



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN SOCIAL DEL HÁBITAT

David Alejandro Rodríguez Sandoval

Asesorado por el Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz

Guatemala, julio de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN
SOCIAL DEL HÁBITAT**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

DAVID ALEJANDRO RODRÍGUEZ SANDOVAL

ASESORADO POR EL ING. FRANCISCO JAVIER QUIÑÓNEZ DE LA CRUZ
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Guerrero De Lopez
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. María Del Mar Girón
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Melini Salguero
EXAMINADOR	Ing. Jeovany Miranda Castañon
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN
SOCIAL DEL HÁBITAT,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 25 de octubre de 2007.



David Alejandro Rodríguez Sandoval.



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 18 de febrero de 2008

Ingeniero
Fernando Amílcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado "Transferencia de Tecnologías para la Producción Social del Hábitat", realizado por el estudiante de ingeniería David Alejandro Rodríguez Sandoval, quien contó con la asesoría del suscrito.

Considero que el trabajo realizado responde a los objetivos para los cuales fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



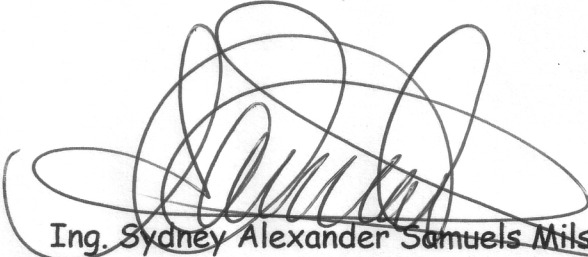

Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
Coordinador Área de Materiales y Construcciones Civiles

Cc archivo



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles, Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, al trabajo de graduación del estudiante David Alejandro Rodríguez Sandoval, titulado TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN SOCIAL DEL HÁBITAT, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, julio 2008.

/bbdeb.



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 244.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN SOCIAL DEL HÁBITAT**, presentado por el estudiante universitario **David Alejandro Rodríguez Sandoval**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, julio de 2008



/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS por su guía y protección en todos los aspectos de la vida

Mis padres Nora Lubia Sandoval Meza y David Rodríguez Hernández, por que todo lo que soy es producto de su amor, esfuerzo y dedicación

Mi asesor Ing. Francisco Javier Quiñónez, por su valiosa asesoría y sincera amistad.

Mis amigos y compañeros

Leones Morales Aguirre, José Marco Tulio Gómez, Samuel Gómez, por su valioso apoyo en el desarrollo del presente trabajo de graduación

ACTO QUE DEDICO A:

Mi hermano Como muestra sincera de amor y de amistad, por ser siempre un apoyo en los momentos difíciles.

Mi familia Que con su amor y sabios consejos han hecho de mi vida algo maravilloso.

Mis amigos Por ser uno de los tesoros más valiosos de mi vida

Proyecto XIV.8 Casa-Partes del CYTED

Por permitirme colocar mi grano de arena en el proceso de desarrollo de las comunidades de escasos recursos.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

A la Facultad de Ingeniería

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	VII
JUSTIFICACIÓN	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1 METODOLOGÍA	1
2 MARCO EXPERIMENTAL	3
2.1 Aspectos generales de la evaluación.....	3
2.1.1 Aspecto sísmico.....	3
2.1.2 Aspecto cultural.....	4
2.2 Análisis de aplicabilidad.....	4
2.3 Evaluación de Tecnologías aplicables al medio guatemalteco.....	9
2.3.1 Ficha de evaluación.....	11
2.3.2 Conclusiones y resultados de la evaluación.....	13
2.3.3 Tecnologías priorizadas para su reproducción.....	15
2.4 Reproducción de Tecnologías para la Producción Social del Hábitat.....	16
2.4.1 Ladrillos de suelo cemento.....	16
2.4.2 Quincha prefabricada.....	23

2.4.3	Techo de Domocaña.....	29
2.4.4	Tabiques de madera plegada.....	35
2.4.5	Sistema BENO de suelo-cemento.....	40
2.4.6	Sistema BATEA.....	47
2.4.7	Techos de Barras de madera.....	53
2.4.8	Vigueta + plaqueta.....	55
2.5	Desarrollo del Curso-Taller “Tecnologías para la Producción Social del Hábitat”.....	62
2.5.1	Taller Teja TEVI.....	64
2.5.2	Resina poliuretana Vegetal.....	67
2.5.3	Taller Viga VIMA.....	68
2.5.4	Taller Tecnología Habited.....	69
2.5.5	Taller Domotej.....	70
	CONCLUSIONES.....	75
	RECOMENDACIONES.....	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	79
	APÉNDICE.....	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Construcción hecha con ladrillos de suelo-cemento.....	16
2.	Imagen de dos bloques con distintas dosificaciones de cemento, arena pómez y ceniza volcánica.....	17
3.	Área de trabajo utilizada en el proceso de producción de ladrillo de suelo-cemento	19
4.	Fases del proceso de producción de un ladrillo de suelo-cemento.....	20
5.	Ladrillos producidos.....	21
6.	Detalle de los moldes para la fabricación de ladrillos de suelo-cemento.....	22
7.	Muestra de un elemento de Quincha prefabricada en proceso de construcción.....	23
8.	Detalle medio panel de Quincha prefabricada	24
9.	Marco y trenzado de las cañas de Quincha prefabricada	27
10.	Instalación del marco y aplicación de primer recubrimiento de barro..	27
11.	Panel de Quincha prefabricada completamente revestido.....	28
12.	Muestra de una cubierta de domocaña.....	29
13.	Preparación del marco de madera de una cubierta de domocaña.....	32
14.	Armado de la estructura de cañas de una cubierta de domocaña.....	33
15.	Instalación de la malla de gallinero a la estructura de cañas de bahareque.....	33
16.	Domo terminado.....	34

17.	Tabique de madera plegada.....	35
18.	Detalle de molde para Módulos Autoportantes	38
19.	Unión de dos vetas.....	39
20.	Módulo terminado.....	39
21.	Detalle de unión para Módulos Autoportantes.....	39
22.	Sistema BENO aplicado.....	40
23.	Colocado de los ladrillos en el molde de madera.....	43
24.	Fabricación de la placa BENO.....	44
25.	Proceso de producción de la placa BENO.....	45
26.	Vista exterior de la placa BENO (suelo-Cemento).....	45
27.	Placa Beno (ladrillo)	45
28.	Detalle de Placa BENO.....	46
29.	Detalle de molde y armadura de BATEA.....	50
30.	Armadura y formaleta BATEA	52
31.	Ladrillos de suelo-cemento.....	52
32.	Colocación de los ladrillos y armadura en la formaleta.....	52
33.	Fundición del módulo.....	52
34.	Módulo terminado BATEA.....	52
35.	Desencofrado de la pieza módulo BATEA	52
36.	Secuencia fotográfica de un modelo a escala con las diferentes estructuras que se pueden obtener variando el número de barras....	54
37.	Estructura con seis y diez barras de madera.....	55
38.	Detalle de formaleta para viguetas.....	56
39.	Imagen de formaletas su respectiva armadura.....	58
40.	Llenado de las viguetas	59
41.	Plaquetas recién fundidas.....	59
42.	Desencofrado de los elementos (Vigueta + Plaqueta).....	59
43.	Módulos montados.....	60
44.	Cubierta preparada para fundición de capa superior de concreto.....	60

45.	Detalle de viguetas y plaquetas.....	60
46.	Detalle de plaqueta para entrepisos.....	61
47.	Grupo de expertos y participantes en el Curso-Taller “Tecnologías para la Producción Social del Hábitat”.....	62
48.	Cubierta de teja TEVI con aplicación de resina poliuretana vegetal.....	65
49.	Forma de instalar la teja TEVI.....	66
50.	Exposición de algunas aplicaciones demostradas en el Taller de Resina Poliuretana Vegetal.....	67
51.	Construcción de un techo VIMA.....	68
52.	Desarrollo de Taller Habited.....	69
53.	Marco de madera desmontable (Domotej).....	70
54.	Desarrollo de los talleres “tecnologías para la producción social del hábitat”.....	71

TABLAS

I.	Resumen de aplicabilidad de las tecnologías analizadas, al medio guatemalteco.....	5
II.	Ficha de evaluación (matriz).....	12
III.	Resumen de la evaluación de tecnologías aplicables al medio guatemalteco.....	13
IV.	Tecnologías priorizadas.....	15
V.	Especificaciones de Módulos Autoportantes.....	37
VI.	Resumen de Participantes en curso y taller "Tecnologías para la Producción Social del Hábitat" Desarrollado en Antigua Guatemala y Guatemala de la Asunción entre el 19 y el 23 de nov 2007.....	74

VII.	Evaluación de ventajas y desventajas de “1.5 Módulos Autoportantes”.....	82
VIII.	Evaluación de ventajas y desventajas del método “3.1 quincha prefabricada”.....	83
IX.	Evaluación de ventajas y desventajas del método “4.1 ladrillo sólido de suelo cemento”.....	84
X.	Evaluación de ventajas y desventajas del método “4.3 sistema BENO suelo cemento”.....	85
XI.	Evaluación de ventajas y desventajas del método “5.7 sistema BATEA”.....	86
XII.	Evaluación de ventajas y desventajas del método “6.2 cúpula Techo Domocaña”.....	87
XIII.	Evaluación de ventajas y desventajas del método “7.10 Vigueta + plaqueta”.....	88

GLOSARIO

Arena	Conjunto de partículas desagregadas de las rocas, sobre todo si son silíceas, y acumuladas, ya sea en las orillas del mar o de los ríos.
Carrizo	Planta gramínea, de tallos nudosos y de seis a siete centímetros de diámetro, que contienen agua dulce y fresca.
Chancar	Triturar, machacar, moler
CYTED	Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo que promueve la Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología del gobierno español.
Domo	Bóveda en forma de una media esfera u otra aproximada, con que suele cubrirse todo un edificio o parte de él.
Entramado	Conjunto de láminas de metal o tiras de material flexible que se cruzan entre sí.

Esterilla	Rejilla muy liviana de juncos o varillas delgadas unidas entre sí con una costura flexible para que se pueda enrollar y que se utiliza como cortina, cielo raso o estera.
Ferrocemento	material de construcción, que consiste en una serie de capas de tela metálica a las que se les da estanqueidad mediante una masa de mortero.
Hábitat	Lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal.
Iberoamericano	Adj. natural de alguno de los países de América que antes formaron parte de los reinos de España y Portugal. 2. Pertenciente o relativo a estos pueblos y a España y Portugal.
Módulo	Pieza o conjunto unitario de piezas que se repiten en una construcción de cualquier tipo, para hacerla más fácil, regular y económica.

Panel	Elemento prefabricado que se utiliza para construir divisiones verticales en el interior o exterior de las viviendas y otros edificios.
Prefabricado	Adj. dicho de una casa o de otra construcción: Cuyas partes esenciales se envían ya fabricadas al lugar de su emplazamiento, donde solo hay que acoplarlas y fijarlas.
Quincha	(Del quechua qincha, cerco o palizada). Pared hecha de cañas, varillas u otra materia semejante, que suele recubrirse de barro y se emplea en cercas, chozas, corrales, etc.
Tecnología	Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.

JUSTIFICACIÓN

Vivienda es el espacio destinado al resguardo de las personas y suele ser el centro de la vida cotidiana; la forma y características de ésta dependerán de factores climáticos, culturales así como de disponibilidades de materiales. La vivienda puede ser clasificada en dos tipos:

- Vivienda formal
- Vivienda informal.

Viviendas formales son aquellas que han sido gestionadas, diseñadas y planeadas para un objetivo en específico, estas se apegan a normas establecidas de construcción, con el fin de garantizar una vivienda digna y segura en todos los aspectos posibles. Este tipo de vivienda conlleva inversiones significativas que no están al alcance de todos los sectores de la población.

La vivienda informal es producida de manera espontánea, muchas veces por las mismas personas que habitarán en ella, no se apega a ningún reglamento constructivo sino a disponibilidad de materiales en el medio en que se encuentran, este tipo de vivienda es mayormente aplicado por sectores de la población con economías de supervivencia.

La información recopilada en El libro UN TECHO PARA VIVIR, necesita ser sometida a los análisis de aplicabilidad en los distintos contextos nacionales y regionales, teniendo en cuenta que todas las características de cada propuesta tecnológica deben adaptarse a los requerimientos del medio guatemalteco.

Las fichas tecnológicas, donde se expresan las características de elaboración y puesta en obra de las tecnologías, así como los datos de los centros y técnicos creadores de las tecnologías, para favorecer el asesoramiento de su aplicación, no cumplen exactamente con la correcta transferencia de tecnologías. Sí lo han cumplido, en cambio, los talleres de transferencia tecnológica realizados, y es de esperar que este proceso tenga continuidad a través de la divulgación de las tecnologías a partir de las FICHAS TECNOLÓGICAS y de la asesoría de los técnicos que asisten a las poblaciones.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del proceso de transferencia de tecnologías para la construcción de viviendas económicas, que han sido desarrolladas por investigadores de 21 países iberoamericanos. Se hace uso del libro “UN TECHO PARA VIVIR” producido por el proyecto CON TECHO del CYTED, así como de distintas fuentes bibliograficas que permiten evaluar de manera efectiva la amplia variedad de tecnologías para la producción de viviendas que han sido diseñadas bajo variados contextos regionales, no aplicables en su totalidad a Guatemala.

En el mes de noviembre del 2007 en Guatemala se realizó el Curso-Taller “Tecnologías para la Producción social del Hábitat”, en el que se contó con la presencia de 18 expertos de la región iberoamericana y la participación de estudiantes y de distintos sectores de la sociedad civil, la preparación y realización de la transferencia tecnológica es el objeto principal del presente trabajo de graduación.

El Taller de transferencia se realizó basado en la selección de tecnologías aplicables, según criterios sísmicos y culturales así como de su desempeño en la ficha de evaluación diseñada. Previo al desarrollo de los talleres se procedió a la reproducción parcial o total de algunas de las tecnologías priorizadas, dejando documentado este proceso, de modo que sea una herramienta que facilite la autoconstrucción.

OBJETIVOS

General

Preparar y realizar correctamente en Guatemala un taller de transferencia de tecnologías, para la producción social del hábitat, en el cual se evidencia de manera práctica la riqueza de información del proyecto CASA-PARTES.

Específicos

1. Determinar a partir del banco de datos del proyecto CASA-PARTES, las tecnologías para techos y muros que pudieran ser aplicadas al medio guatemalteco.
2. Priorizar de entre las tecnologías seleccionadas aquellos métodos constructivos que mejor se adapten a Guatemala.
3. Reproducir adecuadamente las tecnologías priorizadas para el desarrollo de los talleres de transferencia.
4. Organizar y realizar el Taller “Tecnologías para la Producción Social del hábitat”, con la participación de estudiantes de ingeniería civil, ONG´s, organizaciones de pobladores, profesores expertos internacionales, entre otros.

INTRODUCCIÓN

CYTED es el Programa Iberoamericano de Ciencia Y Tecnología para el Desarrollo que promueve la Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología del gobierno español. Es un programa internacional y multilateral de cooperación científica y tecnológica creado en el año de 1984 por acuerdo Marco Interinstitucional entre los gobiernos de 21 países iberoamericanos. Promueve la modernización productiva y la mejora de la calidad de vida de la población de todos los países participantes. Sus objetivos son el fomento de la cooperación en el campo de la investigación aplicada, en el desarrollo tecnológico para la obtención de resultados científicos y tecnológicos transferibles entre los países Iberoamericanos.

El libro “UN TECHO PARA VIVIR” es, en primer lugar, el fruto de la aportación de muchas personas expertas en las tecnologías de producción social del hábitat latinoamericano, que han trabajado conjuntamente en los Proyectos XIV.3 TECHOS y XIV.5 CON TECHO y del PROGRAMA 10x10, del Subprograma XIV. de CYTED. La actividad de este grupo ha tenido actualmente continuidad en el Proyecto de investigación XIV.8 CASA PARTES. Que se desarrolló entre 2003 y 2007, con la participación de 18 expertos de 14 países Iberoamericanos.

De la actividad de los expertos en los proyectos de investigación se derivaron seminarios y talleres de transferencia tecnológica, que se realizaron en los distintos países de América Latina que han formado parte de este proyecto. El aporte creativo de diferentes centros de investigación se concreta en una rica gama de productos tecnológicos.

En los procesos de transferencia, cada uno de estos productos fue sometido a los análisis de aplicabilidad en los distintos contextos nacionales y regionales, teniendo en cuenta las peculiaridades que presentan.

La transferencia tecnológica a Guatemala, contempla procesos de evaluación, estudio y reproducción de cada una de las tecnologías propuestas por el libro “UN TECHO PARA VIVIR” bajo contextos nacionales y regionales aplicables al medio guatemalteco, que resumen las principales características que debe cumplir una vivienda de interés social en la región.

El estudio y reproducción de las Tecnologías seleccionadas como altamente aplicables al medio guatemalteco tuvo como objeto principal, la preparación y desarrollo del taller de Transferencia “Tecnologías para la Producción Social del Hábitat” realizado en el mes de noviembre del 2007, en las instalaciones del Área de Prefabricados del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cuyo proceso se registra en este documento.

1 METODOLOGÍA

Un total de 62 propuestas tecnológicas planteadas por el libro “UN TECHO PARA VIVIR” fueron sometidas al estudio y análisis de aplicabilidad con base a parámetros tales como: sísmico y cultural, de modo que se pudiera obtener un listado de aquellas tecnologías que realmente pudieran ser aplicables a Guatemala.

Luego de haber obtenido el listado de tecnologías aplicables al medio guatemalteco se procedió a diseñar una ficha de evaluación con base a factores climáticos, económicos, técnicos, entre otros, para entonces determinar aquellas que mejor se adaptasen a Guatemala.

Con base a la evaluación realizada con la ficha de evaluación se seleccionaron las tecnologías más destacadas, con el fin de reproducirlas previo al desarrollo del Curso-Taller “Tecnologías para la producción social del hábitat” realizado en el mes de noviembre del 2007. La reproducción de estas tecnologías se realizó, con la menor asesoría posible, basándose principalmente en las fichas de técnicas del libro “Un Techo para Vivir”.

En el mes de noviembre del 2007 como ya se ha mencionado, se realizó el Curso-Taller “Tecnologías para la producción social del hábitat”, en el que se contó con la presencia de 18 expertos de la región iberoamericana y la participación de estudiantes y de distintos sectores de la sociedad civil, la preparación y realización de la transferencia tecnológica ha sido registrada en el presente.

2 MARCO EXPERIMENTAL

2.1 Aspectos generales de la evaluación

Como una medida para determinar si una tecnología es aplicable al medio guatemalteco, se utilizaron dos parámetros fundamentales: aspecto el sísmico y el aspecto cultural, mismos que determinan en gran medida las características principales de una construcción.

2.1.1 Aspecto sísmico

Geográficamente, Guatemala está ubicada en una zona altamente sísmica, según la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), el territorio guatemalteco se divide en macrozonas caracterizadas por su índice de sismicidad que varia de 2 a 4, cada zona requiere de mayores niveles de protección. Lo que hace que este sea uno de los principales aspectos que deben analizarse para determinar si un sistema constructivo puede ser aplicable a Guatemala.

Dentro del aspecto sísmico deben considerarse las características propias de cada estructura tales como el material característico de la tecnología pues está estrechamente ligado con el peso de la construcción, uniones, anclajes, tipo de refuerzo utilizado, etc. mismos que influyen la resistencia y rigidez de la estructura.

2.1.2 Aspecto cultural

Esto se refiere al nivel de aceptación que cada tecnología puede recibir por parte de la población guatemalteca, en cuanto a que ésta se adapte tanto estética como arquitectónicamente al entorno tradicional en cuanto a materiales utilizados y forma de la edificación se refiere.

Cuando una tecnología es culturalmente aceptada se refleja en el interés de las personas en conocerla, desarrollarla y con el tiempo hacer de ella un sistema constructivo que la población hace suya.

2.2 Análisis de aplicabilidad

Después de aplicar a las fichas técnicas del libro “Un Techo para Vivir” todo lo expresado anteriormente, se ha obtenido la tabla I en la que se puede apreciar el listado con la totalidad de tecnologías analizadas, cada una con su respectiva conclusión en cuanto a la aplicabilidad del sistema al medio guatemalteco.

Tabla I. Resumen de aplicabilidad de las tecnologías analizadas, al medio guatemalteco

MADERA			
No	<u>CLASIFICACIÓN</u>	<u>NOMBRE DEL SISTEMA</u>	<u>APLICABLE</u>
1	1.1	Paredes portantes	NO
2	1.2	Techos de barras de madera	SI
3	1.3	Cerchas de madera	SI
4	1.4	Soporteria ligera enrollable	SI
5	1.5	Módulos autoportantes	SI
6	1.6	Modulo "Libro"	SI
7	1.7	Techo pirámide	NO
8	1.8	Techo paraboloides hiperbólico.	NO
9	1.9	Módulo abovedado autoportante de madera	NO
10	1.10	Módulo abovedado de madera con vigas arco reforzadas	NO
11	1.11	Ripoll. Madera estructural	SI
12	1.12	Viviendas de madera VIMA	SI
13	1.13	UMA madera	SI
ADOBE			
No	<u>CLASIFICACIÓN</u>	<u>NOMBRE DEL SISTEMA</u>	<u>APLICABLE</u>
14	2.1	Tecnología mejorada del adobe	SI
15	2.2	Adobe sismorresistente	SI
QUINCHA			
No	<u>CLASIFICACIÓN</u>	<u>NOMBRE DEL SISTEMA</u>	<u>APLICABLE</u>
16	3.1	Quincha prefabricada	SI
17	3.2	MAFALDA QUINCHA	SI
18	3.3	Sistema Bahareque	SI
TIERRA ARMADA			
No	<u>CLASIFICACIÓN</u>	<u>NOMBRE DEL SISTEMA</u>	<u>APLICABLE</u>
19	4.1	Ladrillo sólido de suelo cemento.	SI

20	4.2	Bloque hueco de suelo cemento	SI	
21	4.3	Sistema "BENO"	SI	
22	4.4	Bóveda de suelo-cemento estabilizada	NO	refuerzo insuficiente
CERÁMICA ARMADA				
No	CLASIFICACIÓN	NOMBRE DEL SISTEMA	APLICABLE	OBSERVACIONES
23	5.1	Cubiertas de ladrillo recargado	NO	
24	5.2	Bóveda catalana	NO	
25	5.3	Bóveda de ladrillo armado.	NO	podría ser adaptado
26	5.4	Módulo de cerámica armada	NO	Prototipo
27	5.5	Sistema "BENO"	SI	no usar como muro de carga
28	5.6	Sistema "SEMILLA"	NO	falta información
29	5.7	Sistema "BATEA":	SI	hay que hacer los ladrillos
30	5.8	Prelosa de cerámica armada	NO	puede ser adaptado
31	5.9	Placas de cerámica armada.	NO	puede ser adaptado
FERROCEMENTO				
No	CLASIFICACIÓN	NOMBRE DEL SISTEMA	APLICABLE	OBSERVACIONES
32	6.1	Cúpula de ferrocemento	SI	
33	6.2	Domotecho / Techo De Domocaña	SI	
34	6.3	Sistema "HEGO"	SI	
35	6.4	Viga "U" en argamasa armada (ferrocemento)	NO	falta información
36	6.5	Sistema de cobertura en <i>argamasa armada</i>	SI	
37	6.6	Sistema "Ferrocemento" (F.C.2.)	SI	
MORTERO, HORMIGÓN, CONCRETO.				
No	CLASIFICACIÓN	NOMBRE DEL SISTEMA	APLICABLE	OBSERVACIONES
38	7.1	Sistema SANDINO	NO	
39	7.2	Prefabricado de columna-loseña.	SI	
40	7.3	Bloque panel	NO	
41	7.4	Bloque panel (salvador)	SI	

<u>No</u>	<u>CLASIFICACIÓN</u>	<u>NOMBRE DEL SISTEMA</u>	<u>APLICABLE</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
42	7.5	Teja TEVI	SI	
43	7.6	Teja De Microconcreto	SI	
44	7.7	Tejacreto	SI	
45	7.8	Sistema "LAM"	SI	revisar refuerzos
46	7.9	Techo "Domozed"	SI	Necesita ser modificado.
47	7.10	Vigueta + plaqueta (Cuba)	SI	
48	7.11	Vigueta + plaqueta (Perú)	SI	
49	7.12	Componente Para Techo De Hormigón Armado: Prelosa	NO	podiera ser adaptado
50	7.13	losa canal	SI	Muy pesado.
51	7.14	concrexif	SI	
52	7.15	sistema "MAS"	NO	podiera ser adaptado
53	7.16	sistema constructivo en concreto armado pré-moldado "paliteiro"	SI	falta información
54	7.17	Pavimento de elementos unitarios de hormigón	SI	
HORMIGÓN				
<u>No</u>	<u>CLASIFICACIÓN</u>	<u>NOMBRE DEL SISTEMA</u>	<u>APLICABLE</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
55	8.1	Sancocho	NO	podiera ser adaptado
56	8.2	SISTEMA CONCAPREGO	NO	
57	8.3	DESMONT – able	SI	estructuras provisionales
58	8.4	Placa-Losa	SI	Necesita ser modificado.
ACERO				
<u>No</u>	<u>CLASIFICACIÓN</u>	<u>NOMBRE DEL SISTEMA</u>	<u>APLICABLE</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
59	9.1	sistema "UMA"	NO	podiera ser adaptado
60	9.2	sipromat	NO	
61	9.3	estructuras isotropas	NO	podiera ser adaptado
OTROS MATERIALES				
<u>No</u>	<u>CLASIFICACIÓN</u>	<u>NOMBRE DEL SISTEMA</u>	<u>APLICABLE</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
62	10.1	RESINA POLIURETANA VEGETAL	SI	

2.3 Evaluación de tecnologías aplicables al medio guatemalteco

Existen algunos condicionantes influyentes que intervienen en la construcción de una vivienda, algunos de los más importantes son: clima y terreno, materiales circundantes, tecnologías de ejecución y economía.

El terreno se refiere a la zona geográfica en que se encuentra ubicada, ya sea en terrenos de suelos con alta o baja capacidad de soporte, así como de zonas sísmicas y zonas de alto riesgo como es la construcción en laderas de barrancos.

El clima se refiere a las condiciones climáticas presentes en el medio en que será construida la vivienda, variando de manera significativa los requerimientos de las poblaciones como son aislamiento térmico, elevación de la construcción etc. Lo anterior implica que dentro de la relación clima-vivienda-habitantes pueden ser desglosados dos aspectos, los cuales son: salud y ecología.

La calidad y materiales característicos de una vivienda influyen en la salud de sus habitantes en formas tales como el aislamiento térmico, generando bienestar o malestar dependiendo de la calidad del mismo. También se puede mencionar el riesgo y velocidad de combustión de los materiales de construcción y el riesgo de proliferación de plagas y de enfermedades si la calidad de la vivienda no cumple con los requerimientos básicos para evitarlo.

En el sentido ecológico es la influencia en el medio ambiente de ciertos tipos de construcciones, tales como sobre-explotación de madera si no existen programas reguladores de este recurso, erosión de los suelos producidos por la deforestación, efectos contaminantes producidos por malos métodos de construcción.

Los materiales circundantes se refieren a la abundancia de estos en el medio, así como de los efectos de la explotación de los mismos. Este es uno de los factores más importantes en la construcción de una vivienda del tipo informal pues la disponibilidad de los materiales determinará las principales características físicas de la construcción.

El objeto de las Tecnologías de ejecución es obtener calidad en un proceso de participación y una optimización de la utilización de los recursos existentes y del uso de materiales, seleccionando las mejores opciones, esto se consigue con la formación de equipos técnicos y Apoyo a las comunidades en un proceso de autogestión.

Cuando se habla de recursos económicos para abordar la construcción de una vivienda, tanto a escala individual como familiar, se necesita de una cantidad importante de los mismos, ya que es uno de los gastos más importantes que realiza una persona o grupo familiar en su vida, como colectivamente por parte de una asociación de personas, se debe entender que los distintos sectores de la población poseen distintos grados de poder adquisitivo, especialmente en Guatemala y países de Latinoamérica en que grandes porcentajes de la población se encuentran sumergidos en la pobreza.

2.3.1 Ficha de evaluación

Para evaluar las tecnologías seleccionadas como aplicables al medio guatemalteco, se decidió diseñar una ficha de evaluación que contempla los siguientes aspectos:

- Económico
- Ecológico
- Disponibilidad de materia prima
- Salud
- Cultura
- Aspectos técnicos

En la ficha de evaluación cada aspecto ha sido subdividido en criterios que han sido ponderados, con el fin de poder determinar aquellas tecnologías que mejor se adapten a los requerimientos de autogestión de vivienda en Guatemala. A continuación se muestra la ficha de evaluación diseñada, misma que fue aplicada a cada una de las tecnologías seleccionadas como aplicables al medio guatemalteco.

Tabla II. Ficha de evaluación (matriz)

Aspectos a evaluar	Ventajas	Desventajas	Evaluación	punteo
Económico			<i>Velocidad de construcción (10 Pts)</i>	
			<i>Durabilidad(10 Pts)</i>	
			<i>Costo de material prima (10 Pts)</i>	
			<i>Transporte (10Pts.)</i>	
			<i>Mano de obra (10 Pts)</i>	
Ecológico			<i>No contaminante (10pts)</i>	
			<i>Ahorro en consumo energía(10Pts.)</i>	
Salud			<i>Aislamiento térmico (10Pts.)</i>	
			<i>Prevención de plagas (10pts.)</i>	
Aspectos técnicos			<i>simplicidad del sistema (10pts)</i>	
Total (100pts.)				

2.3.2 Conclusiones y resultados de la evaluación

Después de realizar la evaluación de todas las tecnologías seleccionadas como aplicables al medio guatemalteco, se obtuvieron puntuaciones que pueden ser interpretadas como nivel de aplicabilidad o facilidad para implementarse en Guatemala en su estado actual.

El promedio de la evaluación es 71.36 puntos, lo cual denota que las tecnologías evaluadas poseen gran aplicabilidad al medio guatemalteco debido a su economía y simplicidad.

Cada tecnología ha sido desarrollada con la finalidad de aportar una solución rápida y duradera al problema de la vivienda en las distintas regiones de Ibero-América; su alto grado de aplicabilidad al medio guatemalteco lo demuestra.

En la tabla resumen se pueden apreciar las distintas puntuaciones obtenidas por cada tecnología después de ser aplicada la ficha de evaluación. De estos resultados se observa que las tecnologías más aplicables al medio guatemalteco son aquellas que promueven el uso de materiales económicos disponibles en el lugar, tales como barro, vara de castilla, adobe, suelo estabilizado, etc. Las tecnologías combinadas ofrecen mayor versatilidad para su implementación en Guatemala.

Tabla III. Resumen de la evaluación de tecnologías aplicables al medio guatemalteco.

No.	Clasificación	Nombre De La Tecnología	Puntuación
1	1,2	techos de barras de madera	73
2	1,3	cerchas de madera	71
3	1,4	soportería ligera enrollable	81
4	1,5	módulos autoportantes	83
5	1,6	modulo "libro"	72
6	1,11	Ripoll. madera estructural	71
7	1,12	viviendas de madera vima	60
8	1,13	Uma madera	55
9	2,1	tecnología mejorada del adobe	78
10	2,2	adobe sismorresistente	78
11	3,1	quincha prefabricada	91
12	3,2	mafalda quincha	87
13	3,3	sistema bahareque	83
14	4,1	ladrillo solidó de suelo cemento.	92
15	4,2	bloque hueco de suelo cemento	89
16	4,3	sistema "beno"	80
17	5,5	sistema "beno"	80
18	5,7	sistema "batea":	78
19	6,1	cúpula de ferrocemento:	71
20	6,2	domotecho / techo de domocaña	85
21	6,3	sistema "hego"	71
22	6,5	sistema de cobertura en <i>argamasa armada</i>	69
23	6,6	sistema "ferrocemento" (f.c.2.)	59
24	7,2	prefabricado de columna-loseta.	55
25	7,4	bloque panel (salvador)	58
26	7,5	teja tevi	77
27	7,6	teja de microconcreto	78
28	7,7	tejacreto	78
29	7,8	sistema "lam"	60
30	7,9	techo "domozed"	58
31	7,10	vigueta + plaqueta (cuba)	65
32	7,11	vigueta + plaqueta (perú)	68
33	7,13	losa canal	54
34	7,14	concrefix	53
35	7,16	"paliteiro"	46
36	7,17	pavimento de elementos unitarios de hormigón	59
37	8,3	desmont – able	79
38	8,4	placa-losa	60
39	10,1	resina poliuretana vegetal	78

2.3.3 Tecnologías priorizadas para su reproducción

Como parte del proceso de transferencia es necesario hacer una reproducción de las tecnologías que mejor se ajusten al medio guatemalteco, para este fin han sido seleccionadas ocho de las tecnologías más destacadas, tanto por su representatividad como base de otras técnicas constructivas como por su desempeño en las ficha de evaluación. El principal criterio utilizado para la selección es el de reproducir por lo menos una tecnología de cada material constructivo de la clasificación de la tabla I.

Las tecnologías priorizadas fueron reproducidas previamente al desarrollo de los talleres “Tecnologías para la producción social de Hábitat”, este proceso ha sido documentado la sección 2.4. La reproducción de los elementos se realizó con la menor asesoría posible, principalmente basándose en las fichas técnicas del libro “Un techo para vivir”. Complementando el proceso de transferencia con la experiencia de aprender haciendo. A continuación se presenta el listado de las tecnologías priorizadas para su reproducción y desarrollo en el Curso-taller “Tecnologías para la Producción Social del Hábitat”:

Tabla IV. Tecnologías priorizadas

No.	Clasificación	Nombre	Puntuación	País de origen	Tipo
1	4,1	Ladrillo sólido de suelo cemento.	92	Salvador	Muros
2	3,1	Quincha prefabricada	91	Perú	Muros
3	6,2	Domotecho / techo de domocaña	85	Perú	Techo
4	1,5	Módulos autoportantes	83	Argentina	Techo
5	4,3	Sistema “BENO”	80	Salvador	Muros
6	5,7	Sistema “BATEA”:	78	Argentina	Techo
7	1,2	Techos de barras de madera	73	México	Techo
8	7,10	Vigueta + plaqueta (cuba)	65	Cuba	Techos

2.4 Reproducción de tecnologías para la producción social del hábitat

2.4.1 Ladrillos sólidos de suelo cemento

Aportes tecnológicos de El Salvador. Consiste en la fabricación de bloques de suelo y cemento combinados, que actúan del mismo modo que los bloques de ladrillo de barro cocido en una construcción de mampostería.

La característica principal que hace a este sistema económico es la auto-fabricación de los bloques del mismo modo en que se fabrica el adobe (con ciertas diferencias). Resultando un método más económico y liviano en comparación con la utilización de ladrillos de barro cocido. Obteniendo un rendimiento de hasta 80 ladrillos por saco de cemento.

Figura 1. Construcción hecha con ladrillos de suelo cemento



Fuente: Pedro Lorenzo Gáligo, **Un techo para Vivir**, cáp. 3

Consiste en la fabricación de ladrillos cuyo componente principal es la ceniza volcánica, arena pómez y cemento, cuyas dosificaciones varían dependiendo de las características de los materiales propios de cada región. Para determinar la proporción de la mezcla antes deben realizarse pruebas preliminares con distintas dosificaciones para determinar una mezcla adecuada que proporcione al bloque una resistencia aceptable. La figura 1 muestra una vivienda construida con ladrillos de este tipo.

2.4.1.1 Pruebas preliminares

Se realizaron distintas dosificaciones de material tomando en cuenta la manejabilidad de la mezcla así como la calidad del bloque obtenido; en la figura 2 pueden apreciarse algunas de las pruebas preliminares realizadas con cemento “C”, arena amarilla “A” y ceniza volcánica “S”.

Figura 2. Imagen de dos bloques con distintas dosificaciones de cemento, arena pómez y ceniza volcánica



Se realizaron distintas proporciones de la mezcla, manteniendo la relación de uno de cemento y diez de agregado, aunque las fichas técnicas del libro “Un techo para Vivir” recomiendan que la dosificación para la elaboración de los bloques depende de la calidad de la tierra, pero la dosificación más usual es de 1:15, donde:

- 1 parte de cemento
- 15 partes de ceniza volcánica

La dosificación para pegamentos de bloques: es de 1:3:1, donde:

- 1 parte de cemento
- 3 partes de ceniza (de la misma calidad del bloque)
- 1 parte de arena

Para ladrillos expuestos directamente al ambiente utilizar proporción de 1:10 y para interiores o que se encontraran bajo techo 1:15. Las dosificaciones anteriores son recomendadas según experiencias de talleres anteriores, pero esta dependerá principalmente de la calidad del bloque obtenido.

De las pruebas preliminares se determinó que la proporción (1:5:5) es la que mejor se adaptaba a los requerimientos de resistencia y manejabilidad necesarios. Se recomienda que los muros realizados con estos bloques sean recubiertos para asegurar la durabilidad de la construcción.

2.4.1.2 Área de trabajo

Después de seleccionar los materiales a utilizar así como una proporción adecuada para los bloques, se debe preparar un área de trabajo, esta debe cumplir con las siguientes características:

- debe encontrarse en un lugar protegido del sol y la lluvia
- se deben elaborar los ladrillos sobre una superficie regular
- de ser posible utilizar una base de nylon
- el área de trabajo debe ser amplia (esto lo determina la cantidad de ladrillos a producir).

Para la reproducción de ladrillos de suelo-cemento utilizados en el desarrollo de esta y otras tecnologías para la producción social del hábitat se utilizo el área de trabajo que se muestra en las figura 3.

Figura 3. Área de trabajo utilizada en el proceso de producción.



2.4.1.3 Proceso de producción

En primer lugar, se prepara el material inerte en la proporción adecuada, una vez mezclado se combina con cemento, la cantidad de agua que debe agregarse a la mezcla será tal, que se deje moldear al apretar con la mano una porción de la misma. La manejabilidad de la mezcla depende en gran medida de la humedad y características de los materiales utilizados.

Preparada la mezcla se debe colocar el molde sobre una superficie plana, seguido a esto se procede al llenado del mismo con la mezcla, esto debe hacerse por capas, compactando cada una de ellas lo mejor posible, como se muestra en la siguiente imagen, seguido a esto se riza y se retira el molde con cuidado.

Para obtener bloques de calidad uniforme el llenado del molde para bloques grandes se realiza a dos capas mientras que para las bovedillas solamente a una, para el apisonado se dieron 15 golpes por capa.

Figura 4. Fases del proceso de producción de un ladrillo de suelo-cemento.



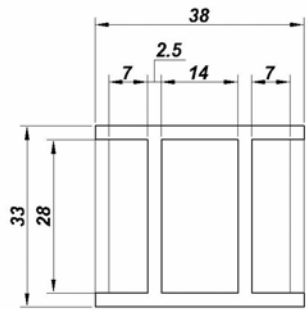
Los ladrillos pueden ser manipulados (cuidadosamente) 24 horas después de su fabricación, después se debe proceder al curado de los mismos humedeciéndolos de dos a tres veces al día durante al menos tres días, estos deben conservarse preferiblemente en un lugar protegido de la intemperie como se aprecia en la figura 5. Los bloques pueden ser utilizados dos semanas después de elaborados.

Figura 5. Ladrillos producidos.

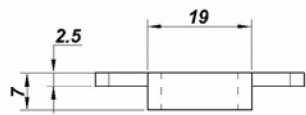


En la figura 6 se detallan los moldes utilizados para la fabricación del ladrillo de suelo cemento y la bovedilla utilizada en la reproducción del sistema “BENO” y “BATEA”.

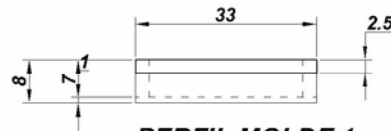
Figura 6. Detalle de los moldes para la fabricación de ladrillos de suelo-cemento.



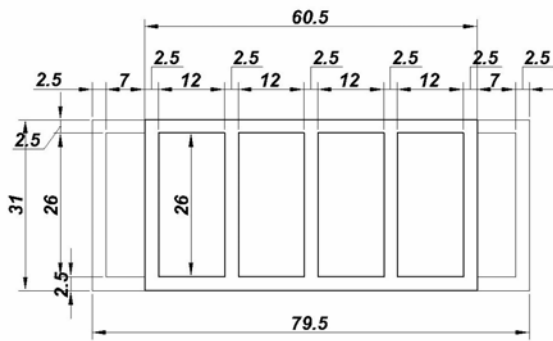
PLANTA MOLDE 1



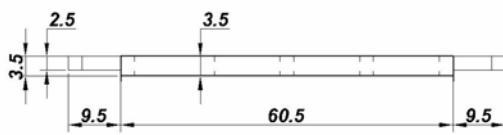
ELEVACIÓN MOLDE 1



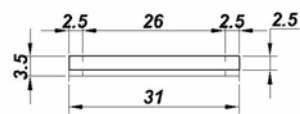
PERFIL MOLDE 1



PLANTA MOLDE 2



ELEVACIÓN MOLDE 2



PERFIL MOLDE 2



2.4.2 Quincha Prefabricada

Aportes tecnológicos del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI), Perú. Consiste en la fabricación de paneles que son motados sobre un cemento superficial llamado sobrecimiento, formando así los muros de la vivienda, cabe destacar que estos muros deben cargar un techo de estructura liviana.

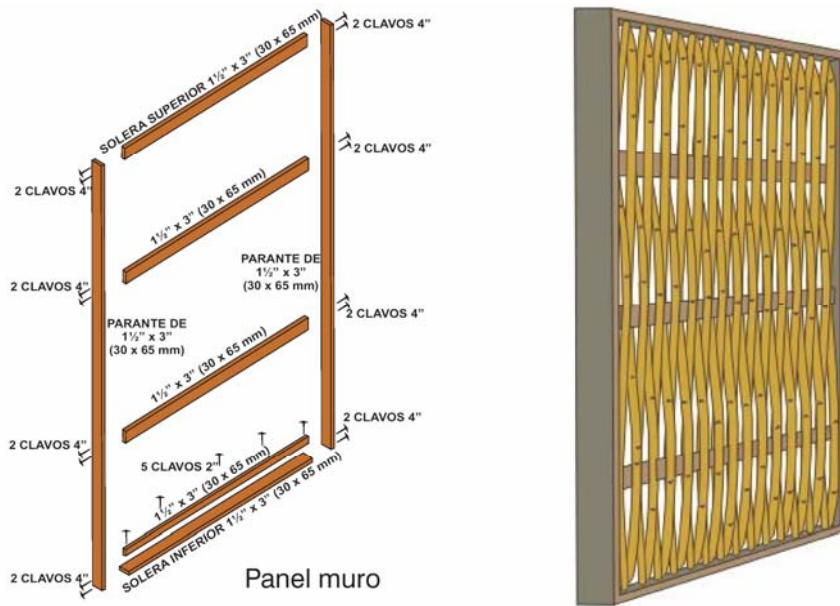
Figura 7. Muestra de un elemento en proceso de construcción



Fuente: Pedro Lorenzo Gállico, **Un techo para Vivir**, Pág. 180

La Quincha ha sido desarrollada y utilizada en el Perú desde los tiempos de la colonia, consiste en la prefabricación de paneles de madera con un entrelazado interior de cañas de carrizo, bahareque o bambú. Los módulos son de muy bajo peso y fácil transporte. Existe gran variedad en cuanto a la forma del panel mismo dependerá de las modulaciones necesarias para construir el ambiente que se desea cubrir, a continuación se muestra el detalle de armado de el medio panel.

Figura 8. Detalle medio panel



Fuente: Pedro Lorenzo, **Un techo para Vivir**, Pág. 181

2.4.2.1 Procesos preliminares

Se debe contar con reglas de madera preferiblemente tratada de sección $1\frac{1}{2}'' \times 3''$ y de longitudes variadas dependiendo de las alturas máximas de los paneles. Así también es necesario un número suficiente de cañas de bahareque de aproximadamente $\frac{1}{2}''$ a $\frac{3}{4}''$, el rendimiento de las cañas es de aproximadamente 30 cañas por metro lineal a cubrir por lo que la cantidad necesaria esta en función del número de paneles a fabricar.

El largo de las cañas debe ser el alto del panel más 30 cm como mínimo, por ejemplo si el panel mide 2.20 m de alto, el largo de la caña necesaria será de 2.50 m.

Las cañas deben estar en su estado verde de modo que permitan flexionarse sin quebrarse, se recomienda que la caña sea cortada pocos días antes de utilizarse (no más de una semana), deben conservarse las cañas en un lugar fresco y protegido del sol y en posición horizontal para evitar que estas se deformen.

Como en todo proceso de producción son necesarias herramientas y materiales que permitan realizar el trabajo lo mejor posible, las herramientas y materiales necesarios se muestran a continuación:

- **Herramientas**

- equipo de carpintería (serrucho, escuadra, martillos, etc.)
- carretilla de mano
- palas
- planchas de albañil
- cubetas
- sierra

- **Materiales**

- Barro (tamizado y sin presencia de partículas grandes)
- Paja (se utilizo fibra de coco)
- Arena de río
- Caña de castilla, bahareque. De \varnothing $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ "
- Reglas de madera de 1 11/2" X 3"
- Clavos de 2"
- Cola para madera.

2.4.2.2 Área de trabajo

Para la fabricación de los marcos de madera es necesario contar con un taller de carpintería que permita una producción uniforme y estandarizada de los elementos. Para la etapa de trenzado de las cañas no es necesario contar con ningún tipo de instalación especial, solamente se necesita un lugar con espacio suficiente para poder manipular fácilmente las cañas y el marco de madera.

Cuando los paneles finalmente serán instalados y recubiertos con barro es recomendable que el lugar esté tan protegido del sol y la lluvia como sea posible.

2.4.2.3 Proceso de producción

El marco de madera es fabricado, según el diseño de las modulaciones existentes. Seguido a esto se procede a hacer un trenzado longitudinal con las cañas de bahareque tratando de colocar las cañas lo más junto posible. El trenzado debe hacerse alternando el sentido de las cañas de modo que el lado más ancho de la caña quede en la base y en la parte superior del panel de una manera uniforme, (punta, base, punta, base...). Se cortan las puntas sobrantes y el panel queda listo para su traslado e instalación, este proceso se muestra en la figura 9.

Figura 9. Marco y trenzado de las cañas



Luego de colocado el panel en el lugar donde finalmente permanecerá se procede a hacer un primer recubrimiento de barro mezclado con paja en una proporción que permita buena manejabilidad y asegure su adherencia a las cañas. La aplicación de la mezcla debe hacerse evitando dejar espacios vacíos en el interior del panel.

Figura 11. Instalación del marco y aplicación de Primer recubrimiento de barro.



La mezcla de barro y paja, debe hacerse preferiblemente con las manos o con los pies hasta obtener un material homogéneo, la aplicación de la mezcla se recomienda se realice con las manos y recubriendo ambos lados a la vez.

Un segundo recubrimiento debe ser aplicado hasta que el primero este completamente seco, las fisuras producidas por la perdida de humedad del barro en el primer recubrimiento ayudarán a que el segundo recubrimiento se adhiera correctamente al panel., este debe aplicarse con una mezcla compuesta de barro y arena, o cualquier otro recubrimiento que se considere apropiado pues este recubrimiento no debe fisurarse; en la figura 11 puede apreciarse el panel del fondo ha sido completamente recubierto.

Figura 11. Panel completamente revestido



El segundo recubrimiento es un acabado final, que debe procurarse proteja la estructura lo mejor posible del efecto del ambiente y sea estéticamente agradable. No existe una proporción que pudiese generalizarse para revestimientos en base tierra, es necesario hacer pruebas con materiales locales, estos deben ser en base a arena, arcilla y limo.

2.4.3 Techo de Domocaña

Aportes tecnológicos de Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes, Lima, Perú. Consiste en la elaboración de un domo cuyo método de construcción es muy similar a un domo de ferrocemento, la variante más significativa de este sistema es la utilización de cañas de bambú, quincha o carrizo también llamado bahareque en la estructura del domo reduciendo así de manera significativa el peso de la estructura y manteniendo sus características estructurales y sismorresistentes.

Una de las mayores ventajas del sistema es que por su simplicidad favorece la autoconstrucción. La apariencia final de este sistema deja totalmente oculta la estructura de bambú por lo que no se diferencia de un domo hecho con acero. La imagen muestra un domo terminado.

Figura 12. Muestra de una cubierta de domocaña



Fuente: Pedro Lorenzo Gállico, **Un Techo para vivir**, cáp. 3

2.4.3.1 Procesos preliminares

Se debe contar con 4 reglas de madera preferiblemente tratada de sección 1"X 4" y cuatro de 2"X2", las longitudes variarán dependiendo de las luces que se deseen cubrir con el domo, estas serán utilizadas para la fabricación de un marco que sostendrá el domo.

Es necesario también un número suficiente de cañas de bahareque de aproximadamente $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ " y con una longitud tal que permita producir una contraflecha mínima de 40 cm para el domo. Las cañas deben estar en su estado verde de modo que permitan flexionarse sin quebrarse, se recomienda que la caña sea cortada pocos días antes de utilizarse (no más de una semana), deben conservarse las cañas en un lugar fresco y protegido del sol y en posición horizontal para evitar que estas se deformen. El estado de las cañas es de mucha importancia para que éstas no se quiebren al momento de realizar la armadura del domo.

Los materiales y herramientas necesarias para construir el Domocaña son:

- **Materiales**
 - Cañas de bahareque de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ " o bien bambú
 - Madera para el marco
 - Malla de gallinero de $\frac{1}{2}$ ", la suficiente para cubrir con dos capas el domo.
 - Alambre de amarre
 - Clavos de 2 $\frac{1}{2}$ "

- Cemento
- Arena
- Cubierta de nylon (para el curado)

- **Herramientas**
 - Tenazas de armados
 - Sierra para cortar metal
 - Martillos
 - Escuadra de carpintero
 - Ganchos para tensar
 - Carretilla de mano
 - Palas cuadradas
 - Cubetas
 - Cucharas de albañil
 - Planchas de albañil
 - Cinta métrica

2.4.3.2 Área de trabajo

Debido a la simplicidad del sistema solamente es necesario de equipo carpintería para realizar el marco, aunque este puede ser prefabricado en un taller y luego llevado y ensamblado en obra. Para realizar los demás procedimientos es necesario un área espaciosa para trabajar.

Aunque la estructura completa del domo puede realizarse prácticamente en cualquier parte para ser trasladada posteriormente a la obra, es recomendable que este proceso se realice al pie de la obra.

2.4.3.3 Proceso de producción

El primer paso consiste en hacer un marco de madera con las dimensiones del ambiente que se desea cubrir, son necesarias cuatro piezas de sección 1"X4" y cuatro piezas de 2"X2"., ensambladas como se muestra en la figura 13, se deben colocar clavos a cada 20 cm.

Siendo el domo una estructura que trabaja principalmente a compresión, es necesario que la calidad del marco sea buena, pues sobre éste recaerá buena parte de los esfuerzos.

Figura 13. Preparación del marco de madera



Seguido a la preparación del marco se procede a la elaboración de la estructura de caña, la forma aconsejable para realizar este procedimiento es colocando en el centro del marco de madera dos cañas que deberán funcionar como guía para dar forma adecuada a la estructura, una de las cañas será colocada transversal y otra longitudinalmente, es aconsejable trabajar un lado a la vez y colocar las cañas a una distancia entre ellas de entre 15 a 30 cm. En la figura 14 se muestra el proceso de armado de la estructura.

Figura 14. Armado de la estructura de cañas.



Cada una de las intersecciones de las cañas deberá ser sujeta con alambre de amarre para que la estructura funcione como un solo cuerpo. Una vez terminada la estructura de caña, se procede a recubrir con malla de gallinero el interior y exterior de la estructura, el recubrimiento debe quedar tan tenso y unido al entramado como sea posible.

Figura 15. Instalación de la malla de gallinero a la estructura de cañas de bahareque.



El transporte e instalación del domo debe realizarse antes de ser cubierto de mortero, pues es en este momento cuando la estructura es lo suficientemente sólida y ligera para ser transportada, esto puede ser realizado cómodamente por tres personas.

En esta etapa del proceso el domo ya es capaz de soportar el peso de una persona, finalmente se procede a recubrir con mortero a una proporción 1:3, es recomendable realizar este procedimiento en ambos lados a la vez. El curado de la pieza se debe hacer humedeciéndola periódicamente durante 15 días. El resultado es una estructura muy resistente, en la figura 16 se muestra el aspecto final del Domocaña.

Figura 16. Domo terminado.



La reproducción del Domocaña realizada en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de Universidad de San Carlos fue realizada con cañas de Bahareque de $\frac{3}{4}$ ", pero también puede utilizarse cañas de Bambú chancado y sustituir la malla de gallinero por esterilla de Bambú. El domo mostrado en las figuras 14-16 fue realizado en un periodo de dos días, demostrando la rapidez del proceso de construcción si se cuenta con mano de obra suficiente.

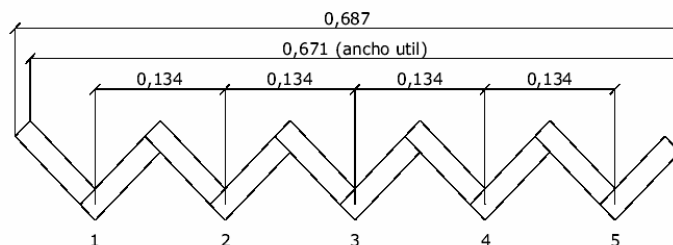
2.4.4 Sistema de módulos autoportantes para techos y tabiques de madera plegada

Aportes tecnológicos del Centro Experimental de la Vivienda Económica CEVE. Argentina. Autor del sistema: Arq. Héctor Massuh. El sistema consiste en la fabricación de módulos a partir de tablas de 1"x 6" de sección, los cuales pueden ser utilizados indistintamente en paredes y techos lo que promueve la facilidad del empleo del sistema.

Los módulos son fabricados uniendo tablas unas con otras formando ángulos rectos, la longitud puede ser de 3.60 a 4.20 m. Al módulo debe aplicársele una capa de impermeabilizante para conservar en buen estado la madera. Por su forma es fácil colocar una cubierta de cualquier tipo de teja en la estructura. A continuación se muestra un detalle de la forma del módulo.

Figura 17. Tabique de madera plegada

- 1. TABLAS DE 1"x 4"
- L= 3,60 m. Dist. e/apoyos: 3,20 m
- CANTIDAD DE "V": 5



1"= 22 mm de esp. en Madera cepillada
5"= 92 a 95 mm de ancho de Madera cepillada

Fuente: Pedro Lorenzo Gállico, **Un techo para Vivir**, cáp. 3

Se recomienda el uso de esta tecnología principalmente en techos de cubierta debido a su valor estético y simplicidad de montaje, pues puede utilizarse del mismo modo en que se utiliza una lámina galvanizada con la diferencia de que el módulo no requiere de estructura metálica adicional como refuerzo, esto dado la resistencia que su forma le proporciona.

2.4.4.1 Procesos preliminares

Se debe tener preparada madera de sección adecuada, es recomendable que las tablas a utilizar sean de la mejor calidad posible preferiblemente tratada y sin presencia de nudos o deformaciones que incidan en la calidad de la pieza. Los materiales y herramientas necesarias para construir los módulos son:

- **Materiales**
 - tablas de madera de sección 1"X5" L= 2.40 m
 - clavos de 2 ½"
 - cola blanca

- **Herramienta**
 - Martillos
 - Escuadra
 - Cinta métrica

2.4.4.2 Área de trabajo

El área de trabajo se recomienda sea un taller de carpintería, aunque un área cubierta y espaciosa es suficiente, por comodidad de la persona encargada de la reproducción se recomienda utilizar una mesa de trabajo.

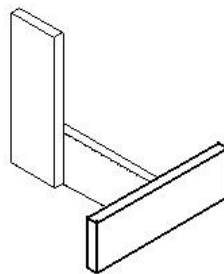
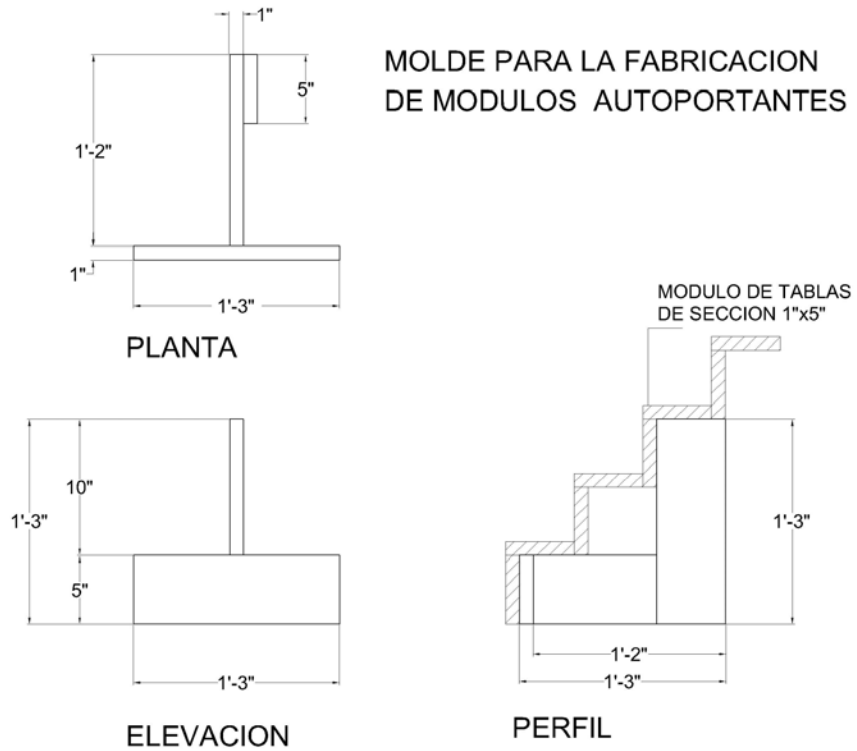
2.4.4.3 Proceso de producción

Para la reproducción de un módulo son necesarias cerca de ocho tablas de madera de sección 1"X5", 1"X6", 1"X4", el número de tablas puede ser variado, según la sección de la madera a utilizar. Se procede a la fabricación de un molde que servirá de apoyo para unir las tablas en ángulos rectos. El detalle y diseño de este molde se muestra más adelante (figura 18). Para la fabricación de un módulo se recomienda unir series de dos tablas formando "V" luego se unirán dos de estas V's, obteniendo piezas en forma de "W", del mismo modo uniendo dos "W" queda el modulo terminado. A continuación se muestran las características de distintos módulos.

Tabla V. especificaciones de módulos autoportantes

MÓDULOS PLEGADOS AUTOPORTANTES			
CÓMPUTO DE MATERIALES	1" x 4" x 3,60 m	1" x 5" x 3,90 m	1" x 6" x 4,20 m
Pino Elliotti	40 pie ²	43 pie ²	35 pie ²
Adhesivo vinílico	300 cm ³	350 cm ³	250 cm ³
Clavos espiralados (1 c/20 cm)	180 unidades	140 unidades	105 unidades
Área que cubre	0,671 x 3,60 = 2,42 m ²	0,650 x 3,90 = 2,54 m ²	0,615 x 4,20 = 2,58 m ²
Peso= 450 kg/m ³	33 kg	36 kg	35 kg
Ancho útil (mm)	671 mm	650 mm	615 mm
Pie ²	32,8	32,8	29,5
Clavos 2 ½"	135 unidades	105 unidades	75 unidades

Figura 18. Detalle de molde para módulos autoportantes



VISTA ISOMÉTRICA DEL MOLDE

Para la unión de cada una de las tablas es necesario clavo de 2 1/2" así como de cola blanca, esta última será aplicada a lo largo de toda la tabla, los clavos serán colocados a distancias no mayores de 20 cm.

Figura 19. Unión de dos vetas



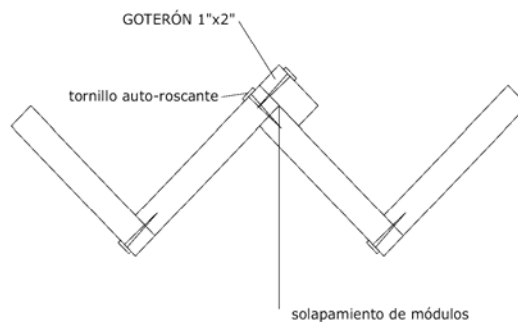
Figura 20. Módulo terminado.



En las figuras anteriores se muestra parte del proceso de producción de un módulo producto de la experiencia en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la figura 21 se muestra el detalle de la unión de varios módulos luego de ser instalados.

Figura 21. Detalle de unión

DETALLE UNIÓN DE MÓDULOS



2.4.5 Sistema Beno de suelo-cemento

Aportes tecnológicos del “CEVE”, Argentina y de FUNDASAL, El Salvador. El sistema BENO consiste en paneles prefabricados de ladrillos de suelocemento reforzado, este sistema necesita una losa de fundición, así como de solera de coronamiento, es recomendable la utilización de una cubierta de bajo peso para no sumar cargas excesivas a la estructura.

Con los paneles es posible adaptarse a casi cualquier tipo de diseño arquitectónico. La velocidad de construcción es muy alta aproximadamente de unas dos semanas. El montaje de los paneles es sencillo y no requiere de mano de obra excesiva, la gran ventaja de este sistema es que es altamente estético y puede construirse toda una vivienda.

Los paneles se montan contraponiéndolos unos a otros, luego se procede a cubrir con una capa de repello, obteniendo así una construcción estéticamente agradable. En la figura 22 se aprecia una vivienda construida con paneles Beno

Figura 22. Sistema BENO aplicado



Fuente: Pedro Lorenzo Gállico, **Un techo para Vivir**, cáp. 3

2.4.5.1 Procesos preliminares

Este sistema esta constituido por paneles de ladrillo o bovedilla de suelo-cemento (dimensiones 12 x 26 x 3,5 cm), por lo que previamente se debe cuantificar y producir los ladrillos que serán necesarios para la fabricación de la cantidad de placas deseadas, cada placa utiliza 24 bovedillas.

Las bovedillas de suelo-cemento deben ser fabricadas alrededor de dos semanas a un mes antes de construir las placas para que estas adquieran una resistencia aceptable para ser utilizadas sin problemas. Este procedimiento se describe con más detalle en la sección 2.4.1 del presente capítulo. Antes de realizar las placas deben saturarse las bovedillas.

El listado de materiales y herramientas necesarias para la construcción de las placas del sistema BENO se detalla a continuación:

- **Materiales**
 - Bovedillas de ladrillo o suelo-cemento (24 por placa).
 - Cemento
 - Arena de río
 - Acero Ø4.2 mm de alta resistencia o su equivalente comercial.
 - Alambre galvanizado calibre 18
 - Madera de 1 ½" X3" de sección
 - Madera de 1"X 1 ½"

- **Herramientas**

- Pala cuadrada
- Cubetas de albañilería
- Carretilla de mano
- Cucharas de albañil
- Cinta métrica
- Escoba
- Desencofrante
- Martillo
- Clavos

2.4.5.2 Área de trabajo

El área de trabajo debe ser una superficie espaciosa, uniforme y perfectamente nivelada pues de esto depende la calidad del módulo. Preferiblemente debe ser un lugar fresco. Sobre el suelo debe extenderse una cubierta de Nylon grueso y humedecerse toda la superficie.

2.4.5.3 Proceso de reproducción

Previamente deben ser fabricadas bovedillas de suelo cemento de dimensiones 3.5X12X26 cm, o bien pueden ser utilizadas piezas de ladrillo cerámico, que bien sí mejoran la calidad estética de la construcción aumentan el peso de la misma. Las bovedillas de ladrillo deben estar saturadas antes de su utilización.

El molde es únicamente un marco de madera con las dimensiones de la placa, este molde debe ser dispuesto de modo tal que sea fácil de retirarlo después de ser utilizado. También se debe preparar un molde para realizar el nervio interior de la placa, para esto se utilizan las reglas de 1 ½" X1".

Debe colocarse el molde de madera sobre la cubierta de Nylon y cubrir el interior del marco con desencofrante para facilitar el retiro del mismo. Los ladrillos (saturados) deben ser colocados dentro del molde, dispuestos en tres filas y a una distancia igual al espesor de un ladrillo como se muestra a continuación.

Figura 23. Colocado de los ladrillos en el molde de madera.



Seguido a la colocación de las piezas de suelo-cemento se coloca el acero de refuerzo $\varnothing \frac{1}{4}$ " o acero milimétrico de 4.2 mm (no es armadura) y se llenan los espacios con mortero de proporción 1:3, luego se procede a hacer un barrido de cemento en la capa superior de la placa con una mezcla de mortero más fluida a la utilizada para el colado de los espacios.

Debe cuidarse que el recubrimiento del mortero en la parte superior de la placa sea tan delgado como sea posible pues de esto depende en gran medida el peso de la pieza. Las piezas de alambre galvanizado deben sobresalir sus puntas del modulo pues estas servirán para amarrar las placas cuando sean contrapuestas.

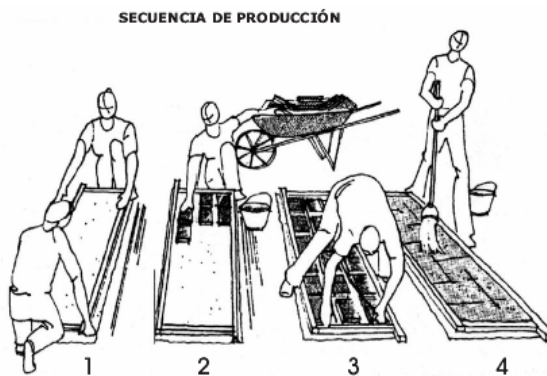
Se procede a fundir el nervio con una mezcla de mortero menos fluida que la utilizada para el barrido en la parte superior, colocando y retirando el molde después de llenado. Es necesario mencionar que un menor asentamiento de la mezcla evita que el nervio se deforme al ser retirado el molde. Se recomienda la utilización de un desencofrante para facilitar el retiro de la formaleta y obtener un nervio uniforme, en la imagen se aprecia el colado de la placa BENO.

Figura 25. Fabricación de la placa BENO



Pasadas 24 horas se puede retirar el marco de la placa y después de 48 horas puede ser acopiada en un lugar fresco. Para el curado la placa debe rociarse con agua durante tres o cuatro veces al día. En la figura 25 se resume parte del proceso de producción.

Figura 25. Proceso de producción



Fuente: Pedro Lorenzo, Un techo para vivir, Pág. 221

En la figura 26 puede apreciarse una placa BENO terminada resultado del proceso de transferencia de tecnologías (figura 27) a Guatemala, aplicando modificaciones al sistema original tales como la sustitución de las piezas de cerámica con la auto-fabricación de piezas de suelo-cemento, con esto se redujo el peso de la placa de 80 Kg. a 68 Kg.

Figura 26. Vista exterior de la placa BENO (suelo-Cemento)



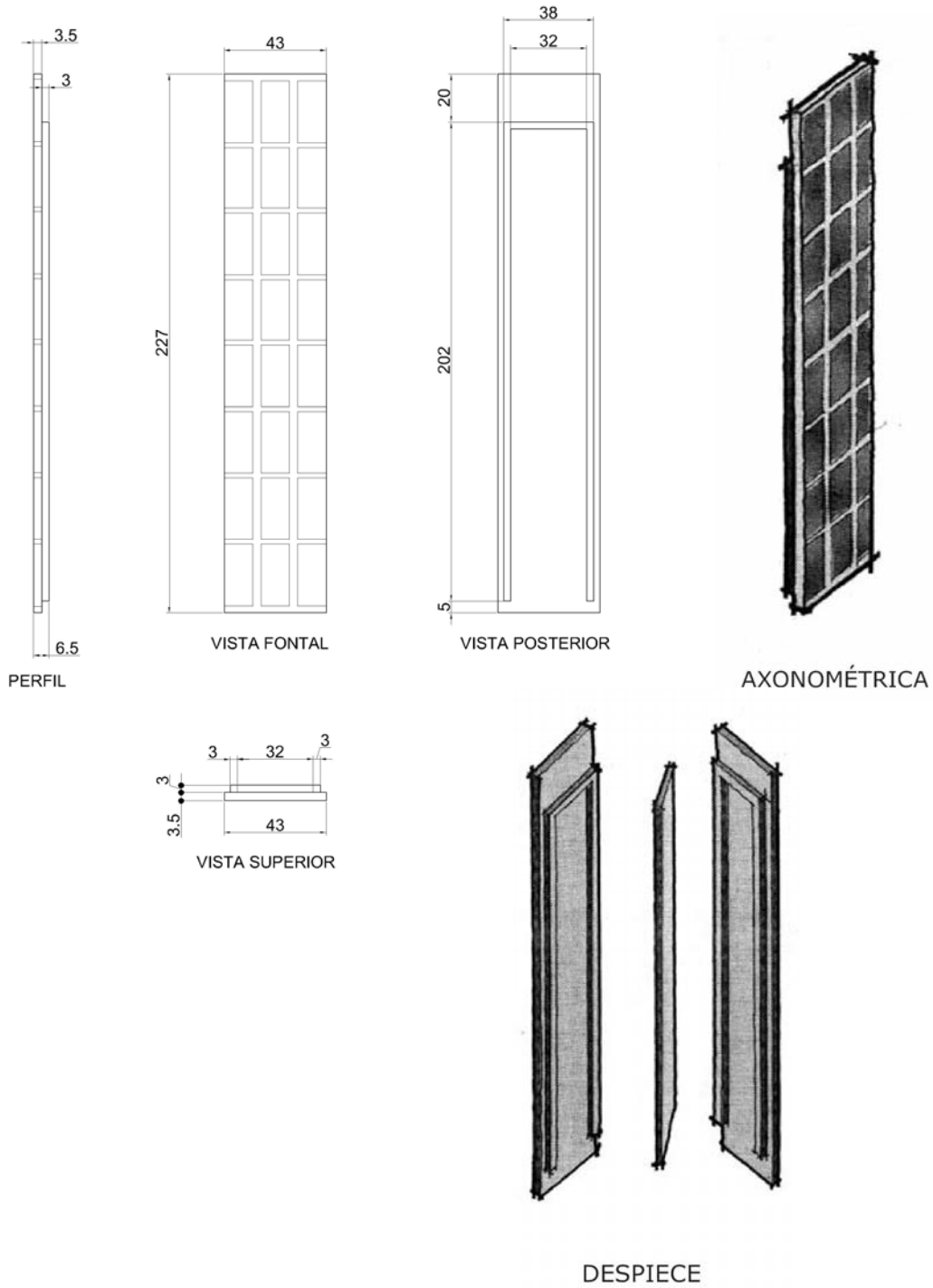
Figura 27. Placa Beno (ladrillo)



Fuente: Pedro Lorenzo,
Un techo para vivir, Pág. 223

En la figura 28 se muestran detalles de la forma y armado de las placas que conforman el sistema BENO de suelo-cemento.

Figura 28. Detalle de placa BENO.



2.4.6 Módulos autoportantes de cerámica armada BATEA

Aportes tecnológicos del CEVE Centro Experimental de la Vivienda Económica. Este sistema consiste en la refabricación de módulos de cerámica armada con refuerzos tanto longitudinales como transversales. Su forma y dimensiones aseguran la buena capacidad de la estructura a resistir cargas verticales.

El peso de la estructura es relativamente bajo en comparación con una losa tradicional de concreto. Alrededor de 120 Kg. en módulos de ladrillo. Por lo que para transportar y montar el elemento es necesario de por lo menos cuatro personas, aunque con la utilización de bovedillas de suelo-cemento el peso se redujo a 106 Kg.

El sistema “BATEA T” para techos de cubierta y BATEA para entresijos son esencialmente muy parecidos, distinguiéndose por la forma de montaje y acabado final de la estructura. La fabricación de los moldes y de los módulos es muy sencilla y requiere de poco tiempo, agilizando así la velocidad de construcción y favoreciendo la autoconstrucción. Con esta tecnología se pueden obtener techos de cubierta y entresijos livianos y muy resistentes.

2.4.6.1 Procesos preliminares

El sistema BATEA está constituido por piezas de ladrillo o bovedilla de suelo-cemento (dimensiones 12 x 26 x 3,5 cm.), por lo que previamente se debe cuantificar y producir los ladrillos que serán necesarios para la fabricación de los módulos requeridos cada placa utiliza 39 bovedillas.

Las bovedillas de suelo-cemento deben ser fabricadas con varias semanas de anticipación y ser bien humedecidas previamente a su utilización. Este procedimiento puede verse con mas detalle en la sección 2.4.1 del presente capítulo. El listado de materiales y herramientas necesarias para la construcción de las placas del sistema BENO se detalla a continuación:

- **Materiales**
 - 39 ladrillos de suelo-cemento por cada módulo
 - acero Ø ¼" para los eslabones
 - 4 varillas de Ø 3/8" para refuerzo longitudinal
 - cemento
 - arena
 - alambre de amarre
 - desencofrante
 - cubierta de Nylon
 - Tablones de madera de pino cepillado

- **Herramientas**
 - Tenaza de armados
 - Caimán par cortar barras de acero

- Cubetas de albañil
- Carretilla de mano
- Cucharas de albañil
- Planchas de albañil
- Mesa de trabajo.
- Brocha ancha.

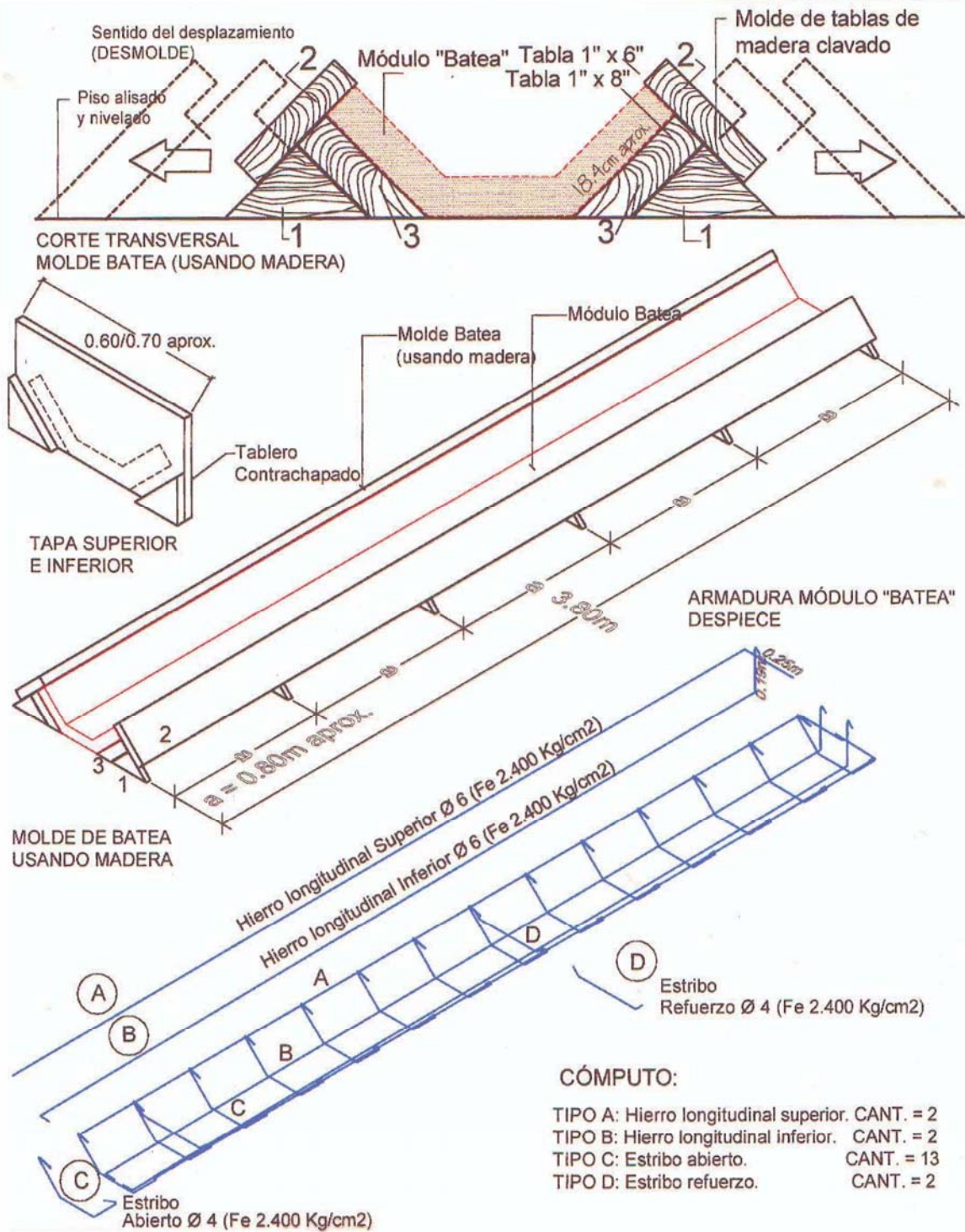
2.4.6.2 Área de trabajo

Es recomendable un área techada o protegida del ambiente con el espacio necesario para manipular cómodamente los elementos, es preferible contar con una mesa de trabajo para facilitar el proceso de fabricación, aunque este puede ser realizado a nivel del suelo, pero conlleva incomodidad de el proceso debido a la cantidad de tiempo que la persona necesita estar agachada.

2.4.6.3 Proceso de producción

Dependiendo del tipo de BATEA que será fabricada, así será la forma del molde a utilizar, en el proceso de transferencia de tecnologías solamente se reprodujo el módulo utilizado para techos de cubierta. Es muy importante que las dimensiones del molde se ajusten exactamente a las medidas del módulo para obtener piezas lo más uniforme posible. El molde de madera es fabricado de metal o con tablonés de madera de 1" de espesor

Figura 29. Detalle de molde y armadura de BATEA



Fuente: Pedro Lorenzo, **Un techo para vivir**, Pág. 235

Antes de fundir el elemento es necesario realizar la armadura de acero, para esto es necesaria gran destreza en el armado de estructuras de este tipo. El detalle del molde y la armadura se muestra en la figura 29. Los bloques de suelo-cemento deben humedecerse hasta saturarse 24 horas antes de utilizarlas, con esto se busca evitar la pérdida de humedad que incidiese en un mal curado del módulo.

Se debe colocar en la formaleta bovedillas de suelo cemento junto con la armadura de acero de refuerzo, luego se procede a la aplicación de mortero (proporción 1:3) se debe tener mucho cuidado de no dejar espacios vacíos y de que la capa de mortero sea tan delgada como sea posible (un barrido) pues de esto depende el peso del módulo. Por seguridad de la pieza es recomendable revestir la formaleta con desencofrante antes de su utilización así también para facilitar el retiro de la misma

Después de 48 horas de fundida la pieza puede ser retirada la formaleta, la BATEA debe curarse durante al menos tres o cuatro días, humedeciéndola constantemente y manteniéndola en un lugar fresco. Hasta llegado el momento de su utilización. En la siguiente secuencia fotográfica se puede apreciar el proceso.

2.4.6.4 Secuencia fotográfica del proceso de fabricación del módulo BATEA (experiencia en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.)



Figura 30. Armadura y formaleta BATEA



Figura 31. Ladrillos de suelo-cemento



Figura 32. Colocación de los ladrillos y armadura en la formaleta



Figura 33. Fundición del módulo



Figura 34. Módulo terminado



Figura 35. Desencofrado de la pieza

2.4.7 Techos de barras de madera

Desarrollado por UAM. Universidad Autónoma Metropolitana. Azcapotzalco, México. Este sistema constructivo consiste en crear armazones poligonales con barras de madera que actúan como los tendales de la estructura, el número de barras a utilizar es variable dependiendo del tamaño de la luz que se desea cubrir. Con este sistema es posible cubrir espacios hasta de aproximadamente 4 metros. La solidez de la estructura es proporcional al número de barras que se utilizan, obteniendo así una estructura mucho más sólida con la utilización de ocho barras que si únicamente se usaran cuatro.

El tipo de cubierta a utilizar para este sistema puede ser el que mejor se adapte al medio en que se aplique. Una característica que es necesaria mencionar es que se pueden construir cubiertas desde 3 barras hasta un máximo de 10 de ellas.

Techos de barras de madera es una tecnología útil únicamente para el montaje de una estructura provisional de cubierta debido a que no cuenta con las uniones lo suficientemente reforzadas para su utilización en forma definitiva. Los materiales necesarios son de 4 a 10 barras de madera con igual cantidad de topes metálicos o de madera para asegurar la simetría y estabilidad de la estructura.

2.4.7.1 Pruebas preliminares

Como prueba preliminar se elaboró un pequeño modelo a escala 1/20, con un número de 10 barras de madera, con estas se pudo practicar el modo de ensamble de las piezas así como la estabilidad de las barras. Algunas de las estructuras realizadas con este modelo de madera se muestran en las imágenes a continuación.

Figura 36. Secuencia fotográfica de un modelo a escala con las diferentes estructuras que se pueden obtener variando el número de barras.



2.4.7.2 Área de trabajo

Es necesario un área libre lo suficientemente amplia para manipular libremente las barras, las barras de madera debe procurarse sean de la mejor calidad, sin presencia de nudos y de deformaciones que pudiesen afectar la resistencia de las piezas.

2.4.7.3 Proceso de producción

Las barras de madera deben tener aproximadamente las mismas dimensiones, en un extremo de cada una de ellas y a una distancia de entre 30 y 50 cm deben colocarse topes ya sea metálicos o de madera, estos son utilizados para evitar que las barras se deslicen y para facilitar una superposición uniforme. En la figura siguiente se puede apreciar la forma de colocar cada barra.

Figura 37. Estructura con seis y diez barras de madera



2.4.8 Vigüeta + Plaqueta

CTDMC. Centro Técnico para el Desarrollo de Materiales de Construcción, CUBA. Consiste en la prefabricación de los componentes que son necesarios para la construcción de una losa del tipo nervurada. Cada uno de estos componentes posee refuerzos de acero en su interior lo que mejora notablemente sus características estructurales.

Las bovedillas de una losa prefabricada son desplazadas en este sistema por las plaquetas, la distribución de las viguetas dependerán de la función que tenga la cubierta ya sea de techo de cubierta o de entrepiso, pudiendo tener modulaciones a cada 60 o 90 centímetros respectivamente.

Los componentes pueden ser prefabricados al pie de la obra o en un taller para luego ser trasladados y montados, la velocidad de construcción de estos componentes es alta y permite la reutilización de los moldes.

2.4.8.1 Procesos preliminares

El primer paso es la fabricación de las formaletas de madera, esto en base a los planos donde se especifican las dimensiones de las piezas, tanto de las viguetas como de las plaquetas.

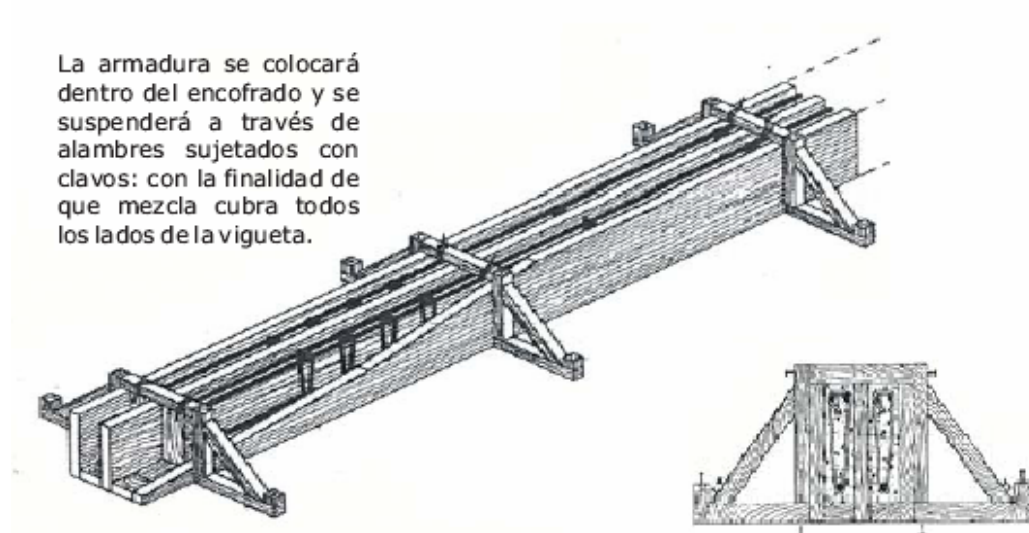
Previamente se deben tener preparadas las armaduras de refuerzo que serán utilizadas en este sistema tal y como se muestra en los detalles. El listado de materiales y herramienta necesaria se muestra a continuación:

- **Materiales**
 - piedrín ¼”
 - cemento
 - arena de río
 - alambre de amarre
 - acero milimétrico de 4.2, 10 y 2mm
 - madera para la elaboración del las formaletas

- **Materiales**

- Caimán para cortar barras de acero
- Tenazas de armados
- Palas cuadradas
- Carretilla de mano
- Cubetas de albañil
- Cuchara de albañil

Figura 38. Detalle de formaleta para viguetas



Fuente: Pedro Lorenzo, **Un techo para vivir**, Pág. 330

2.4.8.2 Área de trabajo

El área de trabajo recomendada para la reproducción de los elementos necesarios para la construcción de un techo de cubierta o de entrepiso, dependerá de la cantidad de piezas que se desee elaborar por vez, pero se recomienda una superficie uniforme de por lo menos nueve metros cuadrados.

Sobre el área de trabajo debe ser colocada una cubierta de nylon para evitar que las piezas pierdan humedad en la parte inferior del molde y perjudique el curado.

2.4.8.3 Proceso de producción

Debe humedecerse el área de trabajo y/o aplicar desencofrante a las formaletas para facilitar el retiro de las piezas y asegurar la reutilización de la madera. Seguido a esto se colocan las armaduras dentro de las formaletas y se procesa a realizar la mezcla de concreto. En la figura 39 se muestran las formaletas preparadas.

Figura 39. Imagen de formaletas su respectiva armadura.



La mezcla de concreto debe ser tan fluida como sea posible para facilitar que esta se desplace a través de todos los espacios vacíos. De ahí la importancia de la utilización de un aditivo acelerador y fluidificante en la mezcla pues si esta no se desplaza adecuadamente, puede haber presencia de “Ratoneras” que perjudiquen la resistencia de la pieza.

El llenado del molde se recomienda sea por partes, apisonando adecuadamente en cada una de ellas, en las imágenes se aprecia parte del proceso del fundición.

Figura 40. Llenado de las viguetas



Figura 41. Plaquetas recién fundidas.



El desencofrado de las piezas puede realizarse dependiendo de la mezcla y el aditivo utilizado, queda a criterio del constructor el desmolde de las piezas cuando considere que han adquirido suficiente resistencia para ser manipuladas (figura 42). En cuanto al curado de los elementos debe hacerse humedeciéndolos periódicamente durante al menos 7 días y manteniéndolos en un lugar fresco.

Figura 42. Desencofrado de los elementos



Las piezas pueden ser utilizadas después de pasados 30 días de ser fundidas, aunque este tiempo puede variar dependiendo de la mezcla y aditivos utilizados. A continuación se muestran las piezas instaladas.

Figura 43. Módulos montados



Figura 44. Cubierta preparada para Fundición de capa superior de concreto

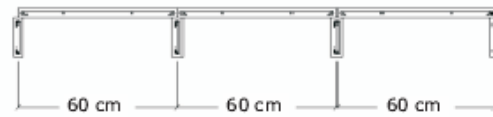


Fuente: Maximino Bocalandro, Cuba.

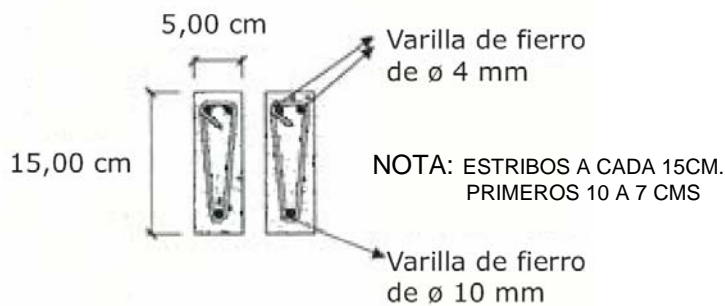
Figura 45. Detalle de piezas.



PARA TECHOS



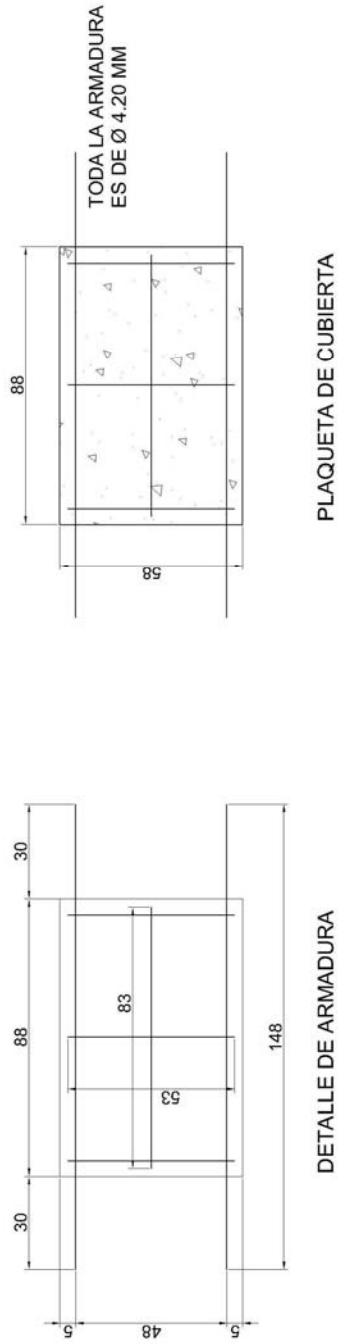
PARA ENTREPISO



Fuente: Pedro Lorenzo, **Un techo para vivir**, Pág. 332

Figura 46. Detalle de plaqueta para entrepisos

PLAQUETA PARA TECHOS DE CUBIERTA



DETALLE DE ARMADURA

NOTA: PLAQUETAS PARA ENTREPISO
LAS VARILLAS TRANSVERSALES SOBRESALDRAN
30 CM. DEL LA PLAQUETA.

2.5 Desarrollo del Curso-Taller “Tecnologías para la Producción Social del Hábitat”

El “Curso-Taller Tecnologías para la Producción Social del Hábitat” se desarrollo del 19 al 23 de noviembre del 2007, el mismo estuvo dividido en dos fases, teórica y práctica.

El curso o parte teórica se desarrolló en Antigua Guatemala los días 19 y 20 de noviembre en las instalaciones del Centro de Formación de la Cooperación Española de Antigua Guatemala (figura 47), donde fueron expuestas las nuevas investigaciones y avances realizados por los expertos desde su última reunión en 2006. También fue dada a conocer la teoría necesaria de las tecnologías reproducidas en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y de este modo orientar en el aspecto técnico teórico a los participantes que posteriormente reproducirían las tecnologías en la fase practica del Curso-Taller.

Figura 47. Grupo de expertos y participantes en el Curso-Taller “tecnologías para la producción Social de Hábitat.



Los días 21 y 22 de noviembre de 2007 se realizó la parte práctica del Curso-Taller, en el Área de Prefabricados del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la ciudad universitaria zona 12. Las actividades del Taller “Tecnologías para la Producción Social del Hábitat” estuvieron divididas de la siguiente forma:

1. Taller de Ladrillo sólido de suelo-cemento
2. Taller de Quincha prefabricada
3. Taller de techo Domocaña.
4. Taller de módulos autoportantes
5. Taller de sistema BENO
6. Taller de sistema BATEA “T”
7. Taller de sistema de Techos de Barras de Madera
8. Taller de Vigueta más Plaqueta
9. Taller de teja TEVI (demostrativo)
10. Taller de Resina Poliuretana Vegetal (Demostrativo).
11. Taller de viga VIMA (Demostrativo)
12. Taller tecnología Habited, España.
13. Taller Domotej

Por el Centro de Investigaciones de Ingeniería se realizaron demostraciones de:

- Ensayos de Adherencia en Recubrimientos de tierra
- Distintos Ensayos estructurales, entre ellos un ensayo a flexión de una viga VIMA

Los talleres y demostraciones se realizaron simultáneamente durante los dos días de actividad, cada taller contó con grupos de trabajo responsables del desarrollo de las tecnologías, los asistentes al taller además de formar parte de los grupos de trabajo pudieron observar las distintas tecnologías durante su desarrollo, obteniendo de este modo una experiencia dinámica.

El proceso de reproducción de tecnologías llevado a cabo los meses previos al desarrollo de los talleres “Tecnologías Para La Producción Social Del Hábitat”, tuvo como propósito mostrar de una manera tangible cada tecnología estudiada, obteniendo elementos con la edad suficiente para ser manipulados y observar la apariencia final de un modulo terminado de cada tecnología.

En el desarrollo de los Talleres se contó con la presencia de expertos investigadores que desarrollaron las tecnologías priorizadas para su reproducción (del 1 al 8 del listado de actividades), obteniendo así una verdadera asesoría a grupos pequeños de personas. Incluyendo también algunos talleres demostrativos de tecnologías no tan simples de reproducir mismos se presentan a continuación.

2.5.1 Taller Teja TEVI

Consiste en la fabricación de tejas de mortero con una mezcla de 1:3 de cemento y arena. Es necesario para la fabricaron de las piezas una mesa vibratoria, la forma y dimensiones de la teja puede ser variable dependiendo del molde que se utilice.

El proceso de fabricación es rápido y el montaje de las piezas también lo es, esto debido a una pestaña adicional que poseen estas tejas con las cuales se facilita y agiliza la colocación de las mismas como se muestra en la siguiente imagen.

Estas piezas no poseen ningún refuerzo estructural al igual que las tejas de barro cocido. El rendimiento de la materia prima es alto pues con un saco de cemento y un metro cúbico de arena pueden producirse suficientes tejas para cubrir un espacio de 6 metros cuadrados. En la imagen se muestra una cubierta hecha con este tipo de teja.

Figura 48. Cubierta de teja TEVI con aplicación de Resina poliuretana Vegetal



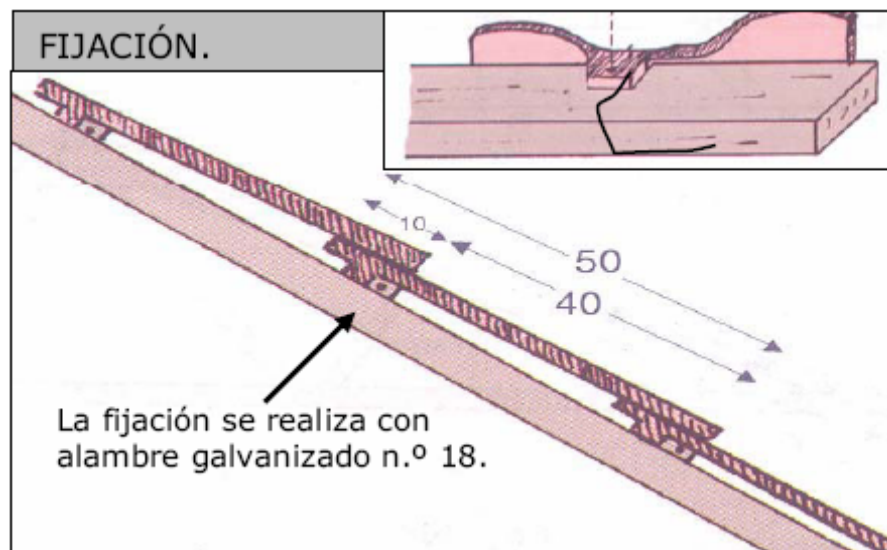
La actividad desarrollada en este taller consistió en la demostración del proceso de fabricación de las tejas con ayuda de equipo especial y el montaje de las mismas.

Especificaciones técnicas de la teja TEVI

- Dimensiones 25cm X 50cm
- Peso por unidad 2.3 Kg.
- Rendimiento 12.5 unidades/m²
- Espesor 8 Mm.
- Peso por m² 28.75 Kg.

El curado se realiza en los moldes y cubiertos se es necesario para protegerlos de la circulación excesiva del aire, durante 24 horas, seguidamente deben conservarse a la sombra durante 15 días. La forma y ensamble de las piezas se muestra a continuación.

Figura 49. Forma de instalar la teja TEVI



Fuente: Pedro Lorenzo, **Un techo para vivir**, Pág. 300

2.5.2 Resina Poliuretana Vegetal

Aportes Tecnológicos del EESC – USP Escuela de Ingeniería de Carlos – Brasil. Esta tecnología consiste en la elaboración de resinas impermeabilizantes así como de espuma con propiedades termoacústicas, mediante la utilización de plantas tales como el Higuerrillo, para la fabricación de este tipo de mixturas es necesario contar con un laboratorio químico que permita la obtención de cada uno de los componentes que son utilizados para este fin. En las imágenes 48 y 50 se muestra la demostración hecha en el taller.

Figura 50. Exposición de algunas aplicaciones demostradas en el Taller.



2.5.3 Taller viga VIMA

Viviendas de Madera Vima es un sistema constructivo creado por Antonio Conti, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC. Facultad de Arquitectura Y Urbanismo, UCV. Venezuela. Este es un sistema que busca la producción de viviendas económicas, hechas en su mayoría de madera, sus características principales son: facilidad de construcción, bajo costo y bajo peso de la estructura en comparación a la mampostería.

Debido a su complejidad no fue posible reproducirla previamente al taller de un modo adecuado, por lo que en el desarrollo del taller se demostró la construcción de un entrespacio reticulado en base a vigas de madera compuestas por placas de plywood y reglas de madera de 1"X2 1/2", en la imagen se muestra esta tecnología.

Figura 51. Construcción de un techo VIMA



2.5.4 Taller Tecnología Habited

Consiste en la construcción de vivienda de madera en base a reglas de madera de 1"X4", produciendo estructuras muy livianas y económicas, es una tecnología muy completa contemplando desde los muros de la vivienda hasta una estructura para la cubierta.

En la figura 52 se muestra a los participantes del Curso-Taller en el desarrollo de esta tecnología expuesta por el experto y redactor general del libro "Un Techo para Vivir" Pedro Lorenzo Gálligo.

Figura 52. Desarrollo de Taller Habited.



2.5.5 Taller Domotej

Domotej es una Tecnología para la construcción de Techos de cubierta compuestos por vigas y domos de pequeñas dimensiones fabricados con piezas de ladrillo cerámico de 2.5X12X28 cm. Esta tecnología no fue previamente reproducida debido a que ha sido desarrollada recientemente en México por el experto Gabriel Castañeda por lo que el desarrollo del Curso-Taller fue el momento oportuno para darla a conocer.

Los materiales utilizados en el desarrollo de esta tecnología son: cemento, arena de río, alambre de amarre, ladrillo cerámico de las dimensiones ya mencionadas y un marco de madera de luz de 1 X1 metros, el marco de madera debe ser desmontable en la imagen 53 se puede apreciar el marco utilizado.

Figura 53. Marco de madera desmontable



Con el desarrollo del Curso-Taller “Tecnologías para la Producción Social del Hábitat” se culminó con un largo proceso de transferencia de tecnologías resumido en el presente trabajo de graduación, 13 talleres que formaron a nuevos profesionales y representantes de la sociedad civil fueron el fruto del proceso de transferencia. En la siguiente secuencia fotográfica se muestran algunas de las actividades desarrolladas en los días 21 y 22 de noviembre de 2007 en el Área de Prefabricados del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 54. Desarrollo de los talleres “Tecnologías para la producción social del hábitat”



a) Vista inferior de Domotej



b) Practica del taller de Techos de Barras de madera



c) desarrollo del Taller Quincha



b) Elementos de Vigueta + plaqueta montados y listos



e) desarrollo del taller Domocaña



f) Domocaña terminado



g) Tecnología Habited



h) Viguetas elaboradas en el Taller



i) desarrollo de taller BATEA "T"



j) desencofrado de BATEA "T"



K) Desarrollo taller teja TEVI



I) Paneles de Quincha montados



m) Grupo de expertos y participantes en el Curso-Taller "Tecnologías para la Producción Social del Hábitat"

En la realización del Curso-Taller “Tecnologías para la Producción Social del Hábitat” se contó con la presencia de 18 expertos de la región iberoamericana, así como distintos sectores de la población guatemalteca, en la tabla VI a continuación se muestra el listado con el número de participantes.

Tabla VI. Resumen de Participantes en Curso y Taller "Tecnología para la Producción Social del Hábitat" Desarrollado en Antigua Guatemala y Guatemala de la Asunción entre el 19 y el 23 de nov 2007

No.	SECTOR	CURSO	TALLER
1	ESTUDIANTES DE EJERCICIO PROFESIONAL (ÚLTIMO AÑO) INGENIERÍA CIVIL	26	38
2	ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CUARTO Y QUINTO AÑO	0	24
3	PROFESORES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES U. SAN CARLOS	5	8
4	PROFESORES DE FACULTAD DE INGENIERÍA-U. SAN CARLOS	5	7
5	DELEGADOS DE LA EMPRESA PRIVADA	5	8
6	DELEGADOS DEL SECTOR PÚBLICO	2	4
7	ONG s	4	6
8	ORGANIZACIONES DE POBLADORES	5	28
9	PROFESORES DELEGADOS INTERNACIONALES	5	5
10	PROFESORES EXPERTOS INTERNACIONALES (PONENTES)	18	18
11	PROFESOR EXPERTO INTERNACIONAL (OBSERVADOR)	1	1
	TOTALES	76	147

CONCLUSIONES

1. Se obtuvo un listado de 39 tecnologías que mejor se adaptan al medio guatemalteco.
2. Las tecnologías más adaptables a Guatemala son aquellas que utilizan principalmente los materiales circundantes en la región, son livianas, rápidas y sencillas de reproducir.
3. Con la experiencia de los talleres de transferencia, las tecnologías que más aceptación obtuvieron de parte de los participantes del curso, fueron: Quincha prefabricada, Domocaña, Domotej, aunque en general todas cumplieron con las expectativas para las cuales fueron desarrolladas.
4. La asistencia de más de 150 personas al Curso-Taller “Tecnologías para la Producción Social del Hábitat” realizado del 19 al 23 de noviembre de 2007, es muestra del interés manifestado por las personas en el desarrollo del proceso de transferencia.

RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos estructurales que permitan determinar características desconocidas de los prototipos reproducidos.
2. Existen gran cantidad de detalles por resolver en cuanto a juntas, uniones y refuerzos estructurales que deben revisarse o rediseñarse, con el fin que se adecuen a las necesidades del medio guatemalteco.
3. Desarrollar talleres individuales de cada tecnología, con el fin de capacitar a grupos de personas interesadas en el tema.
4. El presente trabajo de graduación es solo el primer paso de un largo proceso de transferencia tecnológica que debiera continuarse con el desarrollo y perfeccionamiento de las tecnologías aquí desarrolladas hasta obtener viviendas prototipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lorenzo Gállego Pedro **Un Techo para Vivir, Tecnologías para viviendas de producción social en América latina**, universidad politécnica de Cataluña, 2005. 559 pág.
2. Martínez Ortega, Edín de Jesús. **Tecnologías de Viviendas de interés social. Proyecto XIV. 8 CASA-PARTES.** Tecnología de cimientos, paredes entrepisos, techos e instalaciones CYTED
3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructura y Sísmica. **Normas Estructurales de Diseño y Construcción Recomendadas para la República de Guatemala.**1996, 135 Págs.
4. Cubur Burrion, Rafael “aplicaciones de la madera en la construcción”, Tesis Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.
5. Barillas Oliva, Sergio “Consideración y diseño estructural para casas de madera y plywood” Tesis. Tesis Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, septiembre 1992.
6. Palacios, Milton Alfonso “Adherencia y fricción concreto-adobe, caña, madera y concreto, en uniones de mortero y adobe de talpetate estabilizado “Tesis Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, julio 1985.

7. Arenales, José Daniel Consideraciones sobre métodos de construcción con adobe estabilizado. Tesis ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, marzo 1977.
8. Maldonado Arreaga, Roberto Haroldo Estudio Técnico Económico para la instalación de una planta industrial de ladrillo terracreto en el municipio de San Juan Sacatepequez. Tesis ing. industrial, Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, 1977. 78 páginas.
9. Centro de Investigaciones de ingeniería, Facultad de ingeniería. **Instructivo para la Fabricación de bloques y ladrillos de terracreto.** Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos. Guatemala 1976.
10. Montenegro, Raquel. **Especificaciones formales para el informe final de trabajos de tesis.** 2da versión. Guatemala: Oficina de Lingüística 1999. 25 Págs.

APÉNDICE

Fichas de evaluación de las tecnologías reproducidas para el desarrollo del curso-Taller “Tecnologías para la Producción Social del Hábitat”

Tabla VII. Evaluación de ventajas y desventajas de “1.5 Módulos Autoportantes”				
Aspectos a evaluar	Ventajas	Desventajas	Evaluación	punteo
Económico	<ol style="list-style-type: none"> 1. creación de fuentes de trabajo descentralizadas, en forma de mano de obra tanto para la fabricación de las piezas como para su ensamble. 2. rapidez de fabricación. 3. no requiere de taller de carpintería 4. economía de los materiales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. poca durabilidad de la construcción alrededor de 10-15 años si es de pino. Aunque este tiempo puede ser extendido con mantenimiento. 	Velocidad de construcción (10 Pts)	9
			Durabilidad(10 Pts)	7
			Costo de material prima(10 Pts)	8
			Transporte (10Pts.)	8
			Mano de obra(10 Pts)	9
Ecológico	<ol style="list-style-type: none"> 1. recurso natural renovable 2. no produce desechos contaminantes. 3. consume poca energía en la obtención de la madera. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. los niveles de deforestación sobrepasan a los de reforestación. 2. disminución de bosques y con ello el entorno natural. 3. erosión acelerada del suelo. 4. problemas relacionados con la diversidad biológica 	No contaminante (10pts)	10
			Ahorro en consumo energía (10Pts.)	8
Salud	<ol style="list-style-type: none"> 1. provee confort térmico a los habitantes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. material inflamable animales que viven en la madera 	Aislamiento térmico (10Pts.)	7
			Prevención de plagas (10pts.)	7
Aspectos técnicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. fácil fabricación 2. por la simplicidad del sistema puede ser enseñado a las comunidades 3. puede ser combinada con otras tecnologías existentes 4. facilidad de montaje de las piezas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. no es aconsejable exponer este material al efecto directo de los elementos por lo que debe aplicársele un proceso de protección. 	simplicidad del sistema (10pts)	10
			Total	83

Tabla VIII. Evaluación de ventajas y desventajas del método “3.1 quinchita prefabricada”				
Aspectos a evaluar	Ventajas	Desventajas	Evaluación	punteo
Económico	<ol style="list-style-type: none"> 1. La materia prima es de muy bajo costo. 2. favorece la autoconstrucción 3. fuentes de trabajo en forma de microtalleres dedicados a la fabricación de los paneles. 4. requiere de poco personal para su construcción. 		Velocidad de construcción (10 Pts)	10
			Durabilidad(10 Pts)	8
			Costo de material prima(10 Pts)	10
			Transporte (10Pts.)	8
		Mano de obra(10 Pts)		9
Ecológico	<ol style="list-style-type: none"> 1. los materiales no son contaminantes. 2. explotación de los materiales no causan daños representativos al medio ambiente. 3. no son necesarios la implementación de programas para regular la explotación de 	<ol style="list-style-type: none"> 1. daños ambientales producidos por la extracción de madera. 	No contaminante (10pts)	10
			Ahorro en consumo energía (10Pts.)	10
Salud	<ol style="list-style-type: none"> 1. el recubrimiento a los paneles asegura la no proliferación de insectos dañinos. 		Aislamiento térmico (10Pts.)	8
			Prevención de plagas (10pts.)	8
Aspectos técnicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. fácil fabricación 2. simplicidad del sistema 	<ol style="list-style-type: none"> 1. puede resultar un material sensible al agua, no aplicable en zonas 	simplicidad del sistema (10pts)	10
			Total	

Tabla IX. Evaluación de ventajas y desventajas del método “4.1 ladrillo sólido de suelo cemento”			
Aspectos a evaluar	Ventajas	Desventajas	Evaluación
Económico	<ol style="list-style-type: none"> 1. el costo de la materia prima es bajo. 2. disponibilidad de materia prima 3. velocidad de construcción alta 4. no necesita de mano de obra especializada 5. favorece la autoconstrucción generación de fuentes de empleo descentralizado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. los elementos de concreto reforzado pueden resultar cotosos. 	Velocidad de construcción (10 Pts)
			Durabilidad(10 Pts)
			Costo de material prima(10 Pts)
			Transporte (10Pts.)
			Mano de obra(10 Pts)
Ecológico	<ol style="list-style-type: none"> 1. no produce contaminación. 2. abundancia de este recurso en el país 		No contaminante (10pts)
			Ahorro en consumo energía (10Pts.)
Salud	<ol style="list-style-type: none"> 1. este tipo de sistema mejora considerablemente la calidad de vida de las personas. 		Aislamiento térmico (10Pts.)
			Prevención de plagas (10pts.)
Aspectos técnicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. simplicidad del sistema 2. material muy resistente 3. requiere de poca asistencia técnica 	<ol style="list-style-type: none"> 1. se desconoce la resistencia a compresión de los bloques obtenidos con este sistema. 	simplicidad del sistema (10pts)
			Total

Tabla X. Evaluación de ventajas y desventajas del método “4.3 sistema BENO suelo cemento”			
Aspectos a evaluar	Ventajas	Desventajas	Evaluación
Económico	<ol style="list-style-type: none"> 1. el costo de la materia prima es bajo. 2. disponibilidad de materia prima 3. velocidad de construcción alta 4. no necesita de mano de obra especializada 5. favorece la autoconstrucción generación de fuentes de empleo descentralizado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. los elementos de concreto reforzado pueden resultar cotosos. 	Velocidad de construcción (10 Pts)
			Durabilidad(10 Pts)
			Costo de material prima(10 Pts)
			Transporte (10Pts.)
			Mano de obra(10 Pts)
Ecológico	<ol style="list-style-type: none"> 1. no produce contaminación. 2. abundancia de este recurso en el país 		No contaminante (10pts)
			Ahorro en consumo energía (10Pts.)
			Aislamiento térmico (10Pts.)
Salud	<ol style="list-style-type: none"> 1. este tipo de sistema mejora considerablemente la calidad de vida de las personas. 		Prevención de plagas (10pts.)
			simplicidad del sistema (10pts)
Aspectos técnicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. simplicidad del sistema 2. material muy resistente 	<ol style="list-style-type: none"> 1. requiere de una losa de cimentación. 2. altos requerimientos de refuerzo estructural. 	
Total			80

Tabla XI. Evaluación de ventajas y desventajas del método “5.7 sistema BATEA”				
Aspectos a evaluar	Ventajas	Desventajas	Evaluación	punteo
Económico	1. disponibilidad de materia prima 2. velocidad de construcción alta 3. no necesita de mano de obra especializada 4. favorece la autoconstrucción 5. generación de fuentes de empleo descentralizado	1. los elementos de concreto reforzado pueden resultar cotosos. 2. se requiere de un taller especializado en la fabricación de ladrillos con las dimensiones requeridas	Velocidad de construcción (10 Pts)	8
			Durabilidad(10 Pts)	9
			Costo de material prima(10 Pts)	5
			Transporte (10Pts.)	6
			Mano de obra(10 Pts)	8
Ecológico	1. no produce contaminación. 2. abundancia de este recurso en el país		No contaminante (10pts)	10
			Ahorro en consumo energía (10Pts.)	6
Salud	1. este tipo de sistema mejora considerablemente la calidad de vida de las personas. 2. confort térmico		Aislamiento térmico (10Pts.)	10
			Prevención de plagas (10pts.)	10
Aspectos técnicos	1. simplicidad del sistema 2. fácil montaje	1. altos requerimientos de refuerzo estructural. 2. detalles de los anclajes son complicados	simplicidad del sistema (10pts)	6
Total				<u>78</u>

Tabla XII. Evaluación de ventajas y desventajas del método “6.2 cúpula Techo Domocaña”			
Aspectos a evaluar	Ventajas	Desventajas	Evaluación
Económico	<ol style="list-style-type: none"> 1. disponibilidad de materia prima 2. velocidad de construcción alta 3. no necesita de mano de obra especializada 4. favorece la autoconstrucción 5. generación de fuentes de empleo descentralizado 6. peso reducido de la estructura debido a la caña de bambú <p>dos personas bien pueden realizar un domo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. la adquisición y transporte de la malla metálica puede resultar costosa. 2. es necesario la utilización de una estructura portante de madera. 	Velocidad de construcción (10 Pts)
			Durabilidad(10 Pts)
			Costo de material prima(10 Pts)
			Transporte (10Pts.)
			Mano de obra(10 Pts)
			10
Ecológico	<ol style="list-style-type: none"> 1. no produce contaminación. 2. abundancia de este recurso en el país 		No contaminante (10pts)
			10
Salud	<ol style="list-style-type: none"> 1. este tipo de cubierta ayuda a la no proliferación de insectos dañinos 		Ahorro en consumo energía (10Pts.)
			6
			Aislamiento térmico (10Pts.)
Aspectos técnicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. sistema relativamente simple 2. fácil montaje 	<ol style="list-style-type: none"> 1. altos requerimientos de refuerzo estructural. 2. necesita de asesoría técnica 3. la estructura resultante puede ser muy pesada 	Prevenición de plagas (10pts.)
			8
			simplicidad del sistema (10pts)
Total			85

Tabla XIII. Evaluación de ventajas y desventajas del método “7.10 Vigüeta + plaqueta”				
Aspectos a evaluar	Ventajas	Desventajas	Evaluación	punteo
Económico	1. velocidad de construcción alta	1. la construcción con elementos de concreto puede resultar costosa. 2. altos requerimientos de mano de obra.	Velocidad de construcción (10 Pts)	7
	2. no necesita de mano de obra especializada		Durabilidad(10 Pts)	9
	3. generación de fuentes de empleo descentralizado		Costo de material prima(10 Pts)	4
	4. es muy durable		Transporte (10Pts.)	6
	5. fácil acopio y transporte.		Mano de obra(10 Pts)	4
	6. los elementos son relativamente livianos		No contaminante (10pts)	8
Ecológico	1. no produce contaminación.		Ahorro en consumo energía (10Pts.)	6
Salud	1. buen aislamiento térmico		Aislamiento térmico (10Pts.)	8
	2. buen aislamiento acústico		Prevención de plagas (10pts.)	8
Aspectos técnicos	1. rapidez 2. muy parecido al sistema tradicional de losa prefabricada 3. fácil montaje de las piezas.	1. necesita de asesoría técnica 2. deben apoyarse sobre una estructura solida y resistente., 3. no tiene refuerzo estructural en las plaquetas 4. necesario hacer modificaciones al sistema	simplicidad del sistema (10pts)	5
Total				65