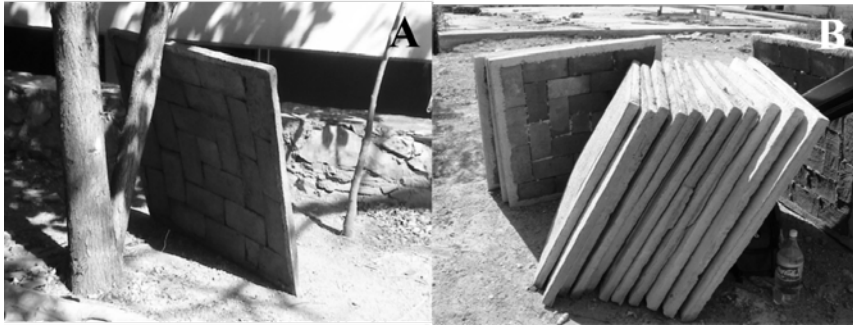


Figura 3.16. Fotos A y B, colocación de las piezas Domotej después de 12 horas, de preferencia en una zona con sombra y manteniendo un día más con humedad.

Fuente: Castañeda Nolasco.

- X. Debido al peso de cada pieza, entre 70 y 74 kilos, para moverla de un lugar a otro se necesitan dos personas, llevando la pieza con cuidado para no romperla, como se muestra en la Figura 3.17.



Figura 3.17. Fotos A y B, muestran cómo cargar las piezas Domotej, preferentemente la pieza debe estar en posición vertical.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Es importante mencionar que la fabricación a pequeña escala de las piezas Domotej puede ser más ágil, considerando un proceso, como se muestra a continuación.



Figura 3.18. Fotos A y B muestran cómo fabricar las piezas Domotej en serie, permitiendo la optimización del tiempo, sin la necesidad de mano de obra calificada.

Fuente: Castañeda Nolasco.

### 3.1.2.4. RESULTADOS.

- I. La fabricación de componentes para el techo Domotej, no fue un problema, porque fue hecho por todas las personas que se les ha enseñado y el proceso permite que una sola persona pueda realizarla, sin la necesidad de ayudante.
  
- II. Para lograr la fabricación de los componentes individuales sólo se requiere un molde de superficie plana, plástico, arena o tierra y moldes de madera o de otro material disponible.
  
- III. Es importante destacar que un Domotej equivalente prácticamente al área de 3 piezas de Domozed. Esto se debe a la idea de optimizar el uso de vigas, reduciendo el número en el momento de la construcción del techo.
  
- IV. Aunque el molde propuesto para la auto-construcción de los componentes sea tierra o arena mojada, en el caso de la organización de una cooperativa o una pequeña unidad de producción puede hacerse con diferentes materiales, siempre y cuando se genere el molde que de la forma de casquete de base cuadrada pudiendo ser con: fibra de vidrio, plástico, etc., y llegando a optimizar el espacio de trabajo si se hacen pilas verticales de piezas prefabricadas en espera del tiempo de curado.
  
- V. Aunque se ha desarrollado un manual para enseñar a fabricar las piezas de Domotej, la enseñanza directa por alguien

que lo sabe es más eficiente para una persona que quiera aprender el proceso y luego repetirlo.

VI. El rendimiento se calculó en la fabricación de varias piezas Domotej para dar el seguimiento: para la primera parte de la producción, incluyendo el tiempo de instrucción y familiarización con los materiales fueron necesarias dos horas. Sin embargo, este tiempo es sólo el principio, porque después, cuando el proceso se ha aprendido y si usted tiene el material y el espacio necesario, una pareja requiere, en promedio, 15 minutos para la preparación de una pieza. Tenga en cuenta que esta vez, fue confirmado con la fabricación de varias piezas en un turno de ocho horas, lo que significa que la pareja va organizando los materiales necesarios, así como las porciones de arena húmeda y optimizando el tiempo utilizado para la preparación y aplicación del mortero en una vez en todas las piezas preparadas en la jornada de trabajo.

Con base en lo anterior, se calculó un rendimiento en el primer día de 24 piezas en ocho horas por una pareja, lo que equivale a fabricar 72 piezas de Domozed por el área de cobertura.

Sin embargo, cada parte debe quedar cubierta con plástico durante 12 horas para no perder humedad y endurecer correctamente. Descontando el momento de la recogida de las piezas hechas en el día anterior, se consume tiempo y se reduce el rendimiento, pero se necesita el primer día para hacer moldes antes de poder poner los petatillos, para el segundo día una vez que las piezas se levantaron, los moldes son totalmente utilizables. Eventualmente algunos de los moldes deben ser hechos de nuevo o mejorados porque se pueden deformar al levantar las piezas,

pero el rendimiento no se ve afectado cuando se integra en el cálculo de la producción de una semana. Por lo tanto, de acuerdo con el contexto social, se define que el rendimiento es de 16 piezas para una jornada de ocho horas para dos personas con mano de obra no calificada. Lo que equivale a preparar 48 piezas de Domozed en el mismo tiempo, eso implica un rendimiento tres veces mayor.

VII. El punto anterior es importante si pudiera fundar una pequeña empresa o cooperativa, sin embargo este rendimiento también ofrecen la posibilidad de tiempo de descanso para auto constructores, pues al contar con poco recurso, pueden producir las piezas poco a poco.

VIII. El consumo de materiales es fácil de controlar. Para la fabricación de una pieza de Domotej se requieren 24 piezas y media de petatillo, 18 litros de arena, una sexta parte de bolsa de cemento, equivalente a 8,33 kg, igual a 4,17 kg menos de lo que consume la fabricación de un Domozed, 12.5 m de alambrito recocido, y 12 litros de agua, no se genera materiales de desecho ni desperdicios.

### **3.1.2.5. PROCESO CONSTRUCTIVO DE TECHO DOMOTEJ.**

Aunque para la preparación del techo Domotej se ha construido un prototipo de vivienda experimental. En este subcapítulo se expondrá únicamente los procedimientos constructivos del techo.

El techo se construye en una casa diseñada para albergar a una familia. De acuerdo con las políticas del Instituto de Vivienda del gobierno del Estado de Chiapas anterior, pues sólo se aceptaban propuestas de viviendas de bajo costo de no más de 36 m<sup>2</sup> de construcción.

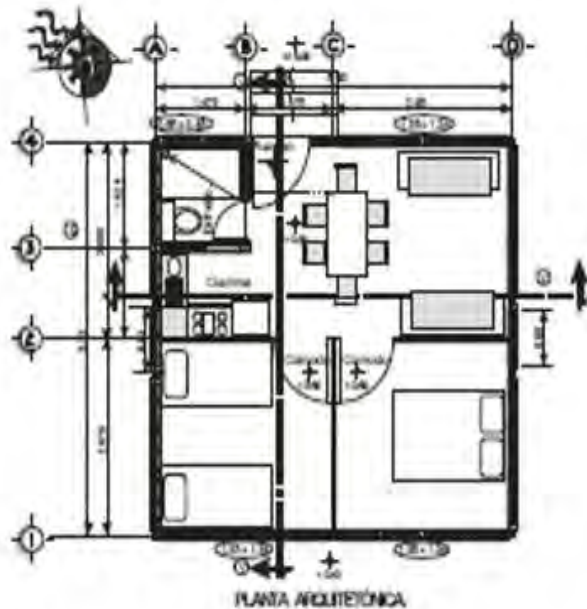


Figura 3.19. Planta arquitectónica del prototipo experimental

Fuente: Castañeda Nolasco.

El techo fue colocado sobre una estructura metálica de perfil Montén, o perfil “C”, de 5 cm de ancho por 15 cm de peralte y de calibre 14, con base en el análisis estructural con el que se revisó su buen funcionamiento, con una separación de 100 cm, entre ejes como se muestra en la Figura 3.20.



Figura 3.20. Estructura del prototipo experimental.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Las piezas Domotej tienen un peso de entre 70 y 74 kg, lo que requiere necesariamente dos hombres para poder manipular las piezas. Cumpliendo con lo establecido en toda América Latina, con el acuerdo que los componentes de autoconstrucción no deben pesar más de 90 kg con el fin de trabajar con ellos sin la necesidad de utilizar un equipo especial.

En el caso del prototipo de la UNACH, se colocaron componentes de techo manualmente, con el trabajo de 4 personas que mediante el apoyo de bancos de madera y andamios, levantaron las piezas para ponerlas en el lugar correcto, como se muestra en la Figura 3.21.

El proceso de colocación para un techo con aleros como el que se construyó en la UNACH, se debe empezar con poner la primera pieza en el extremo inferior y luego colocar las siguientes piezas de manera ascendente, con el fin de evitar que se deslicen hacia abajo, ya que en el extremo inferior de la viga se debe

soldar un ángulo de metal que sirve de soporte para sostiene el empuje de la primera pieza y del total sobre la primera.



Figura 3.21. Colocación de componentes techo Domotej sin la necesidad de equipos especiales

Fuente: Castañeda Nolasco.

Una vez colocados todos los componentes Domotej, se coloca una malla electro-soldada y se amarra con alambre recocido a las anclas soldadas a la viga metálica para reducir el esfuerzo cortante. Posteriormente se coloca una capa de compresión de concreto de 3 cm de espesor, medido en la parte más alta de la cúpula. Para mejorar la resistencia a las posibles filtraciones, se coloca en la mezcla de concreto un impermeabilizante integral,

que no afecte a la malla de acero, una vez que se colocó el concreto se debe cubrir con plástico para evitar la pérdida rápida de humedad, para evitar estar colocando agua constantemente, durante el fraguado de la capa de compresión.

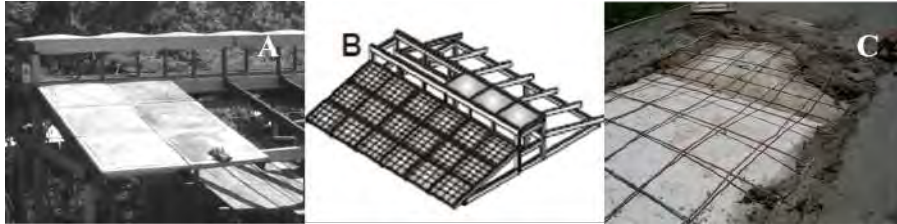


Figura 3.22. Refuerzo de acero con malla electrosoldada en la capa de compresión sobre Domotej

Fuente: Castañeda Nolasco.

### 3.1.2.6. RESULTADOS.

- I. En el proceso de construcción no se trabajó un proceso de auto-construcción, como en el caso de la construcción de techo Domozed. En este caso, se contrató la mano de obra, debido a que fue un prototipo experimental dentro del área de la Universidad.
  
- II. Se construyó hasta un límite máximo de 44 m<sup>2</sup>, con mano de obra contratada. Se hicieron 42 piezas de Domotej, incluidos los volados para la evacuación de aguas pluviales.

- III. Cada componente Domotej pesaba entre 70 y 74 kg. Por lo tanto no se necesitó equipo especializado para su manipulación y colocación.
- IV. En este caso, no hubo ningún problema al caminar sobre las piezas, como sucedió en al caminar sobre las piezas del techo Domozed. Debido a su mayor consistencia sólida, los trabajadores confiaron trabajar sobre las piezas antes de la colocación de la malla.
- V. No hubo situación de inseguridad, o fisura que apareciera en alguna pieza debido a algún manejo inadecuado del concreto al colocarlo en la capa de compresión.
- VI. El consumo de cemento por la cubierta de compresión fue de aproximadamente el 60% de lo que se necesita para construir un techo convencional de concreto armado, que representa una reducción mayor en el caso de Domozed, que también tiene un impacto en el precio del techo debido a la reducción del consumo de materiales.
- VII. Tenga en cuenta que el sistema no utiliza ninguna cimbra o andamio, más que la frontera para colocar el concreto de la capa de compresión, de la misma manera que se percibe como una gran ventaja el hecho de que, después de la colocación de la capa de compresión, el espacio bajo techo puede ser utilizado o trabajar en los acabados, sin ningún problema, mientras que en el sistema convencional de concreto armado requiere siete días, por lo menos, para la liberación de dicho espacio, además de días de colocación y retirada del andamio y cimbra de soporte, lo que significa que en el caso de una losa de concreto convencional, este espacio no

se utiliza durante 10 días. Esto sin colocar ningún aditivo para acelerar el fraguado del concreto.

- I. Se reduce la cantidad de mano de obra, tanto para la colocación y después para quitar la cimbra.

VIII.

- IX. Otra ventaja es que el sistema de techo Domotej, no requiere acabado final porque el ladrillo aparente funciona bien estéticamente, y culturalmente es aceptado, lo que también tiene un impacto sobre el precio máximo final.

- X. En la capa de compresión de concreto se colocó un aditivo para la impermeabilización integral, dándole un acabado exterior con el fin de percibirlo como cualquier otro techo comúnmente utilizado de concreto armado.

### **3.1.2.7. CONCLUSIÓN.**

Los resultados del análisis del sistema de techo Domotej sugieren las siguientes ventajas:

1. Este sistema es práctico para ser aplicado en un proceso de autoconstrucción asistida, porque los componentes se pueden fabricar fácilmente después de una **mínima** capacitación ya que no requieren mano de obra especializada.
2. Es económico, ya que reduce significativamente el consumo de materiales, en particular cemento y acero, en compara-

ción con el sistema de techo más utilizado en el contexto de estudio, la losa de concreto armado.

3. No requiere el uso de cimbra ni andamios, lo que resulta en una reducción considerable de mano de obra y el costo.
4. El área bajo la cubierta puede ser utilizada inmediatamente después de la colocación de la tapa de compresión.
5. Es importante tener en cuenta que este es un proceso en el que los componentes pueden ser prefabricados y almacenados el tiempo que sea necesario, lo que permite la continuidad constructiva en la clase social para quien va dirigido el proyecto, quienes aspiran a construir un techo de concreto armado.
6. El Domotej tiene una gran capacidad de absorción de impactos. Incluso si no se tiene ningún estudio formal sobre este aspecto, en ningún momento se percibió una situación de desconfianza por los trabajadores o fisuras posteriores como fue en el caso de aplicación del Domozed.
7. El tamaño de las piezas Domotej condujo a mejoras en el funcionamiento de las vigas utilizadas, lo que aumenta el beneficio de costos más bajos.
8. Este sistema de techo integra las aspiraciones de la clase social objetivo, ya que utiliza materiales considerados representativos en el mejoramiento social, garantizando seguridad, mostrando una apariencia externa de un techo convencional

de concreto armado, mientras se mantiene una aceptable estética de la cultura contextual por herencia colonial donde el ladrillo aparente es importante y es práctico para realizar en un proceso de auto construcción asistida.

### **3.2. COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ELEMENTO DOMOTEJ.**

A continuación se describen los procedimientos utilizados para evaluar la resistencia estructural del Domotej, mediante el enfoque de carga distribuida uniformemente aplicada verticalmente.

#### **3.2.1. CONSTRUCCIÓN DEL ELEMENTO DOMOTEJ.**

En la figura 3.23 se muestra el procedimiento para la elaboración de los elementos que fueron probados y posteriormente son descritas las operaciones para su evaluación estructural a la que se sometió a la carga por medio de una prensa hidráulica (universal).

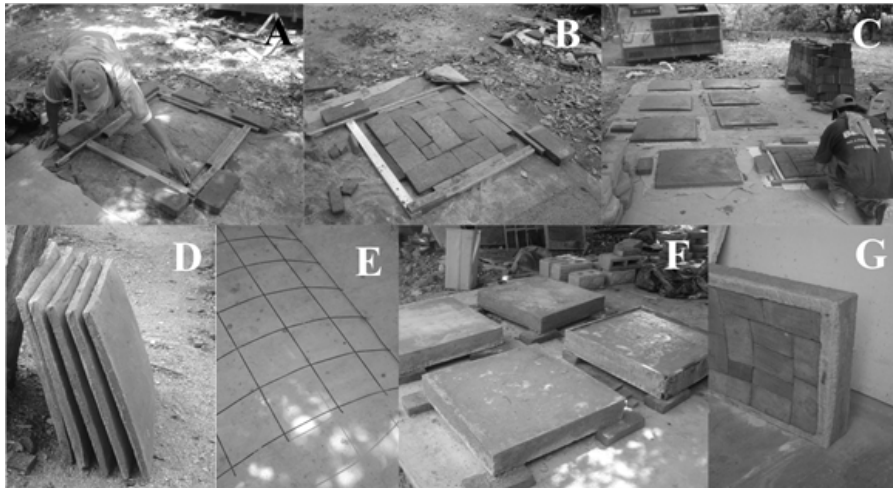


Figura 3.23. Construcción de elemento Domotej para ensayar. En la foto A, colocación de arena; en foto B, posicionamiento de ladrillos; en la foto C, Colocación del mortero; en la foto D, Componentes acabados; en la foto E y F, Colocación de armado de acero y capa de compresión; en la foto G, componente con capa de compresión colocada, listo para la prueba.

Fuente: Castañeda Nolasco.

### 3.2.2. CONSTITUCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL A PARTIR DEL COMOPONENTE DOMOTEJ.

El sistema desarrollado a partir de la asociación del Domotej con otros elementos resistentes, permite obtener un sistema estructural para utilizar en techos de azotea o entrepisos. El sistema desarrollado por lo tanto se construye a partir de cuatro componentes:

1. Viga autoportante que puede ser prefabricada de madera, acero o concreto armado y diseñado por el método convencional correspondiente.
2. Los componentes prefabricados que funcionan como “cimbra perdida”, denominados Domotej, es el resultado de la adaptación del componente Domozed, como fue presentado anteriormente.
3. Capa de compresión, compresión de concreto armado, colado *in situ* y que funciona como integrador de todos los componentes que conforman el sistema estructural del techo

4. Viga perimetral o de borde, también fabricada con los materiales antes mencionados, que deberá confinar las vigas autoportantes. En las figuras 3.24 y 3.25 se representan componentes Domotej sobre dos vigas autoportantes, que en este caso fueron de acero sección “C”. Aparece a la izquierda de la figura “A”, el componente situado sobre la armadura metálica y una pieza ancla soldada en el eje de la viga que tiene la función de garantizar la relación de la viga con la capa de compresión en la siguiente figura “B” se muestra la capa de compresión colocada.

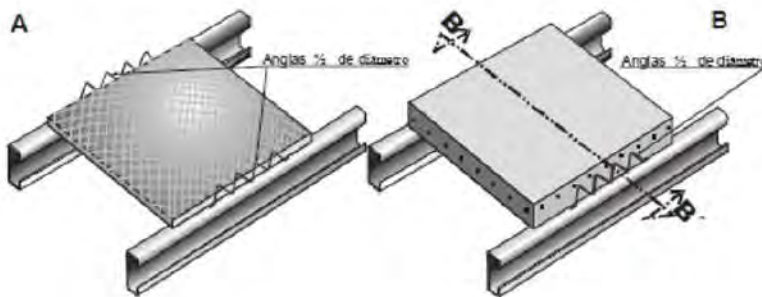


Figura 3.24. Posicionamiento de componente Domotej sobre viga de metal con y sin capa de compresión.

Fuente: Castañeda Nolasco.

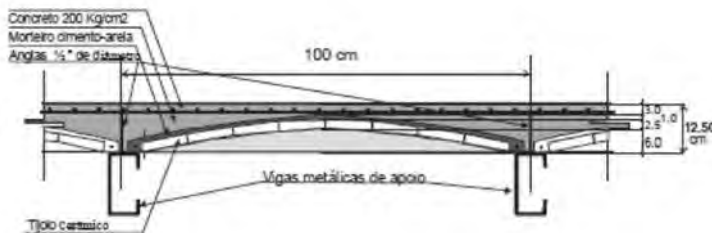


Figura 3.25. Sección transversal de Domotej, donde se muestra el anclaje entre la viga “C” y la capa de compresión.

Fuente: Castañeda Nolasco

El Domotej se produce en la forma de un cuadrado con un lado de 98 cm, que permite una separación entre con vigas, de 100 cm medidos entre ejes.

Hay una clara diferencia de Domotej con otros elementos comunes utilizados convencionalmente como bovedillas cerámicas, cemento y arena o materiales recuperables, que requieren una menor distancia entre las vigas, y lo que provocan el incremento del número de vigas necesarias para construir el techo del elemento de entrepiso o azotea.

El coherente funcionamiento estructural del Domotej se comprobó en el ensayo experimental, atendiendo las exigencias de la norma mexicana NMX-C-406-1997-ONNCCE “Industria de la construcción - sistema de vigueta y bovedilla y componentes prefabricados similares para losas –especificaciones y métodos de prueba”, que especifica lo siguiente:

- Los componentes (vigas) debe garantizar una continuidad estructural para que los sistemas de viga y losa y prefabricados similares se coloquen debidamente con sus anclajes apoyados sobre las vigas con un mínimo de 2 cm para los sistemas que son encapsulados por medio de capa de compresión y cuña, por la cual existe continuidad entre los materiales constituyentes; y 5 cm para los sistemas simplemente apoyados y sin cuña. (ONNCCE 2005)<sup>19</sup>

Dependiendo del tipo de material que se fabrica con el elemento de viga de soporte Domotej (en este caso una sección de viga de metal “C”), el anclaje está constituido por una barra

---

<sup>19</sup> Organismo Nacional de Normalización y certificación de la construcción y edificios, S. C.

de sección cuadrada de  $\frac{1}{2}$  pulgadas, soldada a la viga en forma dentada como se muestra en la Figura 3.24 Esta forma de anclaje permite la continuidad estructural para conectarla con el refuerzo de la armadura de acero y la tapa de compresión, con 2 cm suficientes para el apoyo del componente Domotej.

- Los componentes deben permitir, por su diseño geométrico adecuado, la penetración del concreto en los espacios entre los componentes del sistema estructural, es decir, entre el componente usado como cimbra perdida (domotej) y el elemento de soporte, en esta viga de acero caso sección “C”, en el lanzamiento del concreto, con la excepción de sistemas que no requieren sección de concreto con fines estructurales (ibíd.).
- El ángulo formado entre las caras del componente soportado sobre la viga debe ser inferior a 45, formando una cuña para mejorar el amarre con la compresión. Otra posibilidad sería dar una forma cóncava a la superficie lateral del componente para formar un bulbo a fin de aumentar el área de amarre. Esto no es necesario en el caso de la utilización de conectores metálicos tales como los utilizados en este sistema (ibíd.).
- La norma también específica que cuando los componentes utilizados como cimbra perdida están hechos de espuma de poliestireno u otro material ligero, deben ser protegidos de la acción del calor por medio de materiales incombustibles, aislantes o que retarden la acción del fuego, pueden ser aplicados directamente a la superficie de la losa o indirectamente con la construcción de un revestimiento de acuer-

do con las normas establecidas de construcción existentes (Ibid).

En este caso, el uso del componente Domotej permite la penetración de la capa de compresión de concreto, integrándola así con la viga por medio de conectores metálicos.

Debido a que el componente sólido Domotej se produce con ladrillos de arcilla recocidos y mortero cemento-arena, no es susceptible al ataque del fuego, eliminando el uso de materiales no combustibles o de aislamiento para su protección.

- La norma también especifica que el concreto utilizado en la obra debe tener una resistencia **mínima a la compresión de 19,6 Mpa** (200 kg / cm<sup>2</sup>), y el tamaño máximo de las partículas de agregado grueso 19 mm (3/4 “), y su vibración para asegurar la consolidación perfecta del concreto y la penetración entre los espacios presentes entre los componentes del sistema (ibíd.).

El sistema desarrollado cumple con los requisitos de la norma, pues permite la integración de la capa de compresión al sistema.

- La norma también especifica que el sistema de losas deben resistir todas las cargas del proyecto, exigidas por los reglamentos de construcción correspondientes a cada región del país. El sistema de losas debe ser capaz de soportar la carga total de proyecto, de acuerdo con los factores de carga establecidos en los reglamentos pertinentes de la región en la que se construyen los edificios. La deformación (flecha) del sistema de losas medida con relación al plano horizontal y la carga de servicio no deberá exceder de  $L / 360$ , donde L es la distancia entre los apoyos expresada en centímetros.

Para las cargas a largo plazo debe asegurarse de que la flecha atiende la deformación a largo plazo, especificada en el reglamento de construcción correspondiente (Ibid).

Debido al requisito antes mencionado, tal condición no depende de los componentes propuestos (Domotej), pero **sí de** las vigas portantes, las cuales deben ser calculadas de la manera convencional.

- La norma específica que las cargas mínimas de proyecto, sobre las losas para uso en vivienda deben soportar una carga concentrada de 981 N (100 kg) en el centro del claro de los elementos portantes (vigas, placas, etc.), o de 1471,5 N (150 kg) actuando a la mitad del claro libre de los elementos portantes (en sustitución de una carga uniformemente distribuida). En las oficinas y laboratorios las cargas anteriores serán de 1471,5 N (150 kg) y 4.905 N (500 kg), respectivamente. Para el estacionamiento de vehículos la carga aplicada debe ser 14 0,715 N (1,500 kg) en el punto más desfavorable. (Ibid).

La carga para apoyar la propuesta de la losa, si esto se utiliza en una vivienda, es ampliamente apoyada como se muestra en la tabla 7.1, que presenta resultados experimentales, también se reúne todo tipo de usos que la norma requiere (oficinas, laboratorios y estacionamiento).

- La norma también específica espesores mínimos de los elementos que componen el sistema: debe ser al menos  $L / 25$  y en los balcones (balcones) la extensión libre en equilibrio es  $L / 10$ . (Ibid).

Por la situación anterior propone vanos de 300 cm. porque el reglamento de construcciones de Tuxtla Gutiérrez, en el artículo 145, dice que el vano mínimo de un **área** habitable debe tener dimensiones de 270 cm x 270 cm, lo que a su vez es aceptado por Norma técnica de vivienda INFONAVIT.<sup>20</sup>

En el caso del espesor de la cubierta o entre pisos, considerando el mismo claro de 300 cm, y al ser dividido entre 25, nos da un espesor de 12 cm de sistema, que está cubierto por esta propuesta. Como se muestra en la figura 7.25 vista antes, que contenía sus características, dimensiones y materiales constituyentes, dando lugar a un espesor de 12.5 cm.

En el caso de los volados (Lv), los mismos 12,5 cm de espesor, pueden ser teóricamente utilizados hasta 125 cm de longitud, que prácticamente nunca sucederá porque en las casas de este tipo los volados **más comunes oscilan entre 0 y 60 cm.**

Según la misma NMX-C-406-1997-ONNCCE, la losa de compresión estándar o capa de compresión para el claro de una vivienda propuesta (300 cm) deben ser de 3 cm, cuando la estructura es de menos de 13 m de altura y con el apoyo de las paredes. Esto está totalmente cumplido por la propuesta, manteniéndose los 3 cm en la parte central del componente Domotej porque su geometría en forma de casquete incrementa el espesor de la cubierta mientras **más cerca de la viga de soporte** se encuentra. Ver Figura 3.25

---

<sup>20</sup> INFONAVIT (Instituto Nacional para el Fondo de la Vivienda de los Trabajadores) Esta norma reconoce y apoya el desarrollo urbano de los distintos lugares donde el INFONAVIT financia a los empleados para la compra de sus casas, viendo como una herramienta para ser servido en los proyectos, reglamentos, normas y leyes estatales y locales de desarrollo urbano, medio ambiente y la construcción, así como un mínimo de requisitos INFONAVIT que permitirá a los prestatarios que cuenten con una vivienda digna ([http://www.infonavit.gob.mx/inf\\_general/m\\_juridico/norma\\_tecnica\\_vivienda.shtml](http://www.infonavit.gob.mx/inf_general/m_juridico/norma_tecnica_vivienda.shtml), 2008.)

Teniendo en cuenta todo lo anterior y con base en la experimentación se demuestra que la cobertura propuesta y también la losa de entre piso es viable técnicamente y se pueden construir, por que cumple plenamente los requisitos con respecto a la resistencia estructural requerida por las normas, excediendo su capacidad resistente a las cargas que se producen en los techos de las casas, así como su uso ha hecho posible para otros usos, tales como oficinas, estacionamientos, etc., condiciones que han reducido su costo de construcción si se adopta este tipo de alternativa constructiva.

La resistencia obtenida experimentalmente, cuando se promueve el uso de este sistema para techos de viviendas, excede los requisitos de la norma (NMX-C-406-1997- ONNCCE) y podría ser optimizado con el fin de minimizar el consumo de material y por lo tanto el costo total de la construcción. Sin embargo, los estándares no permiten la reducción de las dimensiones del espesor total, la altura de la cubierta de compresión y la resistencia del concreto. Teniendo esto en cuenta, en este estudio permanecen reunidos todos los parámetros estándar, pero para los estudios futuros se puede proponer la optimización y desarrollo alternativo.

Por lo tanto, teniendo en cuenta los requisitos de esta norma, se permite utilizar el sistema desarrollado para diferentes opciones de uso. Para esto es necesario el diseño coherente y dimensionamiento de vigas en voladizo y la capa de compresión para cada uso específico.

### **3.2.3. MÉTODO DE EVALUACIÓN.**

Para la determinación del elemento de resistencia empleado en el sistema Domotej, se toma en cuenta la carga que el elemento soporta hasta la ocurrencia de la ruptura.

El equipo utilizado en este experimento consistió en una máquina universal de pruebas existentes en el laboratorio de la

Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma Chiapas (UNACH), marca Forney, modelo LT - 1150, compuesto con célula de carga con capacidad variando de 150, 75, 30, 15, 7,5 y 3 tf.

Fue necesario la reducción en el tamaño de la pieza de Domotej, esto debido a la distancia disponible entre las barras de la prensa. Así, los componentes experimentales analizados ahora tienen dimensiones de 700 mm x 700mm y sus dimensiones originales son 1000 mm x 1000 mm (ejes) para el montaje en las vigas de metal que forman el sistema desarrollado en el presente documento.

En la figura 3.26 está dispuesta la secuencia de operaciones para ejecutar la prueba con el prototipo.

### 3.2.4. ETAPAS DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO.

El elemento bajo prueba se colocó entre los bastidores de la prensa, en la mesa, teniendo el debido cuidado para obtener el apoyo sólo en sus bordes correspondiente al elemento (perfil “C” de la viga de metal). Los puntos de contacto entre el componente y la platina de una barra de sección circular de acero se colocaron con un diámetro de 12,7 mm, que tenía la función de servir como rótula.



Figura 3.26. En las fotos A y B se muestra la posición del elemento en la mesa sobre dos barras circulares para las rótulas.

Fuente: Castañeda Nolasco

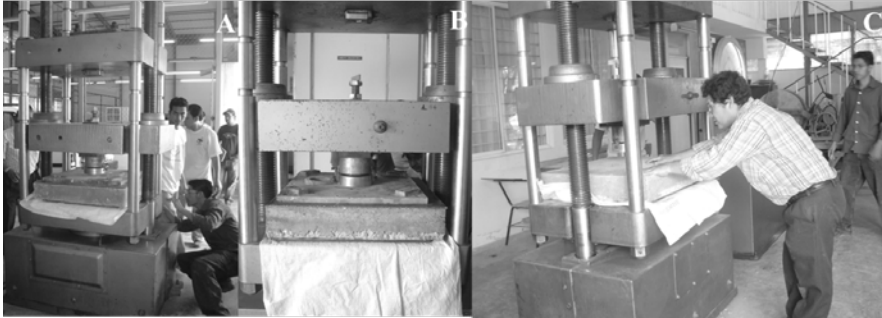


Figura 3.27. Secuencia componente de posicionamiento a ensayar, las imágenes A, B y C, muestran la colocación de la placa de acero de 1 pulgada de espesor para distribuir la carga de compresión

Fuente: Castañeda Nolasco

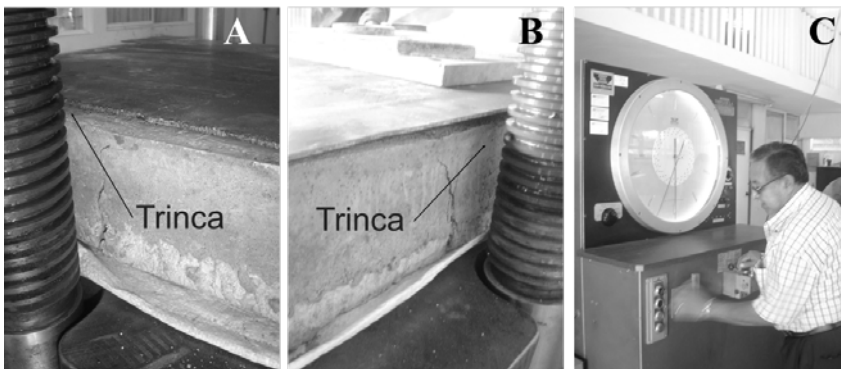


Figura 3.28. En las fotos A y B, se presenta el elemento después de la apertura de las primeras fisuras que surgen por la carga realizada.

Fuente: Castañeda Nolasco



Figura 3.29. Vista del Componente bajo prueba, con las fisuras y la sección de la rotura transversal que pasa por el centro del componente. Fotos A y B muestran la sección rota después de que el último elemento se sometió a carga en el ensayo.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Tabla 3.1: Resultados obtenidos en el ensayo estructural de compuestos experimentales.

Fuente: Castañeda Nolasco

Resultado de la prueba en los elementos de 75x75 cm					
	Dimen- siones del elemento 75x75 cm	Carga primera fisura (kgf)	momento de agrieta- miento (Kgf.m)	carga ruptura (Kgf)	Momento último (kgf.m)
	1	2.250	844	10.250	3.844
	2	1.750	656	9.000	3.375
	3	1.750	656	13.000	4.875
	4	3.000	1.125	10.000	3.750
	5	3.00	1.125	15.000	5.625
Sumatoria		11.750	4.407	57.250	21.469
Media		2.350	881	11.450	4.294

Tabla 7.2 Determinación de las cargas del tamaño del elemento de 100 cm x 100 cm

Fuente: Castañeda Nolasco

Resultados calculados sobre los elementos de 100x100 cm					
	Dimensiones del elemento 100x100 cm	Carga primera fisura (kgf)	momento de agrietamiento (Kgf.m)	carga ruptu- ra (Kgf)	Momento último (kgf.m)
	1	1,688	843.75	7,688	3844
	2	1,313	656.25	6,750	3375
	3	1,313	656.25	9,750	4875
	4	2,250	1125	7,500	3750
	5	2,250	1125	11,250	5625
Sumatoria		8.813	4406.25	42.938	21469
Media		1,763	881.25	8,588	4294

### 3.2.5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

En la realización de la prueba, mediante la aplicación de la carga vertical en la parte superior del componente Domotej, se puede ver que la ruptura del componente no se produce abruptamente. Se observa que aparece de una carga aplicada dada la formación de una grieta visible a simple vista, pero el componente permanece intacto.

Esto se puede ver en la Tabla 3.1, por medio de la formación de grietas de valores de carga, lo que corresponde a aproximadamente el 20% de la capacidad de carga de ruptura.

El refuerzo existente en el borde inferior del componente Domotej permite que la carga aplicada se incremente hasta el límite de su resistencia a la tracción.

Esta armadura se compone sólo de un alambre cuya función original era sólo para permitir el posicionamiento de transmisión y el componente durante el montaje.

En condiciones de trabajo, después de que el componente se ha colocado en las vigas de apoyo y la compresión aplicada a cubrir, esta armadura puede ser tomada en absoluto como parámetro debido a los componentes adyacentes, ya que, el Domotej proporciona resistencia a la tendencia de apertura horizontal del arco de la cúpula.

El comportamiento estructural del sistema constructivo que consiste en la losa compuesta por componentes Domotej muestra similitud con una losa nervada en un sentido.

Como contribución a la labor futura, la propuesta a desarrollar sería la prueba de todo un panel de losa montado a una cierta área, dicha prueba estaba fuera del alcance del presente trabajo.

### **3.2.6. CONCLUSIÓN.**

Se puede concluir, por lo tanto, que el análisis y comportamiento de los componentes probados por sí solo, es decir, de forma individual excede en un amplio margen a los requisitos reglamentarios, se debe suponer que el sistema en su conjunto ofrecerá una alta capacidad de carga en las zonas donde se encuentran las viviendas propuestas en este estudio.

### 3.3. EL PRECIO.

El precio variable en la construcción, es posiblemente uno de los más importantes para la población en general y más aún para la población de bajos ingresos, debido a sus condiciones de escasez de dinero, ya lograr una vivienda adecuada para el desarrollo de la familia es un problema complejo, por lo tanto, cuando a este sector una empresa le propone una alternativa para mejorar sus viviendas, la primera pregunta que hace es “¿cuánto?, ¿qué y el precio?” Con la justificación lógica de su situación económica.

Así que si nuestro objetivo es que la población acepte nuestra propuesta de techo y decida construir, es importante contar con datos que les den una respuesta real, no en tanto que sea relativa, debido a los factores que intervienen en un cálculo exacto.

Con base en lo anterior en este apartado se expone, con el fin de informar, el precio de los materiales utilizados en la fabricación de componentes Domotej y el techo en conjunto, derivando un precio por metro cuadrado que a su vez se compara con el precio en la misma situación, del techo más utilizado en el contexto del estudio, el techo de hormigón armado.

Para calcular el precio por m<sup>2</sup> de techo se consideraron los siguientes acuerdos:

1. El trabajo, aunque sí orientado, debería abordar tanto el precio de la mano de obra, como el costo directo, lo que significa, la obtención de los valores sin llegar al resultado del trabajo realizado, es para tener en cuenta el esfuerzo laboral. Más incluso al disfrutar de algún programa específico de la participación social.

2. El rendimiento del producto fue considerado por partes Domotej de 10 piezas por día, elaborados por dos trabajadores que ganan un salario integrado de 600 pesos diarios, lo que equivale a alrededor de \$ 30 dólares aproximadamente, este salario se refiere a dos trabajadores no calificados.

En el supuesto anterior se considera a 286,5 pesos por pieza del componente Domotej, equivalente a 14.32 dólares.

El primero no importa si no se puede comparar con el precio del sistema de techo convencional de concreto armado, que en el mismo precio directo por condiciones de m<sup>2</sup>, se calculó el costo de techo Domotej en \$700.00 pesos, equivalente a 35 dólares, mientras que el costo por m<sup>2</sup> del techo de concreto armado de 10 cm para vivienda de interés social es de \$1025.00, equivalente a 51.25 dólares, la diferencia es de 41.35 dólares. Casi un 30 % menos que el precio máximo al que aspiran a construir el grupo social en estudio, sin embargo, es importante tomar en consideración que los precios de los insumos en general, son dinámicos y constantemente están a la alza.

Es importante tener en cuenta que el objetivo no es obtener un menor precio, pero si un proceso constructivo que permite la construcción del techo en el tiempo y la incorporación de las variables incluidas en el presente estudio para aspirar a la aceptación social.

### **3.4. COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL SISTEMA DE TECHO “DOMOTEJ”.**

Según la clasificación de W. Koeppen (Ayllón, 1996), Tuxtla Gutiérrez está situado en una zona tropical con lluvias en verano, con Aw climático.

Sin embargo, gran parte del año se caracteriza por las altas temperaturas récord durante el día, llegando a casos excepcionales hasta  $42^{\circ}\text{C}$ . Para reforzar al autor anterior, Morillon produjo un mapa bioclimático de México, en el que muestra el calor en la mayor parte del país por un período más largo de siete meses, destacando a Chiapas y Yucatán en el suroeste, donde sólo en los meses de diciembre y enero se puede ver un pequeño cambio que puede causar frío (Morillon, 2005).

Por otro lado, en Tuxtla Gutiérrez, como en muchas ciudades del país tiene observado un alarmante crecimiento urbano en las últimas décadas, con una notable reducción de la superficie cubierta por la vegetación, mediante el aumento de la construcción de diferentes tipos de edificios, aumento de la superficie de la tierra cubierta por el hormigón (asfalto hidráulico) en calles, parques, jardines y techos, etcétera, a lo que presupone una mayor temperatura escala microclima en estas zonas de la ciudad en general y en edificios particulares, el almacenamiento de energía radiante durante el día y en la noche.

En Tuxtla Gutiérrez, en el período de primavera, un sistema de cubierta de concreto armado, comúnmente utilizado en los hogares, de acuerdo con las mediciones experimentales (Castañeda y ARGUELLO, 2005 CRUZ et. al., 2006) alcanzó una temperatura de la superficie de  $45^{\circ}\text{C}$ , cuando la temperatura exterior era de  $37^{\circ}\text{C}$  y sin ningún sistema activo o pasivo para la mejora de las condiciones térmicas en el interior del edificio, la temperatura del aire interior alcanza  $35^{\circ}\text{C}$ , manteniendo esta temperatura durante 12 horas por encima de  $30^{\circ}\text{C}$  a partir del mediodía. La temperatura puede ser considerada como un límite en relación a los problemas metabólicos humanos por el estrés térmico, mientras que se mantiene la temperatura de la piel entre  $31$  y  $34^{\circ}\text{C}$  (AULICIEMS y Szokolay, 1997).

Por lo tanto, se entiende que las personas que habitan en los sistemas de techado de concreto armado y sin ningún tipo de protección contra la luz solar directa, sufren estrés térmico

que, con el tiempo, puede afectar no sólo a su comportamiento o el rendimiento físico, sino también su salud. Además de estos factores, se debe hacer una utilización de medios mecánicos de climatización artificial, o que no impacten en el aumento de consumo de energía eléctrica, con efectos económicos negativos.

A través de lo anterior, este trabajo provino del sistema de análisis térmico de la cobertura en concreto armado, teniendo en cuenta los resultados como un parámetro para mejorar a través de la propuesta de un sistema de cobertura alternativa que reduce la penetración de calor radiante en la habitación, la comparación de la temperatura de la superficie interior de los dos sistemas mencionados, con el fin de demostrar la eficiencia de la propuesta presentada.

### **3.4.1. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### a. Análisis Climático.

Para el desarrollo del trabajo experimental que tiene como objetivo central la comparación de la temperatura de la superficie de los dos sistemas de techos: concreto armado y “Domotej”, se determinó un período representativo de calor por identificación de la época más calurosa en el contexto de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, basado en el análisis de la norma climatológica (1951-1980), con la que se determinó como el período de estudio desde mediados de abril hasta mediados de mayo, que componen un periodo con temperaturas altas durante el año, como se muestra en la Figura 3.30.

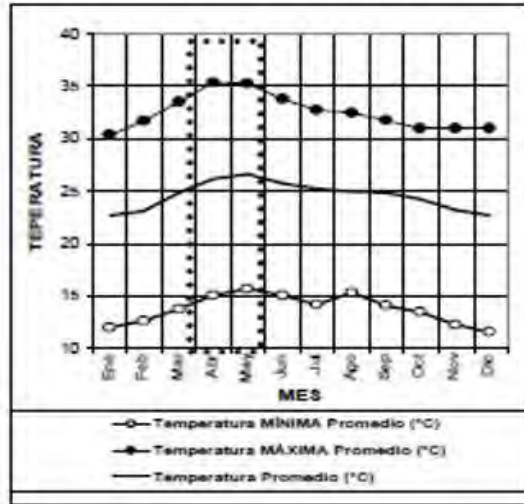


Figura 3.30. Climatológica estándar de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 1951-1980.

Fuente: Castañeda Nolasco, con base en datos obtenidos del Sistema Meteorológico Nacional.

Con base a la Norma climatológica y con el apoyo de la teoría de Climatología Dinámica (Vecchia, 1997), se determinó que el período del 15 de abril al 15 mayo de 2006 es el tiempo para el desarrollo del experimento como se muestra en la figura 3.31 durante el cual se define un período representativo de calor, dominado por la masa de aire caliente, que observa el ritmo climático (Monteiro, 1971).

El período de referencia fue del 2 al 12 de mayo de 2006, como se muestra en la figura 3.32, durante el cual se registraron las temperaturas de aire más altas en 2006, aunque el 10 de mayo fue el día más caluroso del año en Tuxtla Gutiérrez, alcanzando  $38,77^{\circ}\text{C}$ . Se definió como día experimental típico (Vecchia,

1997) el 7 de mayo debido a que ha demostrado  $36,13^{\circ}\text{C}$  de temperatura máxima, superando sólo a  $1^{\circ}\text{C}$  la temperatura media máxima de la norma climatológica de Tuxtla Gutiérrez, de 1951-1980, que alcanzó los  $35^{\circ}\text{C}$ . Por lo tanto, la temperatura del 07 de mayo puede ser considerada como la más susceptible al período de calor en Tuxtla Gutiérrez, lo que justifica la elección de este día para el experimento.

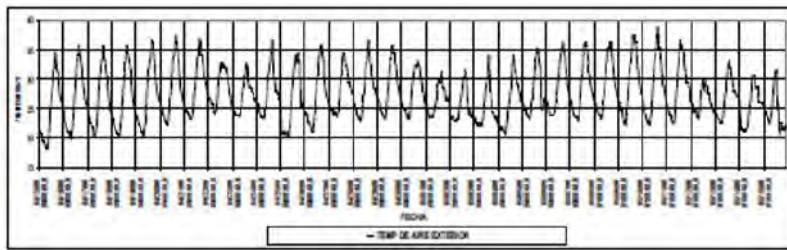


Figura 3.31. Período más caliente del año 2006, del 15 de abril al 15 de mayo.

Fuente: Castañeda Nolasco.

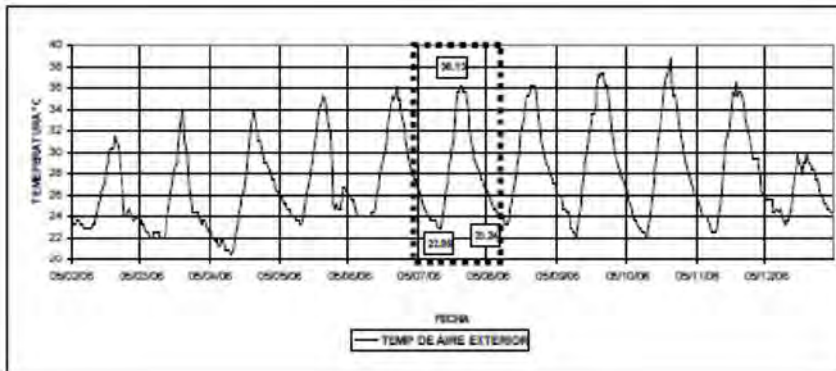


Figura 3.32. Período representativo de calor del 2-12 mayo, 2006, en el que se determina el día 7 como un día típico experimental.

b. Descripción de las tecnologías.

En Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, las cubiertas de las viviendas son construidas en hasta el 80% de los casos, con una placa de hormigón armado, por lo general con 10 cm de espesor fundido monolíticamente en su lugar (INEGI, 2005), que requiere inicialmente inversión considerada de entre 20% y 30% del costo total de casa (Castañeda, 2005). Este caso se aplica en todos los niveles socioeconómicos de la población, a pesar del alto precio de los materiales se explica por los conceptos predominantes de la seguridad y la durabilidad de la vivienda, incluidos los habitantes de zonas pobres que aspiran a construir su casa con esta tecnología, que se logra en un período de entre 15 a 20 años (Ibid).

El sistema de cubiertas en comparación durante el experimento en dos viviendas ocupadas construidas con paredes de ladrillos de 15 cm de espesor cubiertas con yeso de cemento-cal-arena, en ambos lados y en el interior, sin ser decisivo para el proceso comparativo, manteniendo dimensiones similares, ya que la cubierta es el componente significativamente diferente en las dos casas.

La cubierta de una losa monolítica de hormigón armado de 10 cm de espesor, compuesta de cemento, arena y grava, con una estructura de acero que puede ser con varilla corrugada 3/8" o malla electrosoldada para reducir las tensiones de tracción como se muestra en la figura 3.33

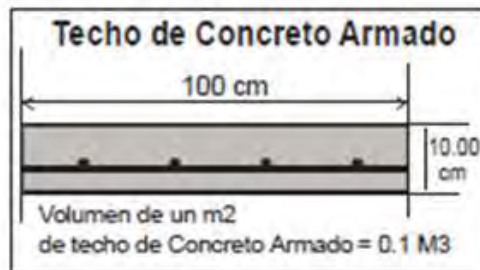


Figura 3.33. Cubierta de la sección esquemática en hormigón armado, con el cálculo de volumen de concreto en un techo  $m^2$ .

La propuesta de sistema de tecnología alternativa “Domotej” compuesta de partes prefabricadas con cúpula de base de forma cuadrada, que mide  $98 \times 98$  cm, preparada con 24,5 partes de ladrillo artesanal macizo de arcilla horneada de  $2,5 \times 12 \times 26$  cm con contacto directo entre sí, colocados en forma de espiral junto con una boquilla de llenado de mortero de 1 cm de espesor en una relación 1: 3 con un refuerzo perimetral de alambre recocido. La figura 7.34 presenta una parte del proceso de fabricación.



Figura 3.34. En las fotos A, B y C. Se muestra parte del proceso de fabricación de un componente del sistema de cubierta “Domotej” preparado en las instalaciones de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, México.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Es necesario explicar que, debido a que los componentes del sistema de techo “Domotej” son prefabricados en el suelo y solo se requiere una superficie plana que sirve de soporte para construir estos componentes, prácticamente no se genera residuo y se controla el manejo del material mediante la modulación de piezas de ladrillo macizo de 2,5 cm de espesor, donde la clave de la cúpula corresponde específicamente a un medio de una pieza.

Para el uso racional de cemento y arena, se controla la dosificación 1:3, para la fabricación de cada pieza.

El sistema de tecnologías propuesto que se evaluó fue construido como se muestra en la Figura 3.35. Las piezas prefabricadas se colocan en vigas metálicas, perfil monten (perfil “C”) de 5 cm x 10 cm de calibre 14, con 14 elementos de apoyo de metal de 2,5 cm. soldadas a las vigas a manera de anclase que permitirán la unión de la viga con la capa de compresión para reducir el esfuerzo cortante. Finalmente, el sistema se compone de un espesor de recubrimiento de 3 cm de concreto, medido en la cresta de cada cúpula reforzada con una malla de acero electrosoldada 6-6 / 4-4, como se muestra en la imagen 3.36.

Cabe resaltar que las superficies superiores de ambos sistemas de techo tienen el mismo acabado, tanto en rugosidad como en color.

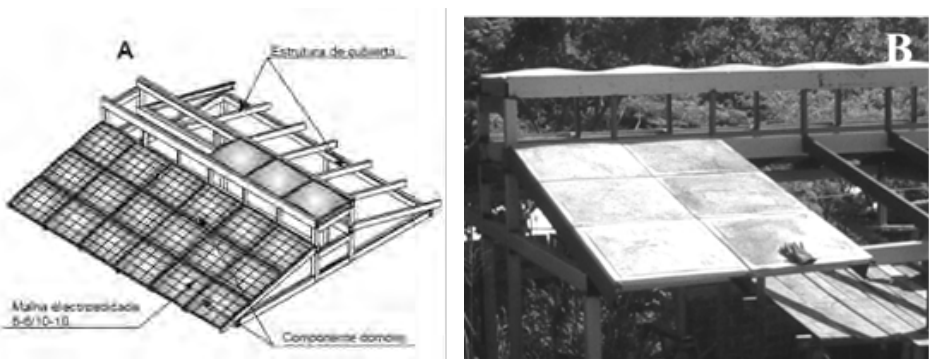


Figura 3.35. Los detalles del proceso de construcción del techo alternativo Domotej. En el gráfico se observa la colocación de la malla de refuerzo de acero en el recubrimiento de hormigón.

Fuente: Castañeda Nolasco.

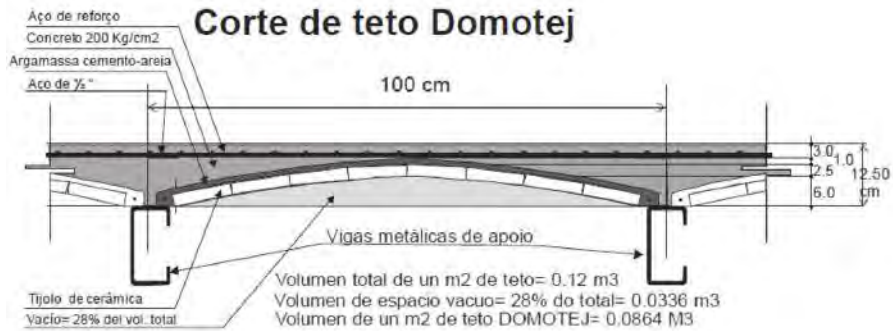


Figura 3:36. Corte de un metro cuadrado de techo Domotej. Los detalles gráficos muestran los componentes alternativos del sistema de techo.

Fuente: Castañeda Nolasco.

c. El equipo de medición.

El equipo de medición térmica utilizada fue de familias Hobo 8, interior y exterior como se muestra en la figura 3.37. El equipo fue programado para realizar registros continuos cada 20 segundos, en promedio cada media hora. La primera etapa del experimento se llevó a cabo del 15 de abril al 15 de mayo de 2006, como se informó anteriormente.

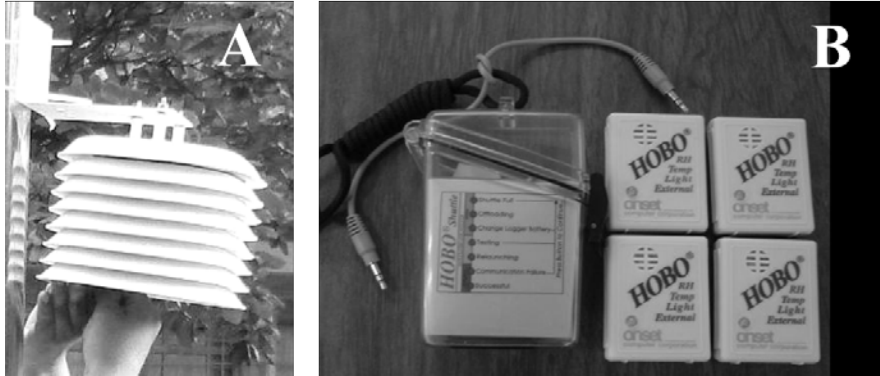


Figura 3:37. Equipo de registro térmico de calor automático familia HOBO 8. En la foto A, el sensor de registro de la temperatura del aire exterior con escudo contra la radiación solar, en la foto B el sensor para el registro de la temperatura interior.

Fuente: Castañeda Nolasco.

### 3.4.2. RESULTADOS INICIALES.

En el primer paso del experimento se obtuvieron los registros térmicos que se muestran en la figura 3.38, realizado durante el día 07 de mayo de 2006, definido como día típico experimental (Vecchia, 1997). La cifra presentada es comparable al comportamiento térmico de los dos sistemas de techos: Domotej y concreto armado. Se tomó como límites máximos aceptables  $30^{\circ}\text{C}$ ,  $1^{\circ}\text{C}$  por debajo de la temperatura de la superficie de la piel (Auliciems y Szokolay, 1997), mientras que cuando la cobertura pasa esta temperatura puede estar contribuyendo calor a los usuarios de la vivienda y, en consecuencia, se producen efectos negativos.

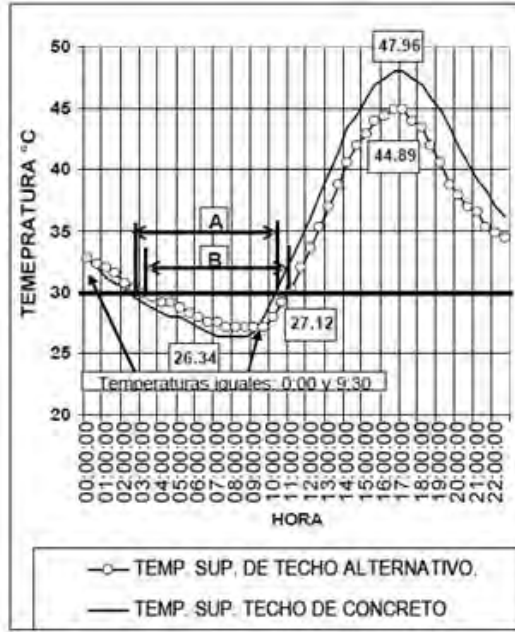


Figura 3.38. Temperaturas de la superficie interior del techo, gráficas comparativas de hormigón armado y techo Domotej, el día experimental típico 07 de mayo de 2006, en Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Los sistemas de tecnologías presentan temperaturas de la superficie interior iguales en dos ocasiones: a 0:00h, 32,76°C; y a las 9:30h, 27,12°C. Se produjo el primer momento en que la temperatura de la superficie de la capa de concreto disminuyó, presentando menor temperatura en la superficie cubierta por el sistema Domotej por 1 °C en las próximas 9 horas, hasta las 9:30h cuando el techo de concreto armado se emparejó y se dirige a la temperatura interna de la cubierta Domotej.

1. Las temperaturas de la superficie de los dos sistemas de techo llegaron a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con una diferencia de media hora, y la cubierta de concreto armado se calienta más rápido. Los dos sistemas permanecieron ocho horas en temperaturas inferiores a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con retraso de media hora como se observa en las magnitudes A y B de la figura 3.38. Las temperaturas de la superficie interior alcanzadas por los dos sistemas de techado excedieron  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 16 horas en comparación con el ciclo de la diferencia de media hora entre ellos, de las 10: 30h hasta 2: 30pm el día siguiente, en el caso de techos de concreto; y de 11: 00h hasta las 3: 00h al día siguiente.
2. En ambos sistemas de techo se observó la captación de energía solar desde las 9:00h, en la azotea de concreto; y desde las 9: 30h, en la cubierta Domotej.
3. En la misma comparación, se observó que los dos sistemas de techo alcanzan una temperatura máxima a las 17: 00h, con el sistema alternativo de cubierta menos  $3,07\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $44,89\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) que el sistema de cubierta de concreto armado ( $47,96\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

### 7.4.3. DISCUSIÓN.

En los resultados se observaron dos variables más importantes para el experimento en favor del sistema de cubierta Domotej: el retraso térmico de media hora y la disminución de la temperatura superficial de  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

La inercia térmica obtenida por el sistema de cubierta alternativa puede ser atribuida a la diferencia de los materiales que componen los dos sistemas, y que el volumen en el caso de

Domotej es inferior en 13%. El Domotej se compone de dos materiales: mortero y ladrillos cocidos, mientras que el sistema de concreto armado se compone de cemento y acero. El factor de conductividad térmica del material también es diferente.

En el caso de Domotej: 0,530 W / mK para el mortero y 0,814 W / mK para el ladrillo, en el caso del concreto armado: 1,750 W / mK<sup>21</sup> para el concreto y 50 W / mK para el acero (González, 1997), la adición de la geometría utilizada en el Domotej admite una colocación de arcilla cocida, lo que permite la reducción de la forma de bóveda de ladrillo el volumen de cemento utilizado. De lo anterior, se entiende que el calor radiante exterior no entra a la misma velocidad en ambos sistemas, favoreciendo al Domotej. En el caso de la diferencia en la amplitud térmica, un poco más de 3 °C a favor del Domotej, también está relacionado con los materiales utilizados, ya que cada material tiene diferente capacidad de almacenamiento de calor (calor específico) cuando se relacionan directamente con el volumen de cubierta (calor específico volumétrico) definiéndose la cantidad total de calor que es capaz de almacenar, lo que se observa con la diferencia registrada entre los dos sistemas de techo, obteniendo el máximo calentamiento a las 17:00 h.

A partir de estas observaciones y al demostrar que la diferencia en el rendimiento térmico obtenido con el sistema de cubierta Domotej es pequeño, sólo 3 °C en comparación con el sistema de cubierta de concreto armado se decidió añadir una capa de vegetación sobre un sustrato de tierra de 10 cm de espesor, como se muestra en la Figura 3.39 y 3.40, con el fin de establecer un techo verde, sobre el sistema Domotej, debido al hecho de que el techo verde combina los dos efectos térmicos:

---

<sup>21</sup> A vatios por metro kelvin W / (m · K) y la conductividad térmica de un cuerpo isotrópico homogéneo, que une en una de diferencia de temperatura entre la zona de kelvin dos planos paralelos de 1 metro cuadrado distante y 1 metro entre estos produce planea un flujo térmico de 1 vatio.

sombreado de superficie y aumento de la masa térmica por el espesor del sustrato (VECCHIA, y Castañeda Quiroa, 2006).

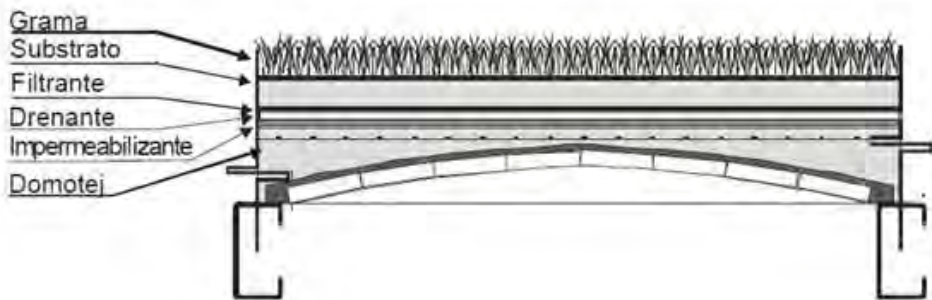


Figura 3.39. Corte esquemático de techo verde, adaptado a las condiciones de Tuxtla

Gutiérrez, Chiapas, teniendo como base de soporte del sistema Domotej.

Fuente: Castañeda Nolasco.



Figura 3.40. Sistemas de techo Domotej antes (foto A) y después (foto B) de complementar el techo verde, construido en un terreno de la Facultad de Arquitectura, UNACH.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Debido a la cubierta verde construida sobre el techo Domotej, se determinó un segundo día experimental, que fue el 19 de mayo, con una temperatura máxima de 33,59 °C, sólo 1,4 °C por debajo de la media máxima de la norma climatológica de Tuxtla Gutiérrez, ya que esta temperatura es común durante la temporada de calor en la localidad.

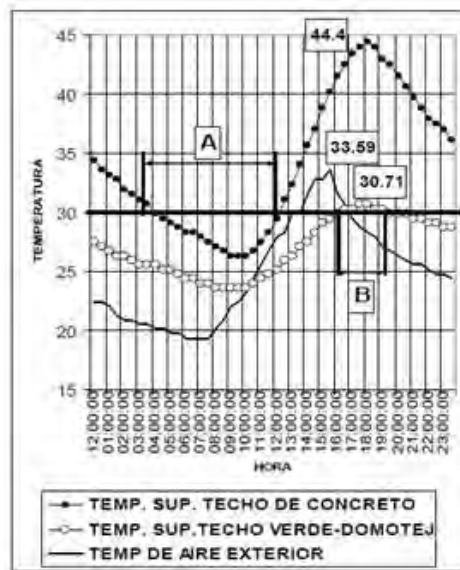


Figura 3.41. Comparación de las temperaturas superficiales de Green Roof-Domotej (TVD), con el techo de hormigón (TC) el 19 de mayo de 2006.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Basándose en los datos mostrados en la Figura 3.41, se observó una amplia diferencia entre el comportamiento térmico del techo verde-Domotej (TVD) y el techo de concreto (TC), principalmente en dos partes: la primera, de las temperaturas máximas, la diferencia es de hasta 13,69 °C; y segundo, para comparar con el parámetro de 30 °C, se observó que la TVD sólo supera este límite durante 3 horas (dimensión B), 16: 30h a 19: 30h, alcanzando

una temperatura máxima de  $30,7^{\circ}\text{C}$  a las 18:00h. En contraste, la TC se mantuvo por encima del parámetro adoptado por 16 horas a partir de 12:00 - 4:00 h en el día siguiente (dimensión A), alcanzando una temperatura máxima de  $44,4^{\circ}\text{C}$  a 18:00, con una temperatura de  $13,69^{\circ}\text{C}$  máxima diferencia a favor de la TVD, y de manera similar, una ventaja muy significativa 13 horas por encima de  $30^{\circ}\text{C}$  para TC.

#### 3.4.4. CONCLUSIÓN.

Basado en el trabajo, las siguientes conclusiones se relacionan:

1. El sistema de cubierta de concreto armado, de uso común en Tuxtla Gutiérrez, contribuye significativamente al calentamiento interior de la vivienda, principalmente a través de calor radiante, debido a las características termofísicas de los materiales que lo constituyen (material pétreo y acero), su volumen y cargas térmicas del clima cálido del contexto analizado.
2. La contribución de un sistema de techo verde-Domotej, en la temperatura dentro de la casa en Tuxtla, es menor a la que ofrece la cubierta de concreto armado debido a sus materiales componentes y el volumen de los mismos.
3. A pesar de la demora y el sistema de amortiguación térmica obtenida con el sistema Domotej son convenientes para reducir su impacto en la temperatura dentro de la casa, lo que confirma el éxito de los objetivos iniciales de lo previsto, obteniendo una ventaja de  $3^{\circ}\text{C}$  no significativa, por

lo que se propuso un Techo Verde Domotej (TVD) para extender estos efectos.

4. Es importante destacar que la cubierta Domotej propuesta, se desarrolló teniendo en cuenta aspectos alternativos del contexto analizado, tales como: cultura de la construcción de la población, los materiales utilizados en la localidad y precios accesibles, ya que el Domotej es un sistema de cubierta que puede ser construido en la primera etapa, por un grupo social, puesto que, el sistema constructivo está basado en la prefabricación permitiendo una inversión gradual sin concentrarse en un tiempo como lo requiere el sistema de cubierta de concreto armado, pero con menos asistencia **técnica**, adaptándose a la posibilidad de autoconstrucción por grupos de ingreso social bajo.
5. La cubierta vegetal, es una opción adecuada para el contexto climático estudiado, y es presentado como una estrategia de mejora del sistema de cubierta Domotej, haciéndose enteramente posible que se construya en una segunda fase, lo que reduce la penetración de calor por la cubierta, y en consecuencia, mejora el confort térmico de los habitantes.

### **3.5. ACEPTACIÓN SOCIAL.**

La integración de las variables anteriores (proceso constructivo, la resistencia mecánica, el precio, la evaluación térmica) sirven para destacar las ventajas de las características de la tecnología Domotej propuesta, lo que ayuda a acercarse a la aceptación social del grupo de estudio, todo dependiendo de la priorización de las variables antes mencionadas, con base en la información de un grupo social. El trabajo se lleva a cabo a través del análisis de muestra piloto (estudiantes de arquitectura del curso, diseñado-

res y constructores, más allá del alcance del grupo social). Para captar la opinión de cada grupo social involucrado eran llevados a cabo diferentes acciones que se exponen a continuación.

### 3.5.1. LA ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES.

Con base en la metodología del ICE para evaluar las tecnologías para la vivienda social, debe capturarse la percepción de los involucrados en el problema, porque la metodología abarca desde los aspectos sociales en el entorno familiar, comunitario, el apoyo social y la propiedad, el más importante de nuestro trabajo la apropiación social de la tecnología para techos, basado en la transferencia de tecnología.

Apoyándonos en lo anterior, los estudiantes que participaron del último semestre de la carrera de arquitectura de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), guiaron la participación social del arquitecto a través de los proyectos finales de graduación y la aplicación de casos reales en el contexto social objetivo.

En apoyo a las respuestas de los estudiantes se ofreció a un número de individuos del campo profesional, a participar en el “Seminario de titulación: tecnologías alternativas para la construcción de ésta”<sup>22</sup> en el marco de las actividades de la Facultad de Arquitectura de la UNACH dirigido a estudiantes que no se habían titulado, pero contaban con más de 5 años de ejercicio profesional, una condición que debe demostrar para ser aceptado en este curso, formándose un grupo de 32 participantes.

---

<sup>22</sup> Para este seminario desarrollado un programa de aprendizaje que fue evaluada por el Consejo Técnico de la Facultad de Arquitectura y aprobado por la Secretaría Académica de la Universidad de los 32 participantes obtienen el título profesional, el seminario consta de 120 horas.

Con el apoyo de los participantes del seminario mencionado y la participación del grupo social de la colonia Ruiz Ferro, se evaluó la práctica de la última mitad del seminario a los estudiantes de arquitectura de la universidad (Titulación para el trabajo de desarrollo) con familias específicas, identificadas en el diagnóstico realizado en la colonia.

Para ello, se formaron tres equipos de trabajo, que contribuyeron como miembros de la sociedad acerca de la aceptación de la tecnología de techo Domotej: el “Seminario de titulación: tecnologías alternativas para la construcción” compuesto por 32 participantes, el equipo de 10 estudiantes y 10 familias de la colonia Ruiz Ferro, estos representados principalmente por las mujeres, al igual que las personas involucradas en este trabajo.

La participación de las familias involucradas fue elegir, dentro de un catálogo de tecnologías presentadas en un taller de transferencia de tecnología ofrecido para buscar los objetivos previstos, la tecnología más apropiada para que los estudiantes aprendieran a fabricar los componentes de la tecnología elegida, siempre con la aceptación de las familias participantes.

Es importante mencionar que las familias participantes son miembros de la Iglesia Católica, y por la organización que poseen, facilitó la participación. **Utilizamos esta organización** debido a las experiencias previas de los grupos donde no hay organización y donde los resultados no fueron positivos.

Aunque se hizo la evaluación de la aceptación social de la tecnología para cada grupo de actividades por separado, la investigación se relaciona, sobre todo de estudiantes con otros grupos en talleres para la transferencia de tecnología, dicho conocimiento sirvió para ampliar su punto de vista profesional como diseñadores de casas para 10 familias, que a su vez eran participantes activos en la realización de su diseño arquitectónico, que se muestra en la Figura 3.42.

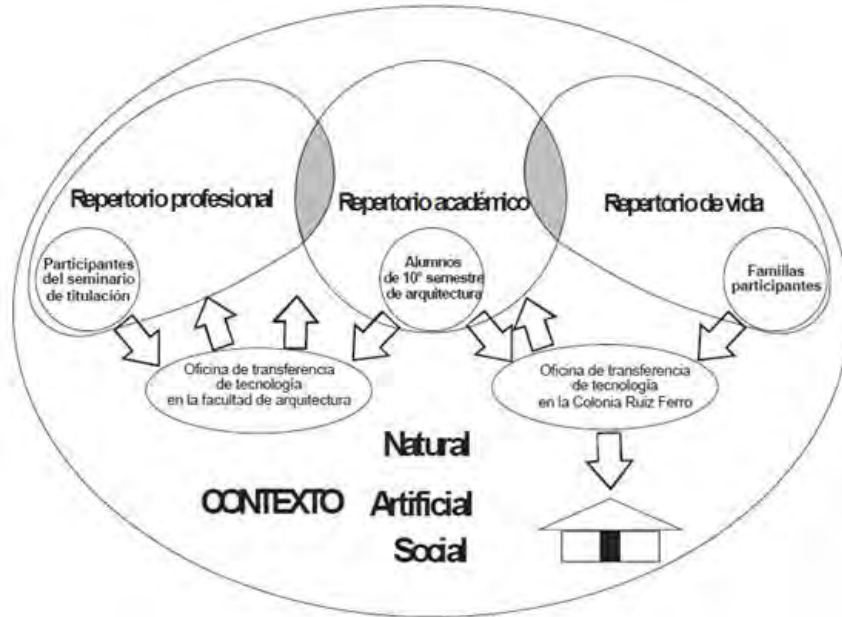


Fig. 3.42. Relación de los tres grupos que participan en la investigación

Fuente: Castañeda Nolasco.

La primera acción que se enseñaba a los estudiantes de posgrado, fueron 10 tecnologías constructivas dirigidas a los hogares de población de bajos ingresos, con el compromiso de enseñar a los participantes de las familias, en una segunda acción, con las tecnologías aprendidas por todos (estudiantes, diseñadores y futuros habitantes) se eligió en conjunto las que se consideran más conveniente de aplicar en el desarrollo de proyectos de vivienda para las familias involucradas, siempre con el objetivo de una posible auto-construcción asistida, y un crecimiento progresivo de la propuesta.

Las tecnologías que se enseñaron se exponen en la figura 3.43



Fig. 3.43. Tecnologías que se imparten en los talleres de transferencia de tecnología. Fotos: A, Dovela de ferrocemento, B- Bóveda de ferrocemento, C-placa losa y techo térmico, D, Bóveda con cimbra deslizable. E-Cerámica armada. F, Muro Tapial. G-Muro Quincha prefabricada. H, Muro térmico. I-Do-motej. J, Domozed.

Fuente: Castañeda Nolasco.

Con las diez tecnologías de construcción se llevó a cabo un taller de transferencia de tecnologías en la escuela de arquitectura, como parte de las actividades del “Seminario de titulación: tecnologías alternativas para el edificio “, abordando aspectos de la teoría, práctica y aplicación. Este taller se llevó a cabo en tres semanas, en que también participaron estu-

diantes del décimo semestre, un total de 42 participantes. Esta actividad de integración ayudó a mejorar los recursos en la investigación.

Después de haber analizado los aspectos teóricos que explican el funcionamiento de las tecnologías alternativas y las razones, éstas produjeron las tecnologías mencionadas en escala 1: 1, con la metodología del programa 10x10.

Paralelamente los estudiantes de posgrado contactaron a las familias participantes de la colonia Ruiz Ferro para conocer con mayor detalle las características espaciales, económicas, así como sus aspiraciones con respecto a su casa, con el propósito de hacer una propuesta para el diseño arquitectónico que responda a las necesidades de las familias mencionadas, pero con la aplicación de tecnologías alternativas elegidas de acuerdo al proyectista, usuario en común, teniendo en cuenta un proceso de autoconstrucción.

Un segundo taller de transferencia de tecnología se realizó posteriormente, donde los estudiantes presentaron las tecnologías aprendidas a los hogares participantes, con la intención de que puedan participar en la elección de la tecnología adecuada para el diseño arquitectónico, en este las familias tuvieron un primer acercamiento en la búsqueda de la aceptación social de la tecnología, para que ellos mismos eligieran dentro las propuestas, la que les convenía, considerando las variables analizadas en la etapa de evaluación (proceso constructivo, resistencia mecánica, precio, comportamiento térmico).

Por otra parte, los miembros del grupo del taller, ya que aprendieron las tecnologías alternativas para la construcción, desarrollaron propuestas arquitectónicas con la aplicación de las 10 tecnologías elegidas recién aprendidas, sobre la base de su repertorio profesional y reflexión académica del seminario, pero siempre con su aplicación concreta a una necesidad social identificada por sus propios medios.

### 3.5.2. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN.

A. Los participantes diseñadores y constructores del Seminario de titulación “Tecnologías alternativas para el edificio”:

Las actividades programadas en el seminario se realizaron y obtuvieron los siguientes resultados:

1. 32 propuestas arquitectónicas con tecnologías alternativas aplicadas a la construcción, principalmente viviendas, respondiendo a las necesidades específicas de las familias y la actividad profesional, incluyendo que hubo propuestas más tarde que presentarían a sus clientes.
2. De las 32 propuestas arquitectónicas, el 62,5% (20) eligieron la tecnología de techo Domotej, por diferentes razones, entre ellas:
  - La viabilidad económica, ya que permite un control y por lo tanto la optimización del uso de los materiales, facilidad constructiva, la mano de obra no calificada y la facilidad del control de inventario (son piezas de buen tamaño).
  - Manejabilidad constructiva, ya que es posible la construcción **más rápidamente**, en comparación con el sistema convencional.
  - Estética, como el acabado interior es “agradable a la vista” y la textura generada permite una exploración estética con el fin de vender el proyecto.
  - Mediante el uso del ladrillo provoca una percepción de confort (esto fue rechazado en las conclusiones técnicas porque

la evaluación térmica no confirma este resultado, pero los arquitectos dijeron que la sensación es complementaria con la cultura local y “hemos asimilado este concepto de la baldosa o ladrillo en el medio ambiente permite una percepción de comodidad”.

Las 12 propuestas restantes son otras tecnologías aprendidas, tras el fin de la aplicación, la bóveda de ladrillo con cimbra deslizable 15,62% (5), con 9,37% Domozed (3), con 9,37% placa losa (3) y finalmente con 3,12% (1) cerámica armada.

## B. Estudiantes del décimo semestre de la arquitectura.

- Los diez alumnos del curso desarrollaron sus propuestas, con proyectos arquitectónicos de casas de campo (que se adjunta como un ejemplo), donde el Domotej se aplicó a 4 proyectos (40%), la placa losa (40%), la bóveda de cimbra deslizable y el Domozed. Los argumentos fueron muy similares para las mujeres, los representantes de las familias se dividieron en la elección entre Domotej y placa losa, debido a que la placa de losa es similar a la losa de concreto armado en el exterior como dentro de la casa, por lo que incluso con el argumento de la estética, existe una fuerte penetración de la tecnología de concreto armado.

### C. Familias participantes.

- Los participantes de la familia fueron principalmente la madre y compañeros.
- La asistencia en el diseño arquitectónico estuvo activo, sin embargo la transferencia del taller no era igual, por la simple idea de que no tienen dinero para llevar a cabo la construcción y, por tanto, no se animan a expresarse libremente.

### 3.5.3. CONCLUSIONES.

Los resultados en cuanto a la aceptación social de la tecnología para el techo Domotej, incluso si es sólo una aproximación debido al tamaño de muestra, conduce a la conclusión en cada uno de los tres grupos siguientes:

1. Los profesionales de reuniones:
  - Miembros de este grupo definen su preferencia por la tecnología principalmente porque consideraban una comercialización viable, estaban interesados e implementaban la tecnología desarrollada en el curso en función de su experiencia laboral (su repertorio), lo que les permitió ver y comparar la comodidad de la tecnología.
2. Estudiantes 10° semestre y hoy titulados arquitectos
  - Tuvieron una experiencia de contacto con la realidad que les permitió ampliar su visión de un campo profesional rechazado (sector de población de bajos ingresos) y así como

de las actividades profesionales de los participantes del seminario, que posiblemente en el futuro sea de beneficio en su práctica profesional conociendo otras formas de la arquitectura, dado por las necesidades del contexto.

### 3. Grupo social de la colonia Ruiz Ferro.

- Con las pruebas reunidas, no se puede concluir que este grupo acepte o no la tecnología para techo Domotej sin duda se requiere extender el trabajo en este sentido, ampliar la presentación de la tecnología a más familias, y ver a nivel político la posible adopción de la propuesta de aplicación masiva, con base a los análisis que fueron realizados.
- Es conveniente desarrollar los talleres de transferencia con asistencia directa en la construcción de vivienda, con la participación de las colonias marginales con la posibilidad de que cuando conozcan los beneficios de la tecnología Domotej sea adoptada y replicado en el contexto de Tuxtla Gutiérrez.
- La aceptación social es la variable más compleja de probar, porque implica, además de los recursos disponibles para la ejecución de los programas o estrategias constructivas, mucho más tiempo del que se tuvo a disposición enice la realización de investigación.



# CAPÍTULO IV

## Aplicación del sistema de techo Domotej en diferentes tipologías de vivienda.

A continuación se expone una serie de obras realizadas durante un periodo aproximado de diez años, tiempo durante el cual, se ha consolidado el sistema de techo Domotej y que incluso, la experiencia en la obra ha permitido la posibilidad de mejora continua y su comercialización, aun de manera incipiente pues no se ha fundado alguna empresa en específico. Sin embargo, el sistema ya es ampliamente conocido lo que ha generado una pequeña demanda que poco a poco solicita la comercialización de dicho producto.

Es de reconocer que el proyecto de adaptación se originó al detectar la necesidad de los grupos sociales mayoritarios para poder construir un techo que permita la conclusión de una vivienda en menos tiempo y/o por lo menos de mejor manera y a menor costo, utilizando materiales convencionales de manera progresiva, lo que es un proceso que en Tuxtla Gutiérrez tarda entre 15 y 20 años (Castañeda, 2015). Pero con el paso del tiempo, aprendimos que no es lo mismo trabajar con la gente a un nivel de aproximación tal que les permita aprender la fabricación de los componentes y la aplicación para lograr el soñado techo, a cuando el habitante tiene que invertir sus escasos, casi inexistentes recursos económicos para hacerse de los materiales para lograr el techo citado.

Lo anterior y con el apoyo de Claudia Baca Esquinca y Mario Enrique Yañez Gamboa, quienes aplicaron por primera vez el sistema de techo Domotej en un proyecto de vivienda de un nivel de inversión mayor, lo que fortaleció la aceptación social de todos los niveles sociales, incluido el nivel social objetivo del

proyecto de investigación, pues sirvió de aval en relación a que dicha tecnología funciona y es comercializable.

Primera aplicación del techo Domotej en prototipo experimental de vivienda de interés social, en instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas. Proyecto: Gabriel Castañeda Nolasco Construcción: José Luis Jiménez Albores.

Primera casa donde se construyó con el sistema de techo Domotej, en vivienda de interés social en Tuxtla Gutiérrez, fuera de las instalaciones universitarias. Proyecto: Gabriel Castañeda Nolasco, Construcción: Francisco Castañeda Nolasco





Primera vivienda de interés social construida con techo Domotej, en el programa 10x10 con techo, en la colonia Yukis, a cargo del Instituto de Vivienda del Gobierno del Estado de Chiapas.



Vivienda popular con techo Domotej, propuesta de construcción Gabriel Castañeda Nolasco.

Instalaciones del Cuerpo Académico Componentes y Condicionantes de la Vivienda, proyecto de Gabriel Castañeda Nolasco, construcción: José Luis Jiménez Albores.



Vivienda: Proyecto y construcción de Rubén Anza Vázquez.



Vivienda en rancho ganadero, Proyecto Yolanda Castillo González, Construcción:

Víctor Alfonso Ballinas Solís.





Vivienda en rancho: Proyecto y construcción: Francisco  
Castañeda Nolasco



Vivienda: Proyecto y construcción Luis Fernando Machorro



Vivienda social: Proyecto Gabriel Castañeda Nolasco, construcción, Francisco Castañeda Nolasco



Vivienda nivel medio: Proyecto Gabriel Castañeda Nolasco,  
obra José Luis Jiménez Albores



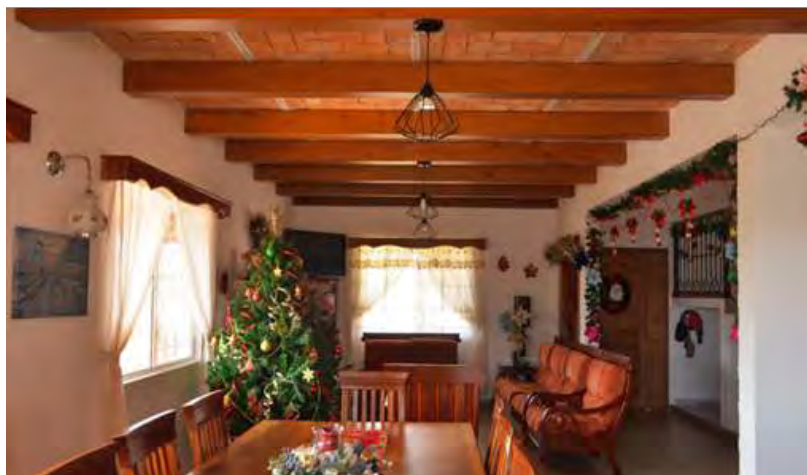
Despacho de arquitecto en San Luis Potosí: Proyecto y construcción: Gerardo Javier Arista González.



Vivienda residencial: Proyecto y construcción: Claudia Baca Esquina y Mario Yañez Gamboa.



Vivienda de campo: Proyecto y construcción Rubén Enrique Gutiérrez Zúñiga



La casa del Abuelo: Proyecto y construcción: Alumnos de la Facultad de arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, con la dirección del Manuel Antonio López Hidalgo y Antonio Nivón Santiago



Vivienda de interés medio: Proyecto y construcción, Víctor Hugo Mendoza Lío





Vivienda de interés medio: Proyecto y construcción Diego Velasco Clemente.



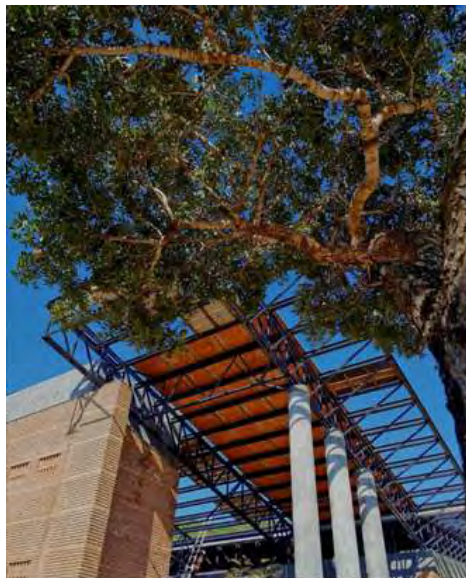
Estación Cultural Tecpatán: Diseño y construcción TBA.  
Camilo Nucamendi



Casa Mélanie: Arquitectos BIOSARQS, Hábitat para la Humanidad México, ONG Cuidemos.Org



Salón de usos múltiples. Proyecto: Luis Fernando Zepeda Montesinos.

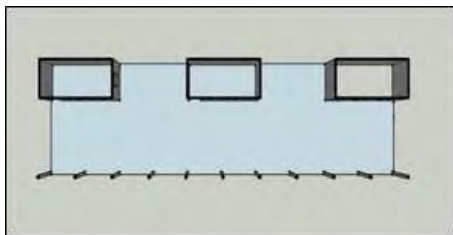




Cava: Proyecto y construcción Hugo Adrián Martínez Zúñiga



Módulo polifuncional: Estudiantes de arquitectura de la UNACH, dirección de Gabriel Castañeda Nolasco y Antonio Nivón Santiago



Casa Residencial: Diseño y Construcción Mario Enrique Yañez Gamboa y Claudia Baca Esquina.



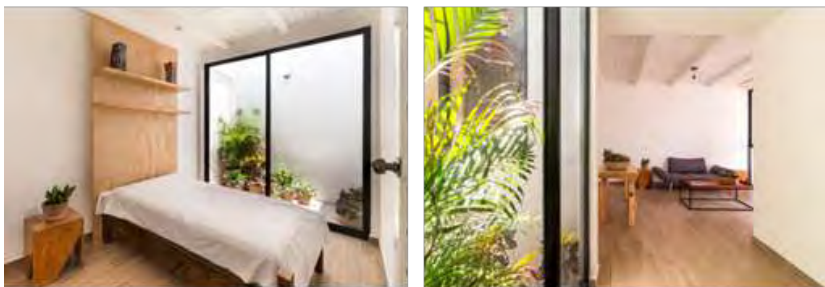
Terraza Caja de Luz por DREAMCATCHER. Oficina de  
Diseño Creativo



## Vivienda de nivel medio: Proyecto y construcción Armin Alejandro Pérez Vázquez



## Proyecto y construcción de Apartamentos: Luis Armando Gómez Solórzano



Vivienda de nivel medio. Proyecto y construcción: Ismael de Jesús Medrano Gutiérrez



Salón de usos múltiples: Proyecto y Construcción Francisco Castañeda Nolasco.





# CAPÍTULO V

## Conclusiones

Es importante destacar, que se reconoce que para el problema en general de la vivienda no existe una solución, debido a los diferentes factores que intervienen como condiciones de los distintos grupos sociales. Sin embargo, estamos convencidos que puede haber alternativas que promuevan la atención con un mayor impacto, comparadas con las que se han obtenido hasta ahora en búsqueda de atención al problema.

Se considera que algunos de los factores que limitan la obtención de la vivienda social son los altos costos de la construcción convencional, la planificación deficiente que lleva a una vivienda insalubre e insegura, la falta de organización de la comunidad, la utilización de tecnologías y materiales fuera de los contextos inmediatos. En contraste con las tecnologías alternativas que utilizan materiales propios de la región, aquellas que no provocan dependencia y pueden ser una oportunidad importante para su atención, por lo que es necesario el estudio y la experimentación constante. Pero hay que tener en cuenta que las acciones no siempre se realizan en las instituciones encargadas para colocar estos materiales a disposición de los constructores y el público en general, y que probablemente permitan la creación de una vivienda diferente, de mayor calidad y potencialmente al alcance de la economía de una población mayor.

En el caso del Programa 10x10 Chiapas donde se alcanzó la construcción de 10 viviendas planificadas, principalmente con el apoyo de las instituciones involucradas, se demostró que no es suficiente la materialización de la propuesta, ya que, como pensamos desde el inicio, es el resultado de un proceso

idealizado para lograr la transferencia mediante la organización social, o simplemente lo que nos atrevemos a calificar de ilusión que distorsiona la construcción de una posible realidad de la organización social, mediante la deliberada e involuntaria estrategia institucional, consciente o no, que no permitió implementar un proceso lógico orientado a conseguir algo más que lo materializado en 10 viviendas mínimas, para cumplir con los objetivos del programa donde la vivienda no es el fin, sino un medio para incidir en la organización social, lo que limita la posibilidad de participación ciudadana en los procesos estructurales, que en el caso de Yuquis, donde pensamos que permitiría desarrollar el proceso de autogestión con la consecuencia de los futuros beneficios de la comunidad.

Sin embargo, de acuerdo con Eduardo Fonseca de Campos, puede ocurrir la innovación, como en este caso el Programa 10x10 Chiapas en particular, o el Programa 10x10 en general, donde se requiere la integración de las tres variables principales: Necesidad, Experiencia e Intervención Política, y sólo con la integración de estas tres variables, podrían dar la posibilidad de un 10x10 Chiapas como estaba previsto, donde la necesidad es evidente por el tipo de vivienda donde habitan las familias involucradas; y se presenta la experiencia técnica ofrecida por el equipo técnico integrado por la UNACH, CACHAC e INVI; que por lo descrito se ha demostrado que estas dos variables hicieron la parte que les correspondía, sin embargo, la acción política no funcionó en su totalidad, adoptando una postura de total acuerdo al principio, pero deformando el proceso para evitar que se llevara a cabo la organización del grupo social, esto pone sobre los aspectos económicos y tecnológicos la formulación de políticas, evidente en el proceso que se experimentó.

Además, es importante reconocer que los aspectos técnicos también requieren tratamiento, pero también estamos conscientes que lo técnico-constructivo es una categoría menor y que la política está sobre todos los aspectos tratados.

Del mismo modo es importante señalar que el proceso de transferencia es distinto al de imposición tecnológica, ya que este último genera una dependencia de “los que no saben” para “los que sí saben” y no incorpora las capacidades y los conocimientos preexistentes en el lugar donde se aplica.

Por lo anterior, la transferencia de tecnología que aspiramos es una acción que permita el tránsito de saber cómo, saber componer, saber aplicar, saber reproducir, saber por qué, sobre lo transferido (en nuestro caso un componente para la vivienda social), de un contexto inicial a otro receptor, con el fin de apropiarse de este conocimiento de otros, después de pasar por un proceso de ajustes para mejorar sus posibilidades de funcionamiento, en su impacto al medio ambiente, por la utilización de materiales y del proceso constructivo, la viabilidad en general, insistiendo que en el contexto receptor se elimine la dependencia, generando su apropiación.

En cuanto a los materiales utilizados por los habitantes del grupo social analizado, corresponde totalmente con el perfil descrito por el sujeto que se ha estudiado (Salas, 1992; Bazant, 2003; Lorenzo, 2005; Castañeda, 2005), en la que el proceso de formación de asentamiento, más a menudo comienza con una invasión, y posteriormente la regulación de las escrituras del terreno. Inicialmente, la vivienda se hace sólo con desperdicio de materiales o su reutilización y cuando el terreno pasa a ser propiedad de los colonos, las viviendas comienzan a transformarse, con materiales duraderos, principalmente paredes de ladrillo y block de cemento-arena. Después de que los techos son construidos con materiales no duraderos y materiales identificados en la colonia Ruiz Ferro. Aunque, al responder a una aspiración de los habitantes, las viviendas permanecen mucho tiempo sin un techo formal, mientras esperan a tener la capacidad de construir el techo de concreto armado, el cual es muy oneroso, pero que la propia cultura urbana impuso como el mejor, sin importar que el costo monetario y ambiental es

demasiado alto, además que su comportamiento térmico en climas cálidos es deficiente, y si no se construyen correctamente pueden ser un riesgo para los habitantes.

Los resultados obtenidos con el reconocimiento de la colonia Ruiz Ferro, nos damos cuenta de que este perfil es el mismo que el descrito anteriormente por los autores antes mencionados, Salas a nivel de América Latina, Bazant en la Ciudad de México, D.F. y Castañeda en Tuxtla Gutiérrez.

Por último, de las propuestas desarrolladas del componente Domotej, determinaron que las dimensiones del módulo óptimo más conveniente es el de 98 cm. x 98 cm. Lo que se comprobó en la etapa de evaluación, manteniendo las siguientes características, consideradas como ventajas:

- Este sistema es práctico para ser aplicado en un proceso de auto construcción asistida, o producción social de vivienda, pues es de fácil fabricación después de una capacitación mínima, al no requerir mano de obra especializada.
- Es económico, ya que reduce considerablemente el consumo de materiales, especialmente de cemento y acero, comprobado con los parámetros adoptados.
- No requiere el uso de cimbras, lo que resulta en una reducción considerable de mano de obra y de costos.
- El espacio cubierto se puede utilizar inmediatamente después de colocar la capa de compresión.
- Es importante tener en cuenta que este es un proceso en el cual los componentes se pueden prefabricar y almacenar durante el tiempo requerido, el cual permite la continuidad constructiva que esta clase social practica desde la construcción de la cimentación de las paredes, pero aspiran a construir un techo de concreto armado. Este proceso se

detiene debido a que es un sistema que requiere una alta inversión en un corto tiempo, lo que es importante en la aplicación de la lógica constructiva, especialmente para aquellos que no tienen la posibilidad de invertir en un corto tiempo.

- El Domotej tiene una gran capacidad de absorción de impactos. Aunque no tiene estudios formales sobre este aspecto, en ningún momento fue percibida la situación de desconfianza por los trabajadores o grietas posteriores.
- El tamaño de las piezas Domotej permitió optimizar el funcionamiento de las vigas utilizadas, lo que aumenta el beneficio de la reducción de costos.
- Este sistema de techo integra las aspiraciones de la clase social de enfoque, ya que utiliza materiales considerados representativos en el mejoramiento social, garantizando seguridad y la apariencia externa de un techo convencional de concreto armado, mientras se mantiene una aceptable estética de la cultura contextual por herencia colonial en la que el ladrillo es importante y es práctico para continuar con un proceso de construcción similar para estar trabajando e invirtiendo sus recursos de tiempo por el método de autoconstrucción asistida en el proceso de producción social de la vivienda.

Además, la resistencia mecánica del componente obtenido fue con el análisis de prueba aislada del componente y supera por un amplio margen los requisitos reglamentarios, se debe suponer que el sistema en su conjunto ofrecerá una alta capacidad de carga, superiores a las cargas normales a las que se encuentran sometidas las viviendas propuestas en este estudio.

En el caso de análisis de precio del componente Domotej, es importante mencionar que el objetivo no ha sido obtener un precio más bajo, sino un proceso constructivo que permita la

construcción de la cubierta en el tiempo y la integración de las variables comprendidas en esta experiencia para aspirar a la aceptación social.

En el desempeño térmico del techo Domotej, se comprobó lo siguiente:

- El sistema de cubierta de concreto armado, que se utiliza comúnmente en Tuxtla Gutiérrez, contribuye de manera significativa al calentamiento interior de la vivienda, principalmente a través de calor radiante, debido a las características termofísicas de los materiales que constituyen (material de piedra y acero), su volumen y cargas térmicas del contexto climático caliente analizado.
- La contribución térmica de un sistema de cubierta Domotej, la temperatura interior de la vivienda en Tuxtla Gutiérrez, es menor que la que ofrece la cubierta de concreto debido a sus materiales componen y el volumen de la misma.
- Aunque el retraso y la amortiguación térmica obtenidos con el sistema de cubierta Domotej son convenientes para reducir su impacto en la temperatura dentro de la vivienda, lo que confirma el éxito de los objetivos iniciales planteados, la ventaja adquirida es apenas de 3 °C, lo que no es significativo, por lo tanto, se propuso el Techo Verde Domotej (TVD) para extender estos efectos.
- Es importante hacer hincapié en que la propuesta de Cubierta Domotej es una alternativa desarrollada teniendo en cuenta aspectos del contexto analizados, tales como: la cultura constructiva de la población, materiales utilizados en la localidad y su accesibilidad, ya que el Domotej es un sistema de cubierta posible que se construiría en la primera etapa, por un grupo social mayor, que el que puede acceder a una construcción de concreto armado convencional, esto debido al sistema constructivo de prefabricación que permite un cambio gradual en el tiempo, sin que se concentre

la inversión en un concepto, como lo requiere el sistema de cubierta de concreto armado, pero con menos asistencia, adaptándose a la posibilidad de autoconstrucción por grupos sociales de bajos ingresos.

- El TVD es una opción adecuada para el contexto climático estudiado, pero que es presentado como una estrategia de mejora del sistema de cubierta Domotej, es totalmente posible construirse en una segunda fase, sobre el Domotej, como un recubrimiento, lo que reduce la penetración de calor por la cubierta y en consecuencia, mejora el confort térmico de los ocupantes de la habitación.

Los resultados en cuanto a la aceptación social de la tecnología para techo Domotej, incluso si es sólo una aproximación debido al tamaño de la muestra, nos permite concluir por cada uno de los tres grupos siguientes:

#### A. Profesionales participantes en el seminario:

- Los miembros de este grupo definieron su preferencia por la tecnología, principalmente porque consideraban viable su comercialización, Es decir, se interesaron y ejecutaron la tecnología en el ejercicio desarrollado con base en su experiencia profesional (su repertorio), lo que les permitió ver la conveniencia comercial de la tecnología.

#### B. Estudiantes 10° semestre, hoy arquitectos titulados.

- Tuvieron una experiencia de contacto con la realidad que les permitió ampliar su visión a un campo profesional desatendido (sector de población de bajos ingresos) y relacionarse con las actividades profesionales de los participantes del seminario de titulación experiencial, que en futuro posiblemente sea de beneficio en su práctica profesional pues conocieron otra manera de hacer arquitectura atendiendo

las necesidades del contexto y las aspiraciones de los habitantes participantes.

### C. Grupo social de la colonia Ruiz Ferro.

- Con las evidencias obtenidas no se puede concluir que este grupo acepta o no la tecnología para techo Domotej sin duda es necesario ampliar el trabajo en este aspecto, ampliar la presentación de la tecnología a más familias, y buscar en el ámbito político la posible adopción de la propuesta para su aplicación masiva, con base en los análisis que se han realizado.
- Es conveniente pasar de los talleres de transferencia a la participación en asesoría directa en la construcción de viviendas que se están desarrollando en las colonias marginales, con la posibilidad de que al conocer los beneficios de la tecnología Domotej, sea adoptada en el contexto de Tuxtla Gutiérrez, y se reproduzca en el tiempo.
- La aceptación social es la variable más compleja de comprobar, ya que ello implica, además de los recursos disponibles para su aplicación en programas o estrategias constructivas, de mucho más tiempo del que se dispuso en la investigación, recordemos que de acuerdo con los referentes del estudio en general, la vivienda sigue un proceso de construcción de entre 15 y 20 años.

Es evidente que la variable tecnológica por sí misma no soluciona los problemas. Por lo tanto, es apropiada y necesaria la integración de las necesidades, los conocimientos técnicos y científicos y el factor político, de acuerdo con Eduardo Fonseca; si estos tres factores no están integrados en un objetivo común, la búsqueda de una innovación profunda no será alcanzada, como conclusión en nuestra aproximación al análisis de la aceptación social de la tecnología desarrollada. Además de los aspectos tecnológicos, es necesaria la fuerza o voluntad política para incidir

de una manera profunda en la transformación de la realidad analizada.

Además de los aspectos tecnológicos analizados, se necesita la fuerza o la voluntad de influir profundamente en la transformación de la realidad analizada.

La contribución de esta investigación se fue estructurando de acuerdo con el análisis de las variables identificadas y priorizadas con base en el reconocimiento del problema de la vivienda, de su contextualización y de los actores involucrados, pues en conjunto, estos aspectos son el fundamento para la adaptación de la tecnología elegida, en el contexto estudiado.

En este sentido, el análisis específico de la tecnología Domozed ahora tiene una importancia secundaria, porque conceptualmente el proceso utilizado es replicable para cualquier otra tecnología. Sin embargo, el resultado se orienta al mismo objetivo: la optimización de los recursos disponibles, reduciendo los costos y maximizando los beneficios, lo que resulta en una mayor eficiencia en el proceso constructivo, con respuesta a las condicionantes locales y/o regionales. En síntesis, orientándose el uso racional de los recursos y, consecuentemente, procurando la sustentabilidad en el contexto inmediato.

Por tanto, en cada variable analizada en este trabajo hemos abierto una puerta para los nuevos principios, pues el resultado obtenido en este trabajo nos permite emitir un propia visión de las condiciones descritas y al mismo tiempo, delimitar su alcance, lo que nos anima a seguir investigando en el futuro inmediato, ya que el proceso de aprendizaje en este entrenamiento nos puso en un camino sin retorno que nos lleva a una búsqueda constante de responder a nuestras preguntas.

La estrategia general para abordar la investigación se basó en dos grandes etapas: el diseño y evaluación. En la primera etapa fue un producto generado a partir de los condicionantes

identificados, evaluados y priorizados para su manifestación en una propuesta que fortalezca la posibilidad de la transferencia de tecnología a los grupos sociales más desfavorecidos.

En la segunda etapa, se evaluó cada una de las variables anteriores con base en la metodología adoptada, lo que nos llevó a configurar una propuesta que comprobamos al cumplir con los objetivos establecidos. Sin embargo, durante el proceso fueron identificados posibles investigaciones futuras, que a continuación se exponen en forma de preguntas.

### **EN LA ETAPA DE DISEÑO:**

Se reconoce que el acto creativo no es en sí, un acto fortuito, sino el resultado de una búsqueda en la innovación, estimulado por una serie de indicadores concretos que se integran con las habilidades del diseñador en un producto específico. ¿Entonces por qué se insiste en la resistencia a un diseño basado en la evidencia y no actos casuales?

En este ámbito, en el que la inserción de otras disciplinas ha permitido ampliar nuestra visión de arquitecto y se reconoce la necesidad de conocimientos científicos para el fortalecimiento del trabajo creativo a partir de evidencias empíricas y la integración de saberes de las comunidades participantes, utilizando como estrategia la aplicación del diseño participativo.

### **EN LA ETAPA DE EVALUACIÓN:**

¿El componente desarrollado Domotej, podría utilizarse con otras alternativas sin necesidad de la capa de compresión de concreto armado?

Si la geometría utilizada del casquete de base cuadrada del componente Domotej propicia mayor eficiencia en el uso de los

materiales ¿por qué no seguir la misma lógica estructural en los elementos portantes?, recordemos que Antonio Gaudí ya lo hizo.

Si las evidencias de la resistencia mecánica nos indican que el componente Domotej, con los materiales utilizados en su fabricación, está sobredimensionado en su resistencia a las cargas actuantes, aun así, con la evidencia de la optimización de los materiales utilizados, contra el techo de concreto armado, ¿no es posible optimizar aún más el consumo de materiales para alcanzar los parámetros normativos?

Fue evidenciada la conveniencia de utilizar el techo Domotej. Sin embargo, el peso del componente principal, incluso en el contexto de América Latina, es aceptado para su uso en autoconstrucción. Sin embargo, ¿no se puede producir más ligero?

Al evaluar el comportamiento térmico del techo Domotej, sometido al espacio de la vivienda al efecto de aire enfriado mecánicamente, se detectó la penetración permanente de calor radiante a través del techo, lo que demuestra el efecto de dos situaciones: la pérdida de calor por convección causado por el aire frío, pero al mismo tiempo la ganancia de calor radiante desde el techo. ¿Cuál es el efecto de esto en la salud de los habitantes?

Es de esta forma con la que se concluye este documento, levantando cuestionamientos. Sin embargo, más que la satisfacción de la presente investigación, vemos el futuro estimulante para seguir aprendiendo.



# BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA Domingo, Reducción y gestión de residuos de la construcción y demolición (RCD), en *Tecnología y construcción* 18, II, Venezuela, 2002, p. 47- 66.

ACOSTA Domingo, Alfredo Cilento Sarli “Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo” en *Tecnología y construcción* 21, I, Venezuela, 2005, p. 15- 30.

AYLLÓN, T (1996): Elementos de meteorología y climatología. México, Trillas, pp. 179.

AULICIEMS, A. & SZOKOLAY, S. V. (1999). Thermal comfort. PLEA Notes, Brisbane (Australia), PLEA: Passive and Low Energy Architecture, Department of Architecture. University of Queensland.

BAUMOL, William J. Difusión de la tecnología: El crecimiento a través de la innovación imitativa, en *Economía Internacional*, nuevas aportaciones, marzo-abril, N° 814, 2004.

BAZANT S, Jan, Vivienda Progresivas, construcciones de vivienda por familias de bajos ingresos, Trillas, México, 2003.

BAXTER, Mike, Projeto de produto, guía práctica para design de novos produtos, 2ª. Ed. Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1998.

BRUNDTLAND, G.H. "Our common Future" (Oxford, Oxford University Press. 1987, Trad. en castellano, Nuestro futuro común, Madrid, Alianza Ed., 1988.

CÁRDENAS, Jirón, Luz Alicia, "Definición de un marco teórico para comprender el concepto del Desarrollo Sustentable", en Boletín del Instituto de la Vivienda INV N°33, Facultad Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Santiago, Mayo de 1998.

CÁRDENAS, Jirón, Luz Alicia, Enfoques metodológicos de la planificación urbana y del transporte. 1980-1999, en Urbano, julio, año/vol. 8, No. 011, Universidad de Bio, Concepción, Chile, pp 4-14. 2005.

CASTAÑEDA, Nolasco, Gabriel, "Como un traje a la medida: propuesta de bajo costo para el techo de la vivienda de un grupo social en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas", en Un techo para vivir, tecnologías para viviendas de producción social en América Latina, CYTED-Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2005.

CASTAÑEDA Nolasco Gabriel, Et. al. "Seminario de titulación: tecnologías alternativas para la edificación", programa de estudio de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, UNACH, México, 2006.

CASTAÑEDA Nolasco, Gabriel, Carlos O. Cruz Sánchez, José Luis Jiménez Albores, María de Lourdes Carpy Chávez. La conveniencia de difundir la utilización de tecnologías constructivas reductoras del consumo energético, 30 Semana Nacional de Energía Solar, Veracruz 2006.

COMISIÓN DE DERECHOS HUMANOS, ONU, Consejo Económico y Social, “Vivienda adecuada, como parte del derecho a un nivel de vida adecuado”, Informe del Relator Especial sobre una vivienda adecuada y sobre el derecho a la no discriminación, Miloon Kothari, Visita a México (4 a 15 de marzo) de 2003.

FONHAPO, 1987, 2º Concurso Nacional de Vivienda Popular “Casa de Madera”, Fonhapo, México DF.

GÁNDARA GÓMEZ, Et al. Del modelo científico de «adaptación biológica» al modelo de «adaptación biológica» en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria, en Enseñanza de las ciencias, 20 (2), 2002.

GONZÁLEZ, Lobo Carlos, Vivienda y Ciudad Posibles, Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), Subprograma XIV, Ed. Escala, Colombia. 2000 Brundtland, G.H. (1987) “Our common Future” (Oxford, Oxford University Press. (Trad. en castellano, Nuestro futuro común, Madrid, Alianza Ed., 1988).

CARPY, Chávez María de Lourdes, Et. al. Mejoramiento del Hábitat y la Vivienda Popular en Colonias Periféricas de Tuxtla Gutiérrez., Unidad de Vinculación Docente, Universidad Autónoma de Chiapas, 2007.

CEVE-CONICET, Viviendo y Construyendo. La Necesidad Propone el Recurso, CYTED, Santiago de Chile, 1991, 68 p.

CYTED/Proyecto XIV.4, 1997, Anales del I Seminario Internacional Mejor Hab sobre “Mejoramiento y Reordenamiento de Asentamientos Urbanos Precarios”. Consorcio CATUCHE, Caracas, 1997.

CYTED, Memorias del Seminario Internacional Habyted en Madrid “Soluciones Iberoamericanas a los Graves Problemas del Hábitat, AEI, CYTED, Paraguay, 2000, 60 p.

COMISIÓN DE DERECHOS HUMANOS, ONU, Consejo Económico y Social, “Vivienda adecuada, como parte del derecho a un nivel de vida adecuado”, Informe del Relator Especial sobre una vivienda adecuada y sobre el derecho a la no discriminación, Miloon Kothari, Visita a México (4 a 15 de marzo) de 2003.

FACULTAD de Arquitectura Construcción y Diseño de la Universidad de BIO-BIO, Chile, Catálogo de Sistemas Constructivos. Tecnología para la Autoconstrucción del Hábitat, CYTED, 1991, 127 p.

FONSECA DE CAMPOS, Paulo Eduardo, ¿Tecnología: para qué y para quién?, en Memorias de las “II Jornadas Iberoamericana de Tecnología para la vivienda de bajo coste”, Agencia Española de Cooperación Internacional, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 2002.

FREIRE, Días, Genebaldo, Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana, Ed. Gaia, São Paulo, 2002, 257 p.

FREIRE, Días, Genebaldo, Iniciação à Temática Ambiental, Ed. Gaia, São Paulo,

2002, 110 p.

FUNDASAL, Hacia el Hábitat II, El Rol Asignado a la Participación en las Políticas de vivienda en América Latina, CYTED, El Salvador 1995, 228 p.

FUNDASAL, Postulados de la Red “Viviendo y Construyendo” de Cara a la Conferencia Mundial Sobre la Ciudad- Hábitat II, CYTED, El Salvador 1995, 44 p.

FUNDASAL, Centroamérica en Estambul, los Planes Nacionales en Acción, CYTED, El Salvador 1996, 134 p.

FUNDASAL, Reflexiones Sobre la Autoconstrucción del Hábitat Popular en América Latina, CYTED, El Salvador 1994, 112 p.

GILBOA, Felicia, et. al., La Vivienda Social/Evaluación de Programas y Tecnologías, Universidad de la República, Facultad de arquitectura, Montevideo, Uruguay, 1999.

GILL, Nessi E., Comp., Hacia un Diagnóstico de la Vivienda popular en Iberoamérica, Antecedentes Para el Debate, Arte Nuevo, Paraguay, 1999, 230 p.

GILL, Nessi E., Comp., Vivienda de Interés Social, Situación Actual y Perspectivas, Red XIV.C HABYTED, Paraguay, 2001, 305 p.

GIVONI, B., *Man, climate and architecture*, Elsevier, London, 1976.

GOBIERNO DE MÉXICO, V Informe de Gobierno 1999, Secretaría de Gobernación, México, 1999.

GOBIERNO DE MÉXICO, Consejo Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI), demanda 2002-01, Informe de trabajo, Secretaría de Gobernación, México, 2002.

GOBIERNO Municipal de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas México, Reglamento de construcciones, Tuxtla Gutiérrez, 2004.

GOBIERNO del estado de Chiapas, Anuario Estadístico del Estado de Chiapas. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI), Edición 1997.

GONZÁLEZ Lobo Carlos, *La gestión y producción de la vivienda al borde de lo institucional*, Seminario Iberoamericano de Políticas de Vivienda. San Miguel de Tucumán, República Argentina, 11 al 14 de Noviembre de 2003.

GONZÁLEZ, E. (1997), *Étude de matériaux et de techniques de refroidissement passif pour la conception architecture bioclimatique em climate chaud et humide*. Thèse de doctorat en Energétique de l'Ecole des Mines de Paris, France.

HABYTED-CYTED, *El Hábitat Iberoamericano en la Mira*, Asunción Paraguay, 2000, 168 p.

HARDOY, J. E., Mitlin, D. y Satterthwaite, D. (1992); *Environmental Problems in Third World Cities*, Earthcan Publications, Londres.

INEGI, II Censo de población y vivienda 2005, México. 2006.

IIDVI, Instituto de Investigación y Desarrollo en Vivienda, *La Decisión de Hechar Raíces. Consolidación de Asentamientos Espontáneos en América Latina*, CYTED, Santiago de Chile, 1991, 197 p.

KRUK, Walter, Comp., *Catálogo Iberoamericano de Técnicas Constructivas Industrializadas Para Vivienda de Interés Social*, CYTED, Uruguay, 1993, 262 p.

LAVIGNE, P., BREJON, P., FERNANDEZ, P., *Arquitectura climática. Una contribución al desarrollo sustentable. Tomo 1: Bases físicas*. Ed. Universidad de Talca, Talca, 2003.

LEFF, Enrique, "Introducción a una visión global de los problemas ambientales de México", en *Medio Ambiente y Desarrollo en México*, México, CIIH-UNAM, 1990, p 7-73.

LIVINGSTON, R., *Arquitectos de La comunidad. El Método*. Buenos Aires Kliczkowski, 320. 2004.

LORENZO, Pedro, comp., *Un techo para vivir, tecnologías para viviendas de pro-*

ducción social en América Latina, CYTED-Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2005.

MIER y Terán, Antonio, *Vivienda Latinoamericana. Tecnología y Participación Social en la Construcción del Hábitat Popular*, CYTED, Santiago de Chile, 2001, 145 p.

MITLIN, Diana y David Satterthwaite, *Desarrollo Sustentable y Ciudades: Un marco de trabajo para discutir la relación entre ciudades y desarrollo sustentable*, México, Programa de Asentamientos Humanos, Instituto Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo, 1991, 43 p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de F, (1971), *Análise rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática e achegas para un programa de trabalho*. São Paulo, Instituto de Geografia-IGEOG USP, Serie Climatología No 01.

MORILLÓN GALVEZ, David, *Mapas del bioclima de la República Mexicana*, en *Estudios de Arquitectura Bioclimática*, Anuario 2003 Vol. V, UAM, Limusa, págs. 117-130, 2003.

NEFFA, Julio C., "El proceso de innovación científica y tecnológica", en Enrique De la Garza Toledo (Coord.) *Tratado Latinoamericano de Sociología del Trabajo*, Ed. Fondo de Cultura Económica, FLACSO, UAM, el colegio de México, México, 2000.

NORBERG-SCHULZ, Christian, *Intenciones en Arquitectura*, Ed Gustavo Gili,

3ª Edición, Barcelona, 2001, 240 p. NMX-C-406-1997-ONNCCE, “Industria de la construcción - sistemas de vigueta y bovedilla y componentes prefabricados similares para losas - especificaciones y métodos de prueba”, febrero, 2005.

OLGYAY, Víctor, *Arquitectura y Clima*, manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas Ed. Gustavo Gili, Barcelona, Edición española, 1998.

PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA 1994-2000, Poder Ejecutivo Federal, Secretaría de Desarrollo Social, Talleres Gráficos de la Nación, México D.F. 1995,

RAMACHANDRAN , Arcot, *Asentamientos Humanos, Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*, discurso presentado ante el Foro Mundial de ONG sobre Asentamientos Humanos, Desarrollo y Medio Ambiente, México, 1991, 8 p.

RIVERO, R (1985). *Arquitectura e clima: acondicionamiento térmico natural*. Tradução: José Miguel Aroztegui. Porto Alegre: Luzzato Editores/ editora da UFRGS.

ROMERO, Navarrete Lourdes, et al, *Vivienda y autoconstrucción: participación femenina en un proyecto asistido*, en *Frontera norte*, enero-junio, Vol. 17, No. 33, Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México, 2005, pp. 107-131.

ROMERO, Gustavo, et. al., *La participación en el diseño urbano y arquitectónico en la producción social del hábitat*, Red IV.F, “Tecnologías sociales y producción social del hábitat, Subprograma XIV, Tecnología para vivienda de interés social HABYTED, del programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología Para el Desarrollo, CYTED, México, 2004.

SALAS SERRANO, Julián, *Contra el hambre de vivienda, soluciones tecnológicas latinoamericanas*. Bogotá, Editora ESCALA, 1992.

SALAS SERRANO, Julián, *Difusión y transferencia de tecnología em el sector del hábitat popular latinoamericano: doce propuestas prácticas en Tecnología y Construcción*, Vol. 18-II, pp 35-48, 2002.

SEGRE ROBERTO, *Arquitectura y Urbanismo da Revolución Cubana*, Ed. Nobel, Brasil, 1987.

SALAS Julián, *La Industrialización Posible, Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) Subprograma XIV*, 1995.

SALAS Serrano, Julián, *Contra el Hambre de Vivienda. Soluciones Tecnológicas Latinoamericanas*. (Ed. Escala, Bogotá.) 1992.

SEVERINO, Antonio Joaquim, *Metodología do Trabalho Científico*, Cortez Ed., 22ª Edición, São Paulo, 2002, 335 p.

TAMAYO y Tamayo, Mario, *El proceso de la Investigación Científica*, Limusa Ed., 4ª Edición, México, 2001, 440 p.

TEDESCHI, Enrico, *Teoría de la Arquitectura*, Ed. Nueva Visión, Buenos Aires, Argentina, 1984, 311 p.

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO, Anales del II Seminario Internacional Mejor Hab sobre “Mejoramiento y Reordenamiento de Asentamientos Urbanos Precarios”, Valparaíso, out/1998. Valparaíso, 1999.

VECCHIA, F. A. S. (1997). *Clima e Ambiente Construído*. Tese (Doutorado). São Paulo: FFLCH/USP.

VECCHIA F, Castañeda Nolasco, Quiroa Herrera, Aplicación de cubiertas verdes en climas tropicales. Ensayo experimental comparativo con techumbres convencionales, en Tecnología y Construcción 22-II, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción / IDEC. Facultad de arquitectura y urbanismo Universidad Central de Venezuela, pp. 09-13. 2007.

WARD, Bárbara y René Dubos, Una sola Tierra: el cuidado y conservación de un pequeño planeta, trad. al castellano Adolfo Alarcón, prolog. Maurice F. Strong, México, Fondo de Cultura Económica, 1984, 279 p.

## FUENTES DE INTERNET.

CYTED, Secretaría general, consultado el 28 de enero de 2005 en, [http://www.cytcd.org/informacion\\_general/Informacion.asp](http://www.cytcd.org/informacion_general/Informacion.asp)

CENTRO DE ESTUDIOS SOCIALES Y DE OPINIÓN PÚBLICA, consultado el 9 de agosto de 2006, en [www.diputados.gob.mx/cesop/](http://www.diputados.gob.mx/cesop/)

CIUDADES RURALES SUSTENTABLES, en Revista gente sur, N° 138 [http://www.gentesur.com.mx/articulos.php?id\\_sec=7&id\\_art=1352&id\\_ejemplar=178](http://www.gentesur.com.mx/articulos.php?id_sec=7&id_art=1352&id_ejemplar=178) consultado el 15 de abril de 2008.

GHERSI Enrique. La economía informal en América Latina, en [http://www.anfe.or.cr/gheresi\\_economia\\_informal.htm](http://www.anfe.or.cr/gheresi_economia_informal.htm), consultado el 20 de enero de 2008.

INFONAVIT, Norma técnica de vivienda, en [http://www.infonavit.gob.mx/inf\\_general/m\\_juridico/norma\\_tecnica\\_vivienda.shtml](http://www.infonavit.gob.mx/inf_general/m_juridico/norma_tecnica_vivienda.shtml).2008. consultado el 24 de marzo de 2008.

INVI, Programa Institucional del Instituto de la Vivienda 2007-2012 [http://www.finanzaschiapas.gob.mx/Contenido/Planeacion/Informacion/Programacion\\_Sectorial/Programas\\_Institucionales/pdfs/15PROG\\_INST\\_INVI\\_04092007.pdf](http://www.finanzaschiapas.gob.mx/Contenido/Planeacion/Informacion/Programacion_Sectorial/Programas_Institucionales/pdfs/15PROG_INST_INVI_04092007.pdf)consultado el 20 de noviembre de 2007.

MÉXICO, Ley federal de vivienda, consultado en mayo de 2008, <http://www.guerrero.gob.mx/pics/art/articles/382/file.leyfedviv.pdf> NAREDO José Manuel, Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible, en La Construcción de la Ciudad Sostenible ><http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>, actualización 2008.

ORGANIZACIÓN de Naciones Unidas (ONU), Programa Hábitat, Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos, Estambul (Turquía), 1996. En <http://habitat.aq.upm.es/aghab/aproghab.html> consultado el 18 febrero de 2006.

ORGANIZACIÓN de Naciones Unidas (ONU), Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Rio de Janeiro, 1992, Agenda 21, consultado el 22 de febrero de 2007. <http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones/rio92/agenda21/age7.htm#A>

ORGANIZACIÓN de Naciones Unidas (ONU), “La Declaración de Johannesburgo sobre Desarrollo Sustentable”, [http://www.treatycouncil.org/new\\_page524212222.htm](http://www.treatycouncil.org/new_page524212222.htm), 2002, Acceso el 03 de junio de 2004.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), en <http://www.who.int/es/> consultado el 29 de mayo 2006.

SACHS Ignacy, Vaciar el purgatorio en Tierramérica, consultado el 20 de julio de 2008. <http://www.tierramerica.net/ciudades/analisis.shtml>.

SMN, Servicio Meteorológico Nacional, Normales meteorológicas de los estados, México, en <http://smn.cna.gob.mx/productos/normales/maximas.html> consultado el 28 de agosto de 2006.

SUBPRORAMA XIV, Tecnología para Viviendas de Interés Social, en <http://www.conacyt.gob.sv/Presenta.pdf>

DOMOTEJ

Este libro se terminó de editar en el mes de  
Diciembre del 2020 siendo  
Rector el Dr. Carlos F. Natarén Nandayapa

El presente trabajo se ocupa de uno de los componentes de la vivienda, el techo, que por sus características técnico constructivas es el más complejo. La investigación fue desarrollada en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, entre las actividades del programa 10x10, del XIV.5 Con Techo, subordinado al Subprogra-ma XIV, Tecnologías para vivienda de interes social HABYTED de CYTED (2003-2007).

Debido a la forma en que el grupo social en estudio logra el objetivo deseado de materializar su vivienda, en un tiempo entre quince y veinte años (Castañeda 2005), el resultado que ahora se presenta, integra una serie de ejercicios profesionales donde el componente prefabricado para techos Domotej se ha aplicado, no sólo en el nivel socioeconómico al que se orientó originalmente.

