



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

ANÁLISIS DE EDIFICACIONES DE BAJO COSTE

Trabajo Final de Grado – Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Autor: María Conesa Pardo

Tutor: Francisco José Cubel Arjona

E.T.S.A. Valencia – Curso académico 2016/2017

Valencia, Julio de 2017

00_ÍNDICE.....	2
01_INTRODUCCIÓN	3
01.1_Justificación	3
01.2_Objetivos	3
01.3_Metodología de trabajo.....	4
02_ARQUITECTURA DE BAJO COSTE. ARQUITECTURA SIN FRONTERAS	5
02.1_Misión	6
02.2_Visión	6
02.3_Valores.....	7
02.4_Arquitectos	9
03_ANÁLISIS DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	12
03.1_Estudio de las soluciones de cubierta	13
03.1.1_Sistema constructivo: cúpula de ferrocemento	14
03.1.2_Sistema constructivo: cúpula. Techo Domocaña	18
03.1.3_Sistema constructivo: cúpula Domozed.....	21
03.1.4_Sistema constructivo: teja de microcemento	28
03.1.5_Sistema constructivo: módulo autoportante de cerámica armada	31
03.2_Estudio de las soluciones de cerramiento.....	38
03.2.1_Sistema constructivo: cerramiento de adobe sismorresistente.....	38
03.2.2_Sistema constructivo: cerramiento quincha prefabricada	42
03.2.3_Sistema constructivo: cerramiento ladrillo sólido de suelo cemento.....	45
03.3_Estudio de las soluciones de pavimento.....	48
03.3.1_Sistema constructivo: pavimento de adoquines de hormigón	48
03.4_Estudio de las soluciones de aislamiento e impermeabilización.....	51
03.4.1_Sistema constructivo: Impermeabilización y aislamiento térmico con resina poliuretana vegetal	51
04_PROPUESTA.....	54
05_CONCLUSIONES	58
06_BIBLIOGRAFÍA	59

01_INTRODUCCIÓN

01.1_Justificación

El contenido de este Trabajo Final de Grado nos aproxima a la Arquitectura de la necesidad, a través de la cual se contribuye a la mejora del hábitat humano en países subdesarrollados. En este trabajo la contribución se realiza a través del análisis de diferentes soluciones constructivas basadas en materiales de diversa naturaleza (vegetal, mineral, artificial y sus posibles combinaciones), y las técnicas constructivas empleadas para su construcción caracterizadas por ser de muy bajo coste, con una final propuesta de un modelo de edificación básica de estas características.

Tal y como Ortega y Gasset respondía a la pregunta: ¿Qué es la técnica? “*La técnica es el esfuerzo para ahorrar esfuerzo*”, matizando después que la técnica es aquello a lo que dedicamos el esfuerzo a inventar y ejecutar un plan para asegurar la satisfacción de necesidades elementales; lograrlo con el mínimo esfuerzo; crear objetos que no hay en la naturaleza y caminar con ella, con la técnica hacia la vida buena y la emancipación humana, pues Ortega enfatizaba, que la técnica debe estar siempre al servicio de lo propiamente humano.

JOSÉ ORTEGA Y GASSET (1939). *Meditación de la técnica*. PDF
https://francescllorens.files.wordpress.com/2013/02/ortega_meditacion_tecnica.pdf

01.2_Objetivos

El objetivo de este Trabajo Final de Grado es estudiar, analizar y catalogar distintas soluciones constructivas concretas y contrastadas para la construcción edificaciones de bajo coste.

Se caracterizan básicamente estas edificaciones por ser **autogestionadas y/o autoconstruidas** por la propia población que las va a habitar, con atención a programas de gestión pública o cooperación internacional dirigidos a resolver la necesidad de vivienda del sector de pobreza, y **progresivas**, es decir, que pueden ser realizadas en un proceso de transformación cualitativa y cuantitativa, a partir de un primer lugar habitable, en función de la evolución de la composición y las condiciones socioeconómicas del grupo humano que las habita.

Se da pues, solución a los materiales, componentes, elementos, sistemas constructivos, fabricación, sistemas de puesta en obra, organización y capacitación de los equipos, a través de un estudio y análisis de las tecnologías empleadas, en la que se detallan materiales, componentes, elementos y procesos constructivos para que se puedan llevar a cabo estas construcciones.

Entre las soluciones constructivas que se van a desarrollar se encuentran sistemas para cubiertas, cerramientos, tabiquería, impermeabilizaciones y pavimentos.

Finalmente, se propondrá un modelo de vivienda básico que contenga algunas de las técnicas de bajo coste desarrolladas anteriormente.

01.3_Metodología de trabajo

La metodología que se plantea en este trabajo de investigación se basa en el estudio y análisis descriptivo de cada una de las soluciones constructivas planteadas para su posible ejecución. Tras un estudio previo de los distintos elementos constructivos se realizará su análisis y se detallará su composición y proceso de construcción a través de descripciones y detalles constructivos.

El trabajo realizado constaría de las siguientes fases:

1| Investigación bibliográfica

En esta primera fase se realizará una revisión bibliográfica existente sobre la Arquitectura de bajo coste, técnicas constructivas empleadas y las diferentes soluciones para diferentes elementos constructivos, así como un estudio de diferentes arquitectos que han desarrollado un importante papel en el sector de la arquitectura de la necesidad.

Se trata de recopilar toda la información que nos pueda ser de utilidad a partir de los libros, catálogos, revistas y artículos publicados que tratan los temas anteriormente descritos, con el objeto de adquirir el conocimiento necesario sobre ellos para poder realizar el posterior estudio de detalle de las técnicas a desarrollar.

2| Introducción a la arquitectura de bajo coste

En este apartado se realizará una introducción a la arquitectura de bajo coste. Se comenzará por dar a conocer a la organización Arquitectura Sin Fronteras, a través de la exposición de su misión, visión y valores. Posteriormente se hará referencia a algunos de los arquitectos más influyentes en este tipo de arquitectura, buscando la relación entre sus proyectos y el presente trabajo.

3| Estudio y selección de las técnicas a desarrollar

Una vez se haya seleccionado el material bibliográfico se procederá al estudio y la selección de las diferentes técnicas que se quieren desarrollar en el presente trabajo. Se buscará la diversidad en cuanto a materiales y elementos constructivos, intentando abordar desde elementos de cubierta y techo, soluciones para cerramientos, tabiquería, elementos de aislamiento e impermeabilización y pavimentos.

4| Análisis de los casos estudiados

Para esta cuarta fase se partirá del trabajo de selección realizado en la fase anterior y se procederá a analizar cada uno de los casos documentados en base a su composición, materialidad y técnica constructiva. Las distintas posibilidades analizadas se clasificarán en fichas técnicas en función del elemento constructivo al que den solución.

5| Propuesta y extracción de conclusiones

Para concluir este Trabajo Final de Grado se generará una propuesta en la que se aplique una o varias técnicas de bajo coste desarrolladas en el anterior análisis. Con todos los datos obtenidos en las fases anteriores se establecerán una serie de conclusiones.

02_ARQUITECTURA DE BAJO COSTE. ARQUITECTURA SIN FRONTERAS.

El proyecto de investigación y análisis de la construcción y las estructuras de bajo coste surge a raíz de la colaboración en el voluntariado de cooperación local con la organización Arquitectura Sin Fronteras.

Se trata de una Organización No Gubernamental de Desarrollo constituida en el año 1992 y declarada de utilidad pública en 1999. Arquitectura sin fronteras actúa con independencia de criterios políticos, religiosos y económicos y está integrada por personas que creen en la defensa de los derechos humanos para lograr un mundo más justo, a través del acceso universal a una vivienda digna para lograr la transformación social.

Dentro de la organización se trabaja en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, especialmente en relación con la superación de las causas de la pobreza y la mejora de la educación, la igualdad de género, la salud y la calidad ambiental, sin distinción de raza, religión, credo o afiliación política.

ARQUITECTURA SIN FRONTERAS. <www.asfes.org>

“Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, viudez, vejez u otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad”.

UNIVERSAL DECLARATION HUMAN RIGHTS. *Artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos.* <www.un.org/es/universal-declaration-human-rights>



**Arquitectura
Sin Fronteras**



Fig. 1 y 2 Iconos ASF. Fuente: ARQUITECTURA SIN FRONTERAS. <www.asfes.org>

02.1_Misión.

Trabajar en la mejora de la habitabilidad y la defensa del derecho de las personas a un hábitat digno promoviendo el desarrollo humano equitativo y sostenible. Trabajando para las personas y con las personas promoviendo la acción participativa y democrática de las comunidades beneficiarias y con perspectiva de género en todos los proyectos. Para este fin, se establecen vínculos con entidades locales, formando in situ a los trabajadores, sin constructoras intermediarias, para que la propia población lleve a cabo los proyectos, facilitando la sostenibilidad del mismo a largo plazo.

Esta organización está formada por un equipo de voluntarios y técnicos comprometidos con los valores de la cooperación. Dentro de ella, se desarrolla el trabajo con responsabilidad, profesionalidad y calidad, trabajando también en el ámbito local, atendiendo problemas de habitabilidad en gran parte de la geografía española y mundial y llevando a cabo campañas de sensibilización y denuncia.

ARQUITECTURA SIN FRONTERAS. Misión. <www.asfes.org>

02.2_Visión

- Se considera a **las comunidades como motores del cambio en sus condiciones de hábitat**, promoviendo los **procesos participativos** a través de proyectos que surjan de sus demandas, necesidades y deseos.
- Se realizan **intervenciones que sean eficaces y sostenibles**, a través del uso de tecnologías y soluciones apropiadas y apropiables adecuadas al contexto local, y respetuosas con el medio ambiente.
- Los **proyectos** son considerados **como herramientas de transformación social** orientados a la mejora de las condiciones de vida, con perspectiva de género y empoderamiento de los colectivos más vulnerables.
- Acciones de sensibilización son llevadas a cabo para **generar conciencia social y denuncia de la vulneración de los derechos al hábitat y/o a la ciudad**.
- Se procura elaborar un tejido de **relaciones con agentes de desarrollo a nivel nacional e internacional** que nos permitan trabajar en red.
- En todos los proyectos está presente el **intercambio y la gestión del conocimiento con las comunidades locales** empoderándolas y fomentando la cooperación horizontal.
- Se fomenta la **transferencia de nuestro conocimiento y valores** tanto en el mundo académico como en cualquier otro ámbito formativo.
- **Los conocimientos, experiencias y proyectos** realizados son compartidos con la sociedad.

ARQUITECTURA SIN FRONTERAS. Visión. <www.asfes.org>



Fig. 3 y 4 Taller Entretierras Senegal. Fuente: ARQUITECTURA SIN FRONTERAS. Taller entretierras. <www.asfsenegal.blogspot.com>

02.3_Valores

02.3.1_Valores Ideológicos

- **Derechos humanos:** son la base de la dignidad de las personas y el marco de trabajo de esta organización.
- **Desarrollo Sostenible y Desarrollo No Dependiente:** las actuaciones se enfocan bajo una perspectiva de desarrollo sostenible, buscando satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. Dichas actuaciones no crearán una dependencia externa, ni económica ni tecnológica.
- **Igualdad de oportunidades y equidad de género:** la organización cree en la dignidad de todas las personas por igual, sin distinción social, religiosa o étnica, para la igualdad de oportunidades en el derecho al hábitat digno, incorporando la perspectiva de género y edad en la base del proyecto.
- **Interculturalidad:** se trabaja para que las intervenciones respeten siempre los valores de las culturas de los colectivos involucrados, luchando contra cada tipo de discriminación cultural.
- **Responsabilidad y Ética:** se asume la responsabilidad de la organización y de cada una de las personas que la integran, sobre los impactos que se derivan de las actuaciones llevadas a cabo por la organización, promoviendo los valores éticos, tanto en la vida pública como privada.
- **Cooperación horizontal:** entre iguales basada en el intercambio de experiencias y conocimientos.
- **Transformación social:** labor enfocada en la búsqueda de procesos que produzcan cambios reales y que permitan mejorar la vida de los más vulnerables y de la sociedad en general.

- **Empoderamiento:** la labor debe estar encaminada a aumentar la autonomía y las capacidades de los individuos y colectivos sobre los recursos y las decisiones que afectan a su vida haciéndoles protagonista y participes de su propio desarrollo.
- **Derechos económicos, sociales y culturales:** el trabajo de A.S.F. se enmarca en la consideración de la vivienda y el hábitat como un derecho social fundamental e interrelacionado con los derechos económicos y culturales.

02.3.2_Valores de actuación

- **Democrática y horizontal:** participación plena de todas las personas socias, voluntarias y contratadas.
- **Transparencia:** compromiso de rendición de cuentas hacia las partes interesadas, en especial a los financiadores, socio/as y contrapartes locales, como requisito para la confianza.
- **Independencia:** se desempeña la labor con total autonomía de decisión y actuación
- **Eficiencia y eficacia:** se busca alcanzar los objetivos propuestos atendiendo a la optimización de los recursos económicos, materiales y personales de los que se dispone.
- **Participación:** se tiene una actitud de escucha entendiendo el valor derivado de las contribuciones y aportaciones de las partes interesadas, promoviendo su participación en nuestros procesos.
- **Trabajo en red:** se coordinan esfuerzos con otras organizaciones afines, tanto nacionales como internacionales, para multiplicar los resultados y generar una retroalimentación colectiva.
- **Voluntariado:** se cree en el compromiso y el aporte voluntario como medio de transformación social y realización personal.
- **Soluciones apropiadas:** se apuesta por aplicar en la ejecución y gestión de nuestros proyectos, las soluciones y tecnologías más apropiadas, eficientes, sostenibles y adaptadas a cada contexto y cultura.
- **Independencia Política y Religiosa:** la organización no se vincula a ningún partido político ni a ningún credo o tendencia religiosa. Tampoco se discrimina a ninguna parte interesada por motivos políticos o religiosos.

02.4_Arquitectos

Como conclusión a esta introducción cabe destacar la importancia de algunas figuras imprescindibles en la arquitectura sostenible con fines de bajo coste.

Anupama Kundoo y **Francis Kéré** son dos arquitectos desarrollan el estudio de la arquitectura de la necesidad llevándolo a la realidad. Sus proyectos se centran en la experimentación sobre los materiales y el impacto en el ambiente. Ambos son exponentes de una nueva generación de arquitectos de países periféricos preocupados por buscar soluciones que mejoren el hábitat de mayorías y no de minorías. Sus trabajos parten desde la mirada interior, desde los conocimientos ancestrales, desde las tecnologías apropiadas y las tradiciones culturales, hacia nuevas formas de evolución teórica y práctica para la evolución del hábitat. Expresan sus técnicas con barro, caña, ladrillos, cerámicas o maderas naturales, para lograr una gestualidad que reconecte la arquitectura con sus orígenes y con las posibilidades reales en contextos socioeconómicos adversos.

“Crecí en un país de recursos escasos, no porque no los tenga, sino porque tiene tanta población que la tarta tiene que cortarse en piezas muy pequeñas. Así que el modo en que me ha influido se refleja en mi preocupación por la sostenibilidad y en el hecho de que el centro de todo, lo más importante, son las personas, ese es el recurso fundamental. En la India somos pobres, así que tenemos que usar constantemente nuestro cerebro, nuestras manos. Se trata de ser listo para sobrevivir, y eso es bueno.” Anupama Kundoo.

ANUPAMA KUNDOO. *“Conferencia de Anupama Kundoo en la Fundación Luis Seoane de A Coruña.”* <www.fundacionluisseoane.gal>

ANUPAMA KUNDOO ARCHITECT. <www.anupamakundoo.com>

ANUPAMA KUNDOO. (2017) *“Conferencia de Anupama Kundoo en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia”*. <https://www.upv.es/entidades/ETSA/noticia_992450v.html>

ANUPAMA KUNDOO. (2014) *“Conferencia Affordable Habitat”*. <<https://www.coam.org/es/actualidad/agenda/agenda-coam/conferencia-affordable-habitat-anupama-kundoo>>

KERE ARCHITECTURE. <www.kere-architecture.com>



Fig. 5 Escuela primaria en Gando, Francis Kéré 2001. Fuente: KERE ARCHITECTURE. <www.kere-architecture.com>

Laurie Baker es otro arquitecto de origen británico y nacionalizado indio. Destacan sus obras ejemplo de arquitectura orgánica y arquitectura sostenible con iniciativas de bajo coste y alta eficiencia energética, así como también su utilización del espacio y su simple y alta sensibilidad estética, respetando siempre la arquitectura vernácula.

“Mi observación es que la arquitectura vernácula tiene casi siempre una buena respuesta a todos nuestros problemas. Los habitantes de todos los distritos participan activamente en la construcción de sus casas”. Laurie Baker 1970.

Laurie Baker ARCHITECT. <www.lauriebaker.net>

BLOG DE ARQUITECTURA. Laurie Baker. <www.2blogarq.blogspot.com.es/2014/04/>

En la obra de este arquitecto se incluyen un gran número de viviendas y multitud de edificios públicos, principalmente hospitales e iglesias. En todas estas obras, Baker emplea con maestría los medios de la tradición de la zona, sin olvidarse nunca de los agentes meteorológicos de cada lugar, planteando soluciones resistentes a ellos. Siempre teniendo presente el medioambiente, el arquitecto emplea con profusión materiales naturales, autóctonos y de bajo impacto energético. Presentando siempre estas técnicas combinadas con ingeniosos sistemas de ventilación e iluminación.

Laurie Baker (2007). *Tecnología y tradición en la obra de Laurie Baker.*

<www.researchgate.net/publication/284029063_Tecnologia_y_tradicion_en_la_obra_de_Laurie_Baker>

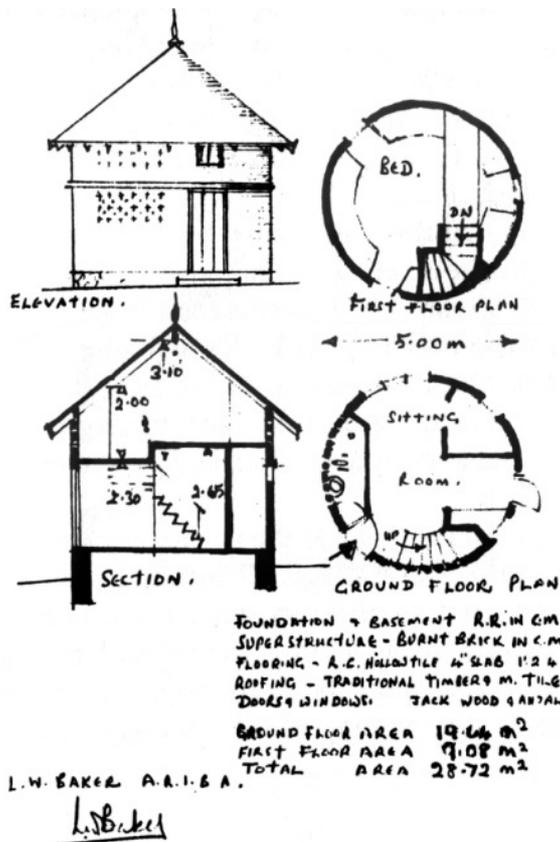


Fig. 6 The Hamlet. Fuente: LAURIE BAKER ARCHITECT. <www.lauriebaker.net>

En su obra "How to reduce house costs", Laurie Baker expone de una forma didáctica e interesante a través de ejemplos distintas formas de reducir los costes de las viviendas con algunas medidas o alternativas a elegir a la hora de tomar ciertas decisiones en cuanto a la ubicación, orientación, aberturas de ventilación y accesos.

"If you have to build your house on a terraced site, it is less expensive to place it in the middle of the terrace. The lower picture shows the extra and more costly foundation and basement wall that has to be built if the building is near the edge of the terrace".

LAURIE BAKER. *Houses: how to reduce house costs.* <<http://costford.com/Houses%20-%20How%20to%20reduce%20cost.pdf>>

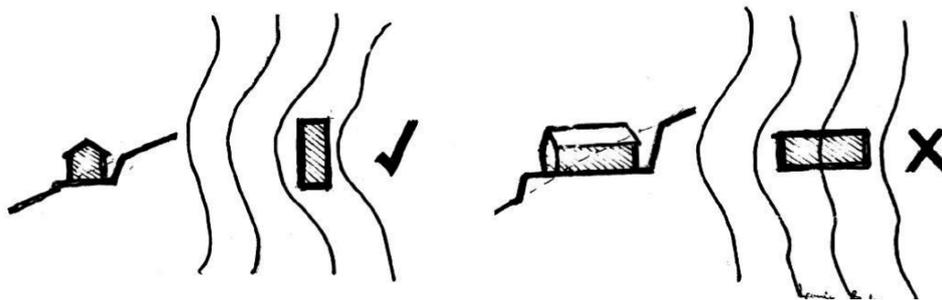


Fig. 7 Ilustración Laurie Baker. Fuente: LAURIE BAKER. *Houses: how to reduce house costs.* <<http://costford.com/Houses%20-%20How%20to%20reduce%20cost.pdf>>

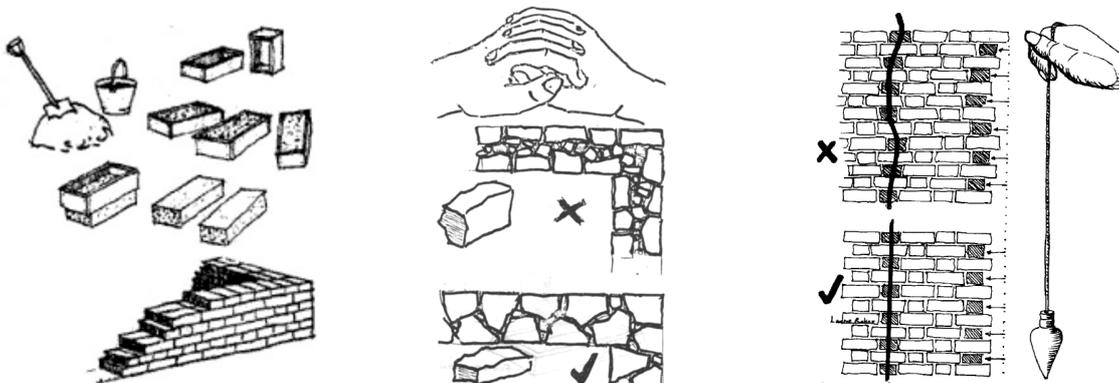


Fig. 8 Ilustración Construcciones con adobe. Mud. Laurie Baker. Fuente: LAURIE BAKER. *Mud.* <http://www.eartharchitecture.org/uploads/mud_english.pdf>

Fig. 9 Ilustración Laurie Baker. Fuente: LAURIE BAKER. *A manual of cost cuts for strong acceptable houses.* <<https://archive.org/details/AManualOfCostCutsForStrongAndAcceptableHousing-LaurieBaker>>

Fig. 10 Ilustración Laurie Baker. Fuente: LAURIE BAKER. *Brickwork.* <<http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/brickwork.pdf>>

03_ANALÍISIS DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Las dos terceras partes de la población iberoamericana tiene carencias socio-habitacionales marcadas por la falta de vivienda adecuada y más de la mitad de la construcción se realiza por la vía de la autogestión y autoconstrucción de manera gradual y progresiva. Esta forma de autogestión del hábitat popular inspira el análisis de las distintas soluciones constructivas estudiadas a continuación.

PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina*. Ediciones UPC.

Se analizarán, en el siguiente apartado las distintas soluciones constructivas para cubiertas, tabiquería, cerramiento, sistemas estructurales y pavimentos que mejoren tanto las características funcionales primarias como las características económico-sociales, a través del empleo de técnicas constructivas y materiales de bajo coste.

Las distintas posibilidades analizadas se clasificarán en fichas técnicas en función del elemento constructivo al que den solución. El análisis se llevará a cabo a través de una previa explicación sobre el elemento constructivo y su función. Se enunciarán los materiales necesarios para su elaboración, indicando el proceso constructivo a seguir y se finalizará con los detalles constructivos necesarios para entender la propuesta tanto a nivel espacial como dimensional.



Fig. 11. Ilustración Laurie Baker. Fuente: LAURIE BAKER. *Rural Community Buildings*. <<http://costford.com/Rural%20Community%20Bldgs.pdf>>

03.1_ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES DE CUBIERTAS

La cubierta es un elemento singular dentro del sistema constructivo global de una edificación ya que requiere soluciones técnicamente complejas para resolver su estabilidad, aislamiento térmico, impermeabilización y durabilidad.

Este elemento exige un desarrollo constructivo especialmente singular dentro del sistema global de la vivienda, al estar sometido a sollicitaciones de flexión y tracción más complejas que en el caso de otros elementos constructivos. Otro de los factores que suman complejidad al sistema constructivo de las cubiertas aparece cuando la vivienda se encuentra sometida a fenómenos naturales de especial fuerza destructora, por lo que se puede afirmar que las soluciones constructivas para cubiertas están directamente relacionadas con la cultura del lugar y con la forma de vida, las distintas zonas climáticas, así como los distintos microclimas.

Actualmente, en algunos países, las tradicionales soluciones que se aplican en el 80% de las viviendas del sector de autogestión consisten en la simple colocación de una lámina de chapa de acero. Esto plantea problemas básicos de aislamiento térmico en el caso del acero, de durabilidad, estanquidad y permeabilidad. Todo ello puede llegar a conllevar, además de problemas instantáneos de confort, por debajo del mínimo aceptable, problemas de salud a largo plazo. Por ello, es conveniente buscar alternativas para corregir los problemas de estas tecnologías de uso generalizado, planteando soluciones alternativas para dicho elemento constructivo.

PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina*. Ediciones UPC.

03.1.1_SISTEMA: CÚPULA DE FERROCEMENTO

La cúpula de ferrocemento es un sistema de cubrición que puede ser prefabricado y que está conformado por una estructura de hierro revestida con una malla hexagonal y recubierta por mortero. El hierro y la forma casi esférica de la cúpula hacen que este sistema tenga un elevado valor estructural y estético.

Este sistema de cubrición puede ser llevado a cabo por el propio poblador, previamente capacitado para poder autoconstruir su propia vivienda. Las medidas pueden ser variables siendo la medida máxima 6 x 6 metros.

Para su fabricación, se puede emplear un marco de madera o se puede realizar sobre los propios muros de una estructura.



Fig. 12. Izquierda: Montaje de la estructura de la cúpula. Derecha: Recubrimiento con mortero. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN

1. Madera: material para el marco.

· **Herramientas a usar:** martillo, cinta métrica, cola sintética.

2. Acero: los materiales necesarios para la fabricación de la malla son hierro, alambre, malla hexagonal, cinta aislante y clavos.

· **Herramientas a usar:** guantes, alicates, sierra, llave dobladora y tenazas.

3. Mortero: el mortero de la cúpula está compuesto de cemento, arena gruesa, arena fina y agua.

· **Herramientas a usar:** paleta, llana, recipiente para amasar, brochas y carretilla.

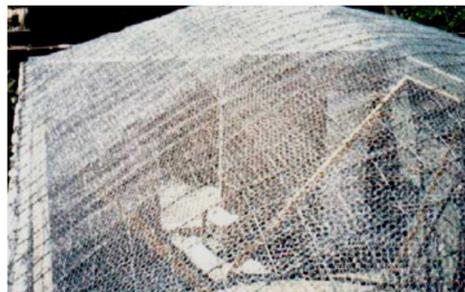
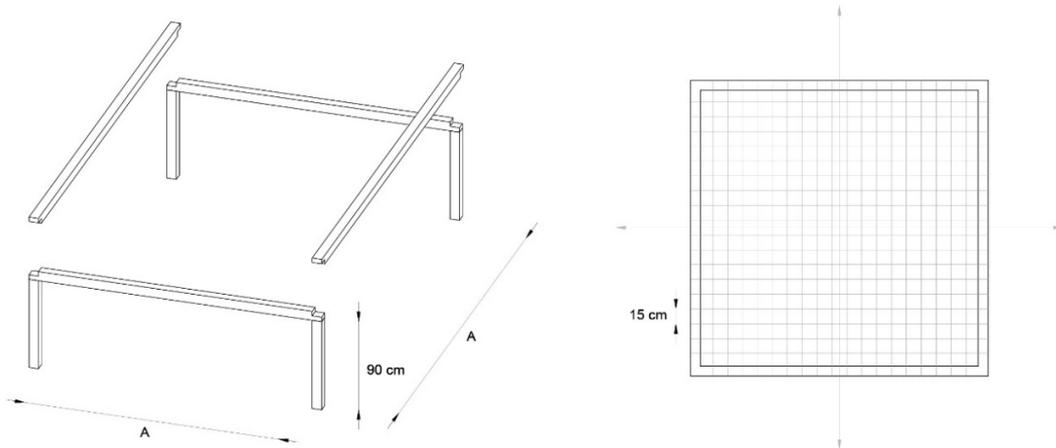


Fig. 13. Montaje de la estructura de la cúpula. Recubrición con mortero. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

PROCESO DE PRODUCCIÓN
1. Preparación de la malla principal
<p>1º Elección de la altura h de la cúpula Dimensión de la cúpula: A x B Alturas recomendables $h = A/4$, $h=A/5$, $h=A/6$ (A= lado menor)</p>
<p>2º Tabla de selección del largo de barras Se seleccionarán las barras según las medidas que se hayan adoptado en los lados A y B. Teniendo estas barras la longitud suficiente para abordar la curvatura de la cúpula según la medida de sus lados.</p>
<p>3º Armado de parrilla a) Las barras forman una malla con una separación de 15 cm en ambas direcciones. b) Diámetro de barras recomendado: - cúpulas con dimensión ≤ 3 m : barras $\varnothing 6$ mm - cúpulas con dimensión ≤ 5 m : barras $\varnothing 6$ mm con una barra $\varnothing 8$ mm cada 3 barras de $\varnothing 6$ mm - cúpulas con dimensión ≤ 7 m : barras $\varnothing 6$ mm con una barra $\varnothing 12$ mm cada 3 barras de $\varnothing 6$ mm c) Reforzar las barras colocadas perpendicularmente con alambre o cinta aislante.</p>
2. Preparación del bastidor de madera y mallas secundarias
<p>4º Marco de madera provisional y colocación de malla Se colocará la malla sobre el bastidor y se le dará la altura requerida. La parte sobrante de la malla se dobla con una llave dobladora formando un anillo perimetral que se encaja en el bastidor. Este anillo se amarra con alambre.</p>
<p>5º Colocación de mallas secundarias Se coloca una primera malla hexagonal secundaria de abertura pequeña. Las mallas deben solaparse 10 cm. A continuación se da vuelta al conjunto formado por la malla principal y la primera malla hexagonal secundaria y la cúpula toma su forma definitiva colocándose sobre esta dos nuevas capas de mallas secundarias, debiéndose colocar las mallas en posición perpendicular a la anterior.</p>
3. Colocación de la estructura de la cúpula sobre los muros soportantes
<p>6º Colocación de la estructura de la cúpula sobre los muros soportantes En la parte superior de los muros tendrá lugar el encuentro de este con la estructura de la cúpula a través de los estribos de la cadena que la reciben. Una vez ubicada se cierran los estribos. La parte restante de la cadena será cubierta con el mortero de la cúpula. (Detalle nº3)</p>
4. Recubrimiento con mortero
<p>7º Recubrimiento de la estructura con mortero relación cemento/arena 1:3 Una primera capa de mortero se aplica sobre la malla. Esta primera capa sirve de base a una segunda capa de terminación exterior y a una tercera de terminación interior. (Detalle nº 2)</p>
5. Colocación del alero y terminación exterior
<p>Si se quiere tener un alero, deben anclarse unas barras previamente a la colocación del mortero. El alero debe llevar unas paredes interiores espaciadas cada 50 cm con una perforación en el extremo para el paso de aguas pluviales. El acabado exterior de la cúpula será una capa de pintura impermeabilizante. (Detalle nº4)</p>

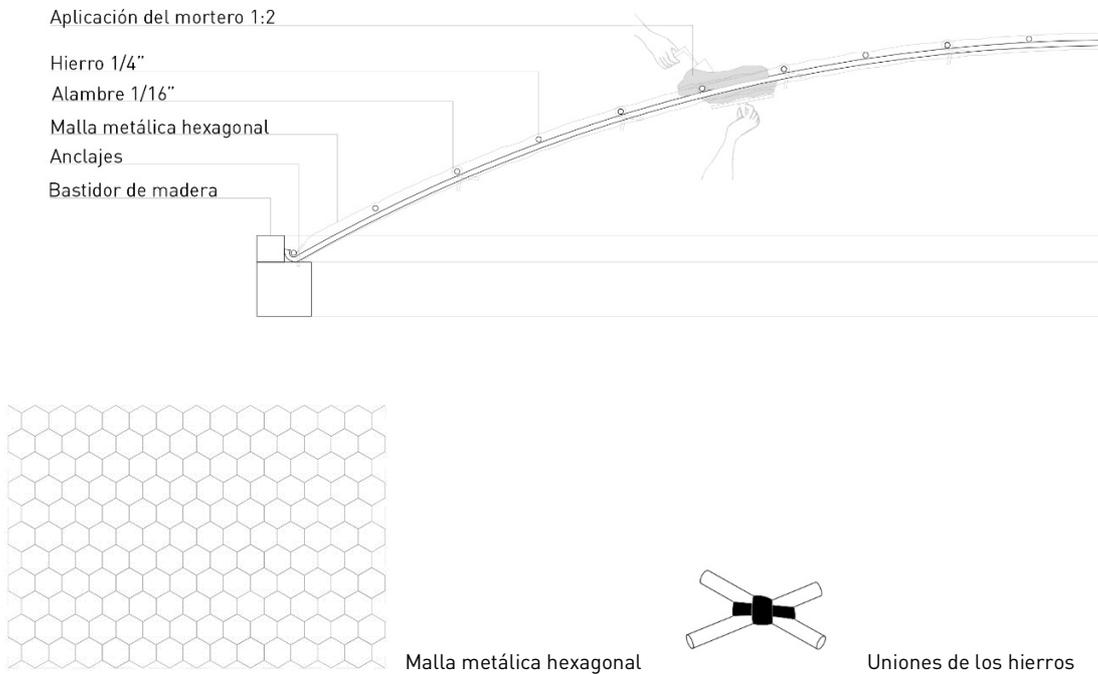
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Bastidor de madera y malla principal



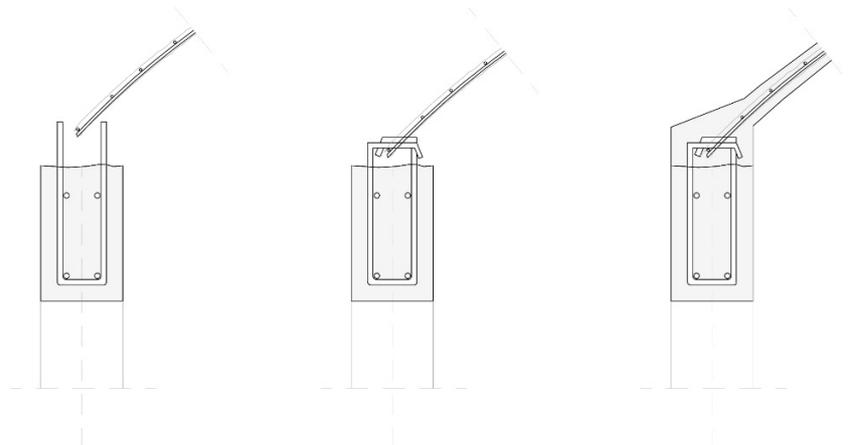
Detalle 1. Bastidor de madera y malla principal. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

Estructura de hierro, malla hexagonal y recubrición con mortero e_1: 5



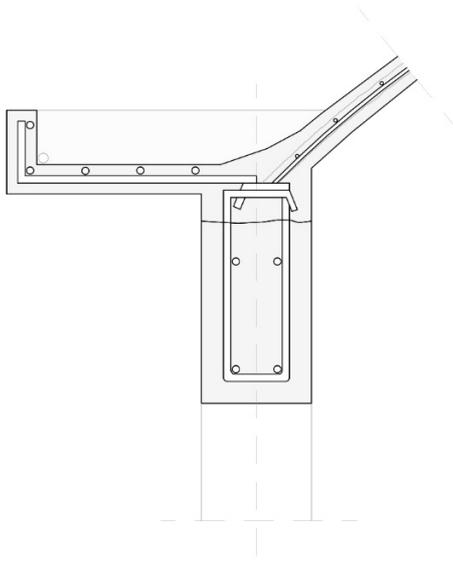
Detalle 2. Estructura de hierro, malla hexagonal y recubrición con mortero. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

Encuentro muro portante y estructura de la cúpula e_1:20



Detalle 3. Encuentro muro portante y estructura de la cúpula. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. *Un techo para vivir*.

Alero y terminación exterior e_1:10



Detalle 4. Alero y terminación exterior. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. *Un techo para vivir*.

PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina*. Ediciones UPC.

03.1.2_SISTEMA: CÚPULA. TECHO DOMOCAÑA

El sistema constructivo Domocaña es una solución para cubierta formada por una estructura de cañas (carrizo, caña brava o bambú), con malla hexagonal en sus caras superior e inferior, ambas revestidas con una capa de cemento-arena. Debido a su forma, esta solución conforma una estructura continua que trabaja a compresión, lo que contribuye favoreciendo su sismorresistencia.

En cuanto a los rasgos socioproductivos, este sistema puede ser fabricado por personal con una mínima cualificación. El uso de materiales y herramientas simples lo convierten en un sistema adecuado para la autoconstrucción de cubiertas económicas.



Fig. 14. Izquierda: Montaje de la estructura de la cúpula. Derecha: Recubrimiento con mortero. Fuente: Pedro Lorenzo Gálligo 2005. Un techo para vivir.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN
1. Madera: material para el marco y para la estructura. · Herramientas a usar: martillo, cinta métrica, cola sintética.
2. Cañas: elemento principal que conforma la malla estructural de la cúpula. · Herramientas a usar: martillo, sierra y cizalla.
3. Acero: la construcción de la malla estructural se complementa con elementos de acero como la malla hexagonal y el alambre de construcción. · Herramientas a usar: martillo, sierra y cizalla.
3. Mortero: el mortero es el material que recubre la cúpula y está compuesto de cemento, arena y agua. · Herramientas a usar: azada, plancha.



Fig. 15. Materiales para construcción del techo domocaña. Madera, cañas y mortero. Fuente: Pedro Lorenzo Gálligo 2005. Un techo para vivir.

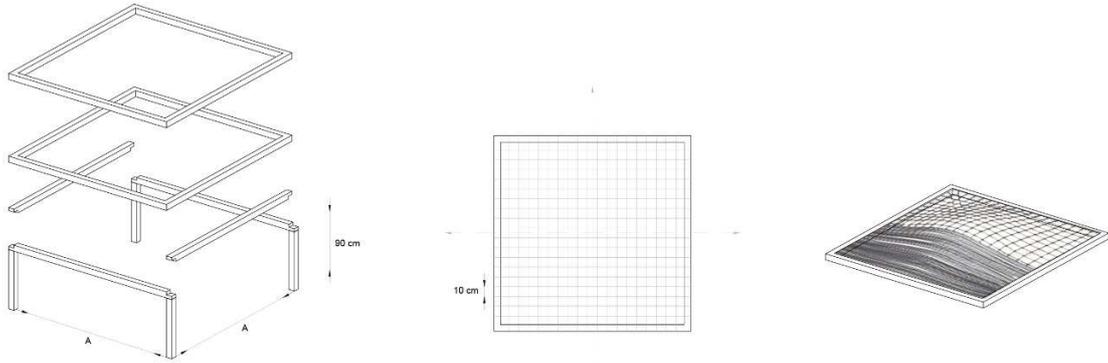
PROCESO DE PRODUCCIÓN
1. Elaboración del marco de trabajo
<p>1º Marco compuesto por piezas de madera Para la elaboración del marco de trabajo se utilizan cuatro piezas de madera cortadas en las esquinas para ser empalmadas entre sí. Se deben también reforzar las esquinas y se añaden los soportes verticales sobre los que se apoya el marco y que facilitaran las labores de montaje. (Detalle 5).</p>
<p>2º Preparación de los bastidores de madera Se deben elaborar dos bastidores de madera formados por cuatro barras cada uno, y han de ser unidos a media madera, empalmando unos con otros. (Detalle 5).</p>
2. Armado de la estructura de caña
<p>3º Colocación de las cañas Se colocan en primer lugar cuatro cañas centradas en el punto medio de los dos bastidores. Se han de presionar por los dos extremos en los que se apoyan y una vez alcancen la curvatura deseada se cortarán y fijarán con alambre de construcción en cada uno de los nudos. La flecha que alcanza la cúpula es variable en función del tipo de caña que se emplea. A continuación se colocan las cañas siguientes cada 15 cm desde el centro hasta los extremos y se fijan con alambre de construcción y clavos, cortando previamente los trozos de caña sobrantes. Opcionalmente y para facilitar el revestimiento, se pueden rellenar los vacíos entre cañas con caña previamente fijada con alambre de construcción.</p>
<p>4º Colocación de la malla hexagonal Se dispondrán dos capas de malla hexagonal metálica, cubriendo toda la superficie de la estructura de cañas. La primera malla se coloca en la zona superior de la cubierta mientras que la segunda ha de colocarse perpendicularmente a la primera, debajo de la trama de caña. Estas mallas se asegurarán con alambre de construcción y facilitarán la adherencia del mortero de revestimiento que se colocará posteriormente.</p>
3. Revestimiento de la cúpula
<p>5º Revestimiento con mortero de cemento-arena El sistema Domocaña se reviste con el mortero especificado anteriormente compuesto por cemento arena y agua en proporción 1:3.</p>
<p>6º Impermeabilización del mortero Se recubrirá la capa de mortero exterior con una pintura impermeabilizante.</p>

HÉCTOR MASSUH Y OTROS (2009). *Hacia las tecnologías apropiadas para viviendas de interés social en latinoamérica. Proyecto xiv.8 Casapartes Tecnologías de cimientos, paredes, entrepisos, techos e instalaciones.* Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC.

PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina.* Ediciones UPC.

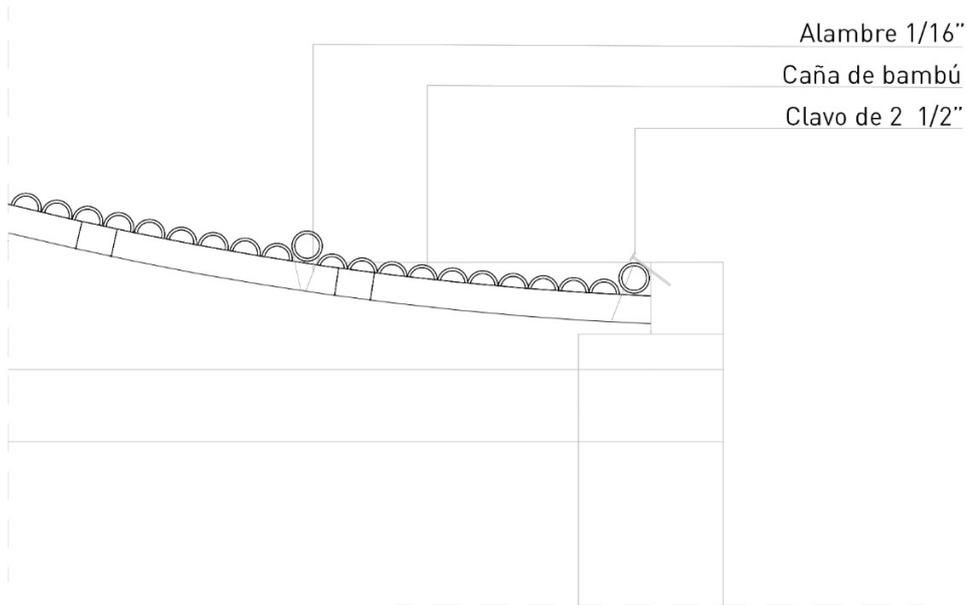
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Bastidor de madera y malla principal



Detalle 5. Bastidor de madera y malla principal. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

Encuentro de la estructura de caña con el marco de madera e_1:5



Detalle 6. Encuentro de la estructura de caña con el marco de madera. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

03.1.3_SISTEMA: CÚPULA DOMOZED

Esta solución constructiva se basa en una losa nervada armada ligera y semiprefabricada. La conforman viguetas prefabricadas y domos (cúpulas de mínima curvatura) que actúan como encofrado perdido. Los domos sustituyen al ladrillo o a la bovedilla aligerada que se usa en una losa convencional.

El monolitismo de la losa se obtiene colocando la armadura de contracción o temperatura sobre el conjunto (viguetas + domo) y extendiendo en la parte superior una capa de hormigón de un espesor que varía entre los 2,5 y 5 cm.

Los componentes de la losa Domozed admiten diversas posibilidades de tamaño, que se adecuan a las de los ambientes. El uso de viguetas prefabricadas disminuye significativamente el encofrado de la losa. Asimismo, el espaciamiento entre viguetas, que puede variar entre 0,50 y 0,70 m. reduce la cantidad a casi la mitad de las que presenta una losa convencional. Se produce por tanto un ahorro de materiales, lo que disminuye el costo de la losa si se compara con la losa aligerada convencional.

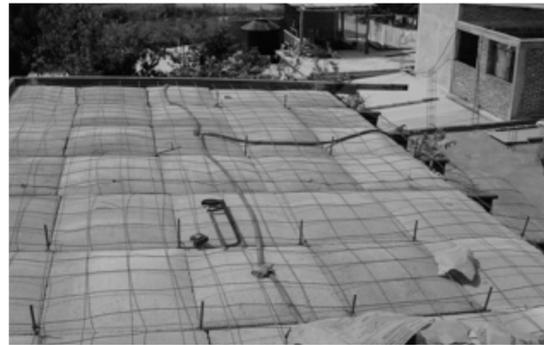


Fig. 16. Colocación de domos. Izquierda: fotografía. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir. Derecha: domos con armadura de compresión. Fuente: HÉCTOR MASSUH Y OTROS (2009). Hacia las tecnologías apropiadas para viviendas de interés social en latinoamérica. Proyecto xiv.8 Casapartes Tecnologías de cimientos, paredes, entresijos, techos e instalaciones. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN

1. Madera: material para el molde.

· **Herramientas a usar:** martillo, sierra y clavos.

2. Malla plástica: material que junto con el marco y el bastidor encofran el domo.

3. Mortero de cemento: elemento principal que conforma el domo.

· **Herramientas a usar:** azada, pala y plancha.

4. Hormigón: empleado en la fabricación de las viguetas.

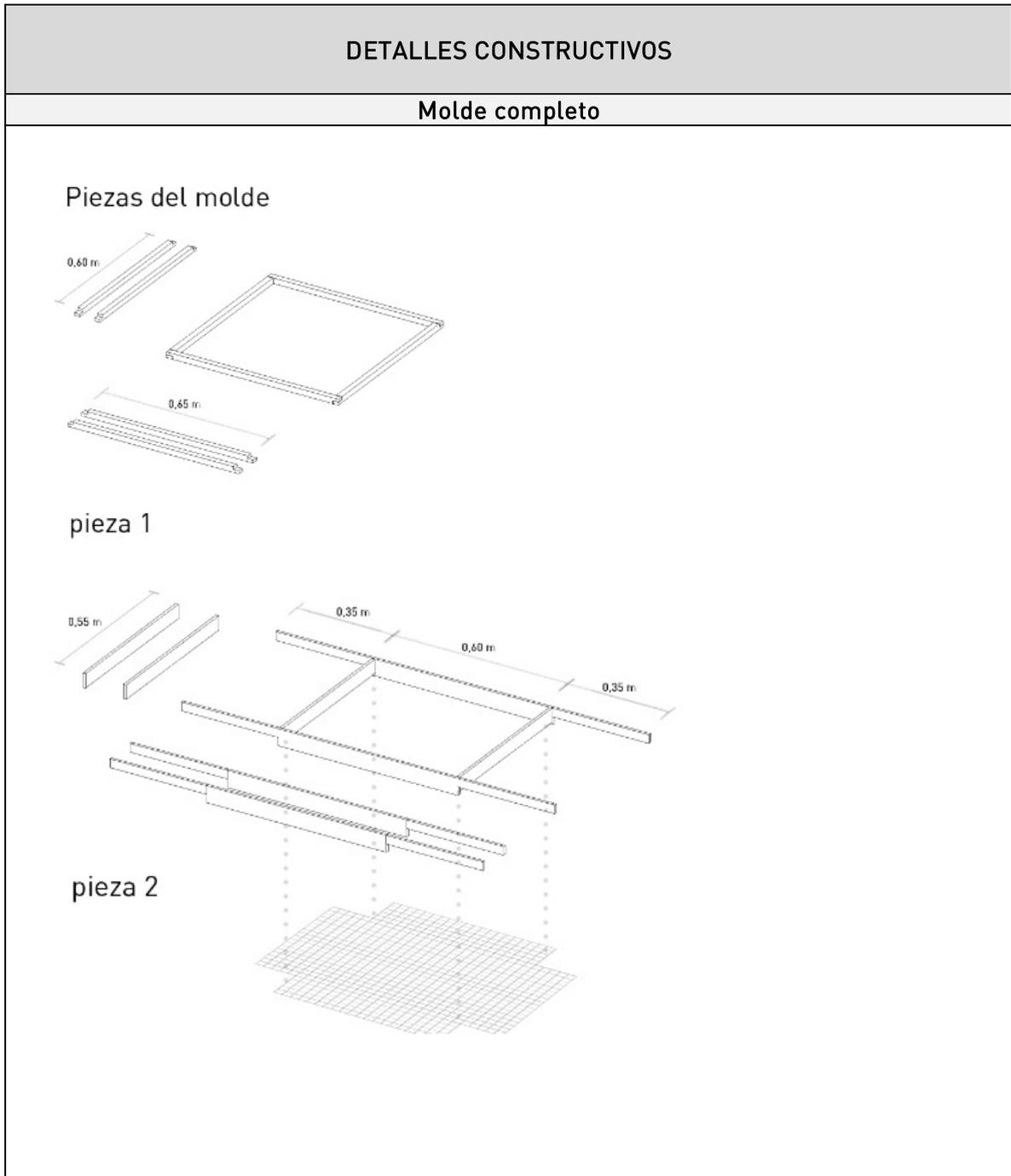
· **Herramientas a usar:** martillo, sierra y cizalla.

5. Acero: armado de las viguetas. Barras de Ø 6 mm.

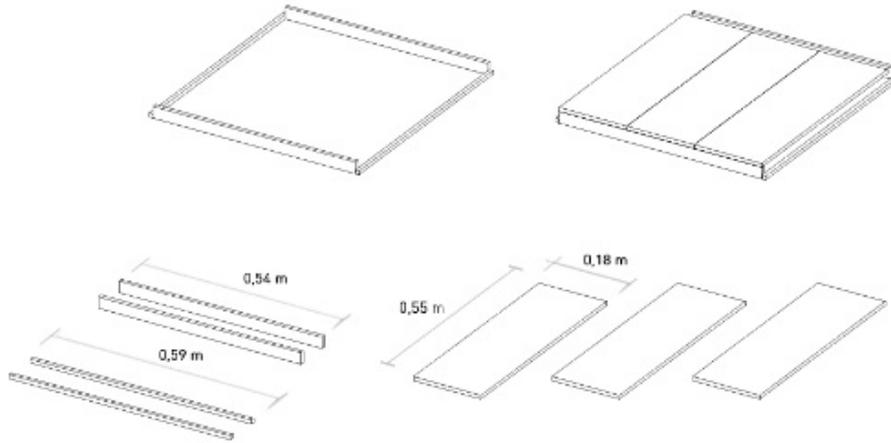
PROCESO DE PRODUCCIÓN		
1. Confección del molde (Detalle 7)		
1º Base compuesta por piezas de madera Se elabora en primer lugar una base de madera sobre la cual se colocará el molde y se irán elaborando los domos.		
2º Preparación del bastidor de madera con la malla plástica Se elabora el bastidor con los largueros para facilitar su elaboración y transporte y se adhiere al bastidor la malla plástica, la cual no se colocará demasiado tensada para facilitar así la curvatura del domo una vez vertida la mezcla en el molde.		
3º Marco de madera Posteriormente se elabora el marco de madera con el cual se dará por finalizada la elaboración del molde.		
		
Base de madera	Bastidor con malla	Bastidor de madera superior
<i>Fig. 17. Confección del molde. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.</i>		
3. Elaboración del domo		
4º Vertido del mortero de cemento Se vierte la mezcla en el molde y se levanta con la ayuda de los largueros. Debido a su peso la mezcla cede y se forma la curvatura del domo. Colocar posteriormente el domo sobre cuatro puntos de apoyo nivelados. Una vez transcurridas 24 horas desmoldar el domo e iniciar el proceso de curado.		
4. Fabricación de viguetas (Detalle 9)		
5º Molde y armadura En primer lugar para la fabricación de las viguetas se elabora un molde de madera sobre el que se distribuirán las armaduras longitudinales de la vigueta y los estribos.		
6º Vertido del hormigón Vaciar la mezcla en el encofrado y vibrar. Los estribos han de tener un recubrimiento mínimo de 2 cm. La parte superior de las viguetas ha de estar plana por lo que será enrasada con una plancha.		
7º Desencofrado y curado Retirar los arriostres y las maderas laterales a las 24 horas del vertido. Proceder al curado de las viguetas después de 6 horas del vertido y continuar cada 6 horas durante 7 días.		
5. Elaboración de la losa sobre los domos y las viguetas (Detalle 10)		
Para finalizar la solución de cubierta se realizará sobre la estructura de domos y viguetas una losa in situ. Se dispondrán las armaduras de contracción y se procederá al recubrimiento con hormigón.		

HÉCTOR MASSUH Y OTROS (2009). *Hacia las tecnologías apropiadas para viviendas de interés social en latinoamérica. Proyecto xiv.8 Casapartes Tecnologías de cimientos, paredes, entresijos, techos e instalaciones.* Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC.

PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina.* Ediciones UPC.



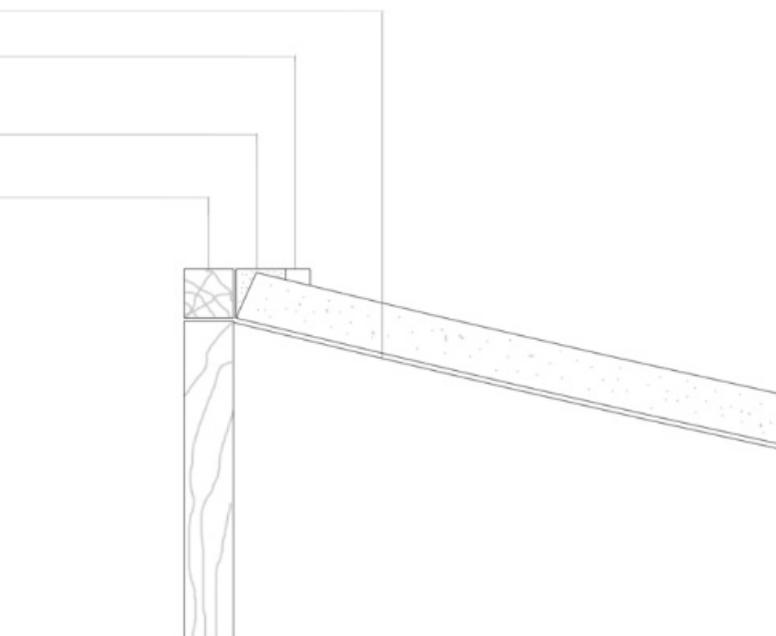
mesa de trabajo



Detalle 7. Molde completo. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

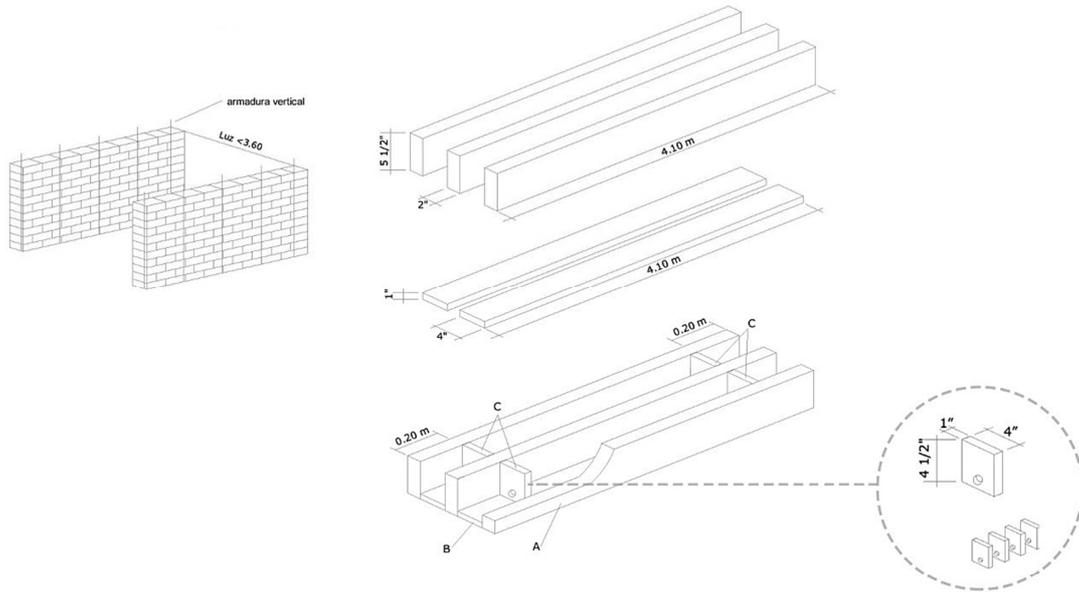
Encuentro domo y marco e_1:5

mall
rejilla
mezcla
marco

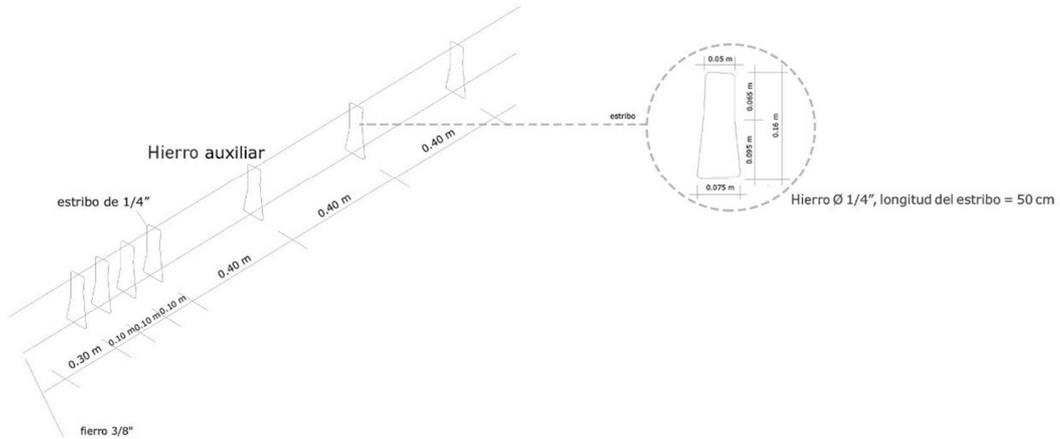


Detalle 8. Encuentro domo y marco. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

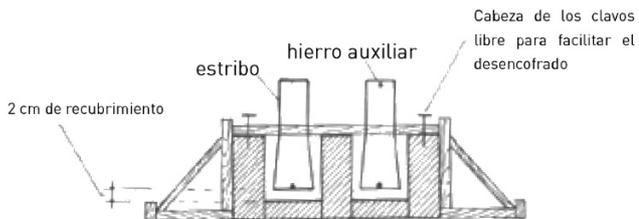
Viguetas

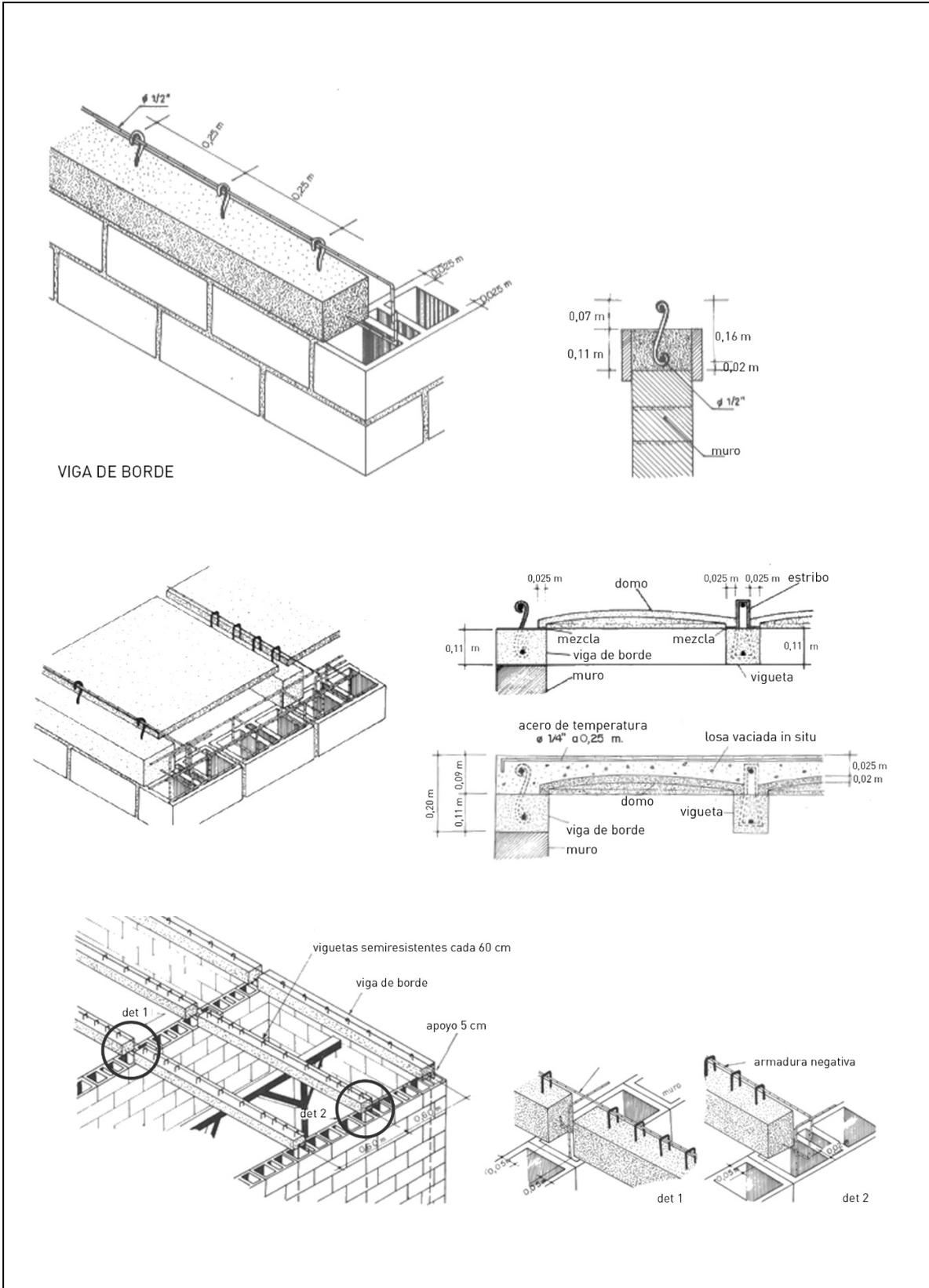


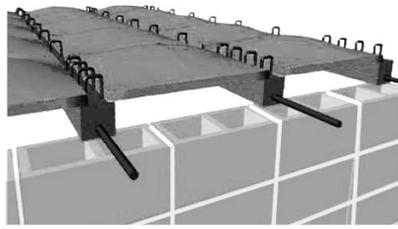
Distribución de hierros para la armadura



Detalle 9. Viguetas. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.







Detalle 10. Viguetas. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

03.1.4_SISTEMA: TEJA DE MICROCEMENTO

La teja de microcemento es un elemento para cubierta de techo elaborado con cemento, arena gruesa y agua, mezclados y vibrados. Este elemento constructivo permite tener un ambiente más fresco en el interior del espacio al que cubra gracias a su elevada reflectividad.

Es una tecnología apta para la autoproducción y la autoconstrucción. Se coloca sobre estructuras de madera o metálicas. La teja puede ser de tipo romana y árabe.

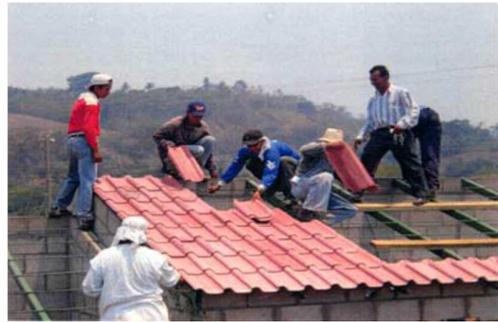


Fig. 18. Izquierda: vivienda con teja de microcemento. Derecha: construcción de cubierta de tejas sobre estructura metálica. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN

1. Mortero: mortero de cemento, arena y agua con el que se elaborarán las tejas. Colorante mineral para el mortero.

2. Herramientas: moldes plásticos, mesa vibratoria, marcos, cuchara mediadora, llana metálica, criba, palas, carretillas y bateas.

PROCESO DE PRODUCCIÓN

1. Preparación de materiales

1º Preparación del mortero

Las proporciones de cemento, arena y agua de la mezcla están basadas en las proporciones de los materiales existentes y pueden variar de un lugar a otro. Las dosificaciones de cemento-arena que se utilizan generalmente son de 1:3 a 1:2 en volumen. Con respecto a la relación agua cemento, debe permitir tres cualidades en el mortero: consistencia, fluidez y manejabilidad.

2. Fabricación del componente

2º Vibrado y moldeado

- Colocar la pieza de plástico que actuará de molde sobre la mesa vibratoria.



Fig. 19. Producción con molde. Fuente: Pedro Lorenzo Gállico 2005. *Un techo para vivir*.

- Colocar la cantidad de la mezcla en la cuchara medidora y verter.
- Vibrar la mezcla y enrasar en el marco.
- Colocar tacos de fijación y vibrado. Moldear la teja.

3º Desmoldeo

- Después del período de fraguado de 24 horas, desmoldar la teja.
- Proceso de fraguado: el proceso de fraguado debe comenzar después de que la mezcla haya sido moldeada. Las tejas en los moldes deben ser apiladas de forma hermética. Durante este proceso, las tejas se curan en posición horizontal colocando un molde sobre otro con las tejas dentro, ya que el molde de plástico impide la evaporación del agua de la mezcla durante las primeras 24 horas.
- Proceso de curado: después del desmoldeo se trasladarán las tejas cuidadosamente a las pilas de curado donde se realiza el curado inicial a vapor, de 5 a 7 días. Posteriormente se curará en una zona cubierta por un plástico negro o bajo sombra durante 7 días. Como última operación de curado se dejarán las tejas a la intemperie durante 7 días.

3. Secuencia de montaje

4º Traslado

El traslado de la teja se hace de forma manual hasta el vehículo donde será transportada. Ésta debe estar ubicada sobre una superficie plana y bien protegida.

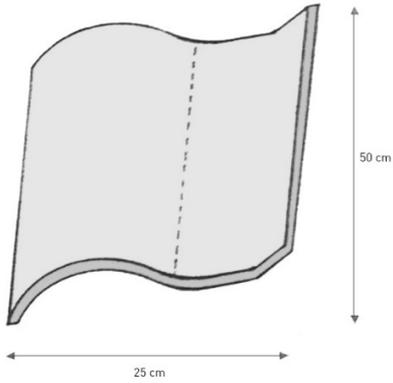
7º Proceso de instalación (Detalle 12)

1. Colocación de la estructura longitudinal que puede ser de madera ó metálica.
2. Colocación de las tejas, de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba, manteniendo el alineamiento con la línea guía.
3. Colocación de la cumbrera.
4. Amarre de las tejas.

PEDRO LORENZO GÁLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina*. Ediciones UPC.

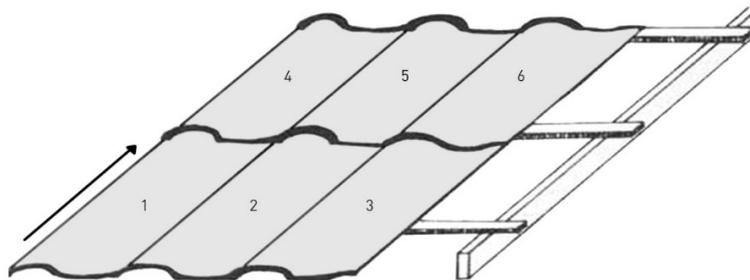
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Teja



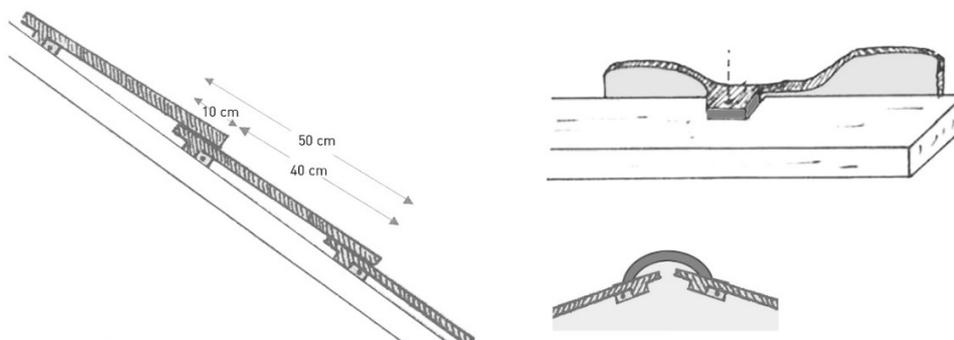
Detalle 11. Tejas. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállico 2005. Un techo para vivir.

Colocación de las tejas



Detalle 12. Tejas. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállico 2005. Un techo para vivir.

Encuentros



Detalle 13. Encuentros en tejas. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállico 2005. Un techo para vivir.

3.1.5_SISTEMA: MÓDULO AUTOPORTANTE DE CERÁMICA ARMADA. BATEA.

El módulo autoportante de cerámica armada denominada Batea es una solución para cubiertas cuyo montaje se realiza en seco y que responde a las funciones estructurales e hidrófugas. Según los requisitos de uso podrían agregarse las funciones térmica y acústica.

Se trata de una tecnología apta para la autoconstrucción. La capacitación es sencilla, facilitada por moldes y dispositivos empleados que garantizan la geometría constante de los módulos. Para su fabricación se emplean moldes simples, realizados en madera o chapa metálica.

El proceso de fabricación considera etapas diferenciadas que permiten la participación simultánea de operarios sin generar interferencias en las tareas. Este aprendizaje para la construcción de sus propias viviendas puede significar la generación de emprendimientos al configurar un banco de recursos humanos aptos para la producción de viviendas para terceros.



Fig. 20. Izquierda: vivienda en construcción con módulos autoportantes de cerámica armada. Derecha: vivienda finalizada. Fuente: Pedro Lorenzo Gállico 2005. Un techo para vivir.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN

1. Madera: para la fabricación del molde se precisa de las siguientes cantidades de madera semidura (conífera o similar).

- 2 de 1" x 6" x 3,80 m de largo
- 2 de 1" x 8" x 3,80 m de largo
- 1 Tablero multilaminado de 0,50 x 1,00 m x 22 mm de espesor.

· **Herramientas necesarias:** Máquina de corte y cepillado para madera, perforadora, serrucho, martillo, tenazas, tornillos, adhesivo, caballetes.



Fig. 21. Molde de madera. Fuente: Pedro Lorenzo Gállico 2005. Un techo para vivir.

2. Batea:

- Ladrillo cerámico (12 x 26 x 3 cm).

- Armadura acero: 12 m Ø 4
18 m Ø 6
- Alambre de atar galvanizado: 6,8 m
- Arena gruesa: 0,030 m²
- Cemento: 14 kg
- Desmoldante
- **Herramientas necesarias:** Carretilla, pala, cucharas, cubos, mezcladora de hormigón, recipiente para humedecer los ladrillos, 2 brochas, 3 tablonces de madera de conífera de 2 x 10'' y 3,80 m de largo, film de polietileno.

PROCESO DE PRODUCCIÓN

1. Preparación de materiales

Ladrillo cerámico: saturar con agua sumergiéndola en un recipiente.

Áridos: arena lavada gruesa.

Aglomerante: cemento portland.

Madera: para encofrado-molde, impregnar con desencofrante.

2. Fabricación del componente

1º Armadura

Preparación de la armadura, cortado y doblado. Colocación de los hierros longitudinales y transversales (estribos) atados con alambre.



Fig. 21. Preparación de la armadura. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

Colocación de la armadura. Disponer la armadura en espera para vincular entre sí los módulos. (Detalle 15).



Fig. 22. Confección del molde. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

2º Piezas cerámicas

Preparación de las piezas cerámicas inferiores previamente saturadas con agua. Llenado con mortero en la parte inferior.

Colocación de las piezas cerámicas laterales y llenado con mortero.

Posteriormente aplicación de cemento en toda la superficie.



Fig. 23. Izquierda: preparación molde. Medio: molde preparado. Derecha: Vertido de material. Fuente: Rosa Ana Jiménez 2010.

3. Tratamiento del componente producido

4º Desmolde

Transcurridas 24 desencofrar los moldes laterales. Tras 72 horas movilizado de la pieza.

5º Curado

Mantener húmeda durante 7 días, humedeciéndola o cubriéndola con plástico.

6º Acopio

A partir de los 5 días se pueden acopiar hasta 5 unidades debidamente acuñada la que está situada en la parte inferior.

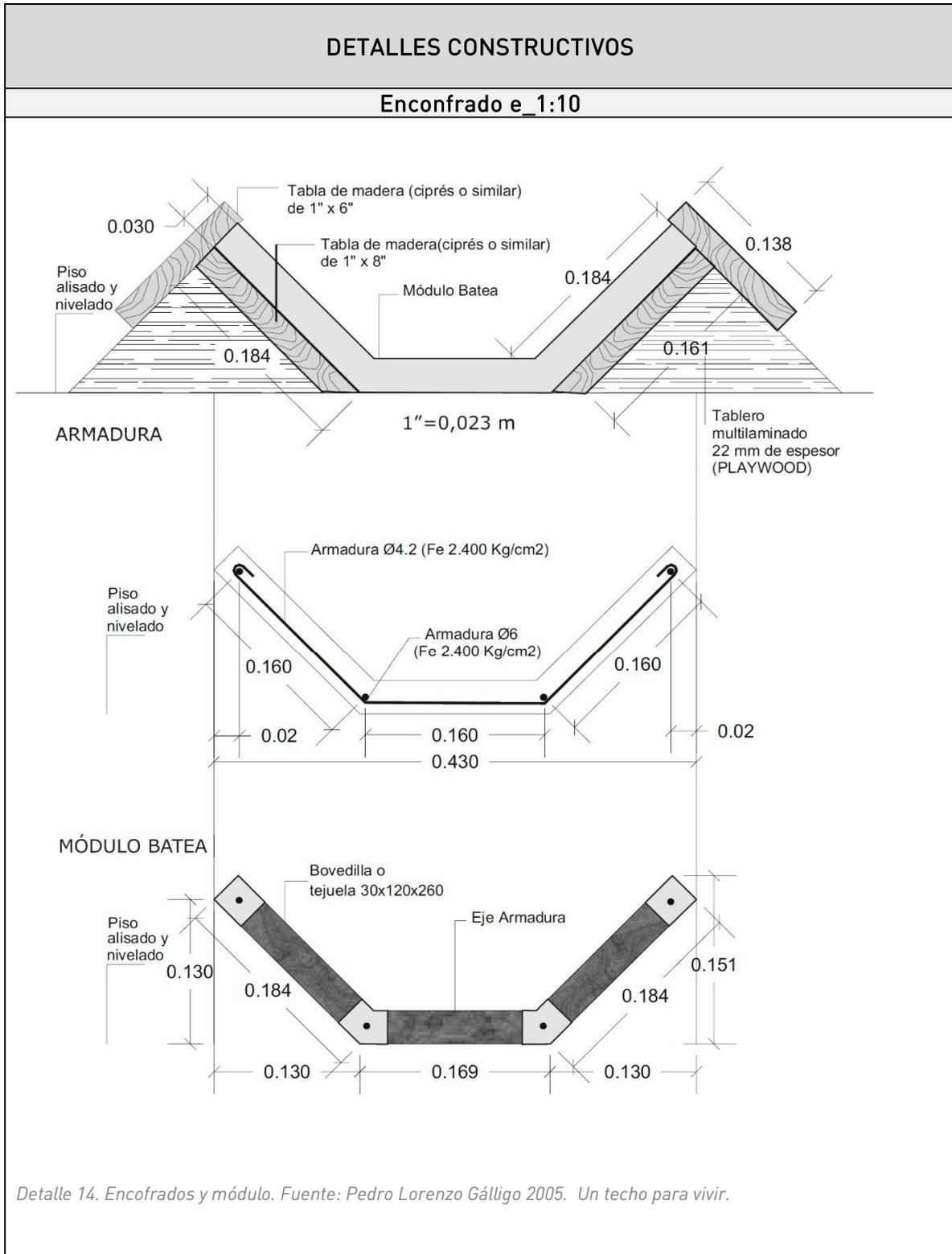
7º Traslado

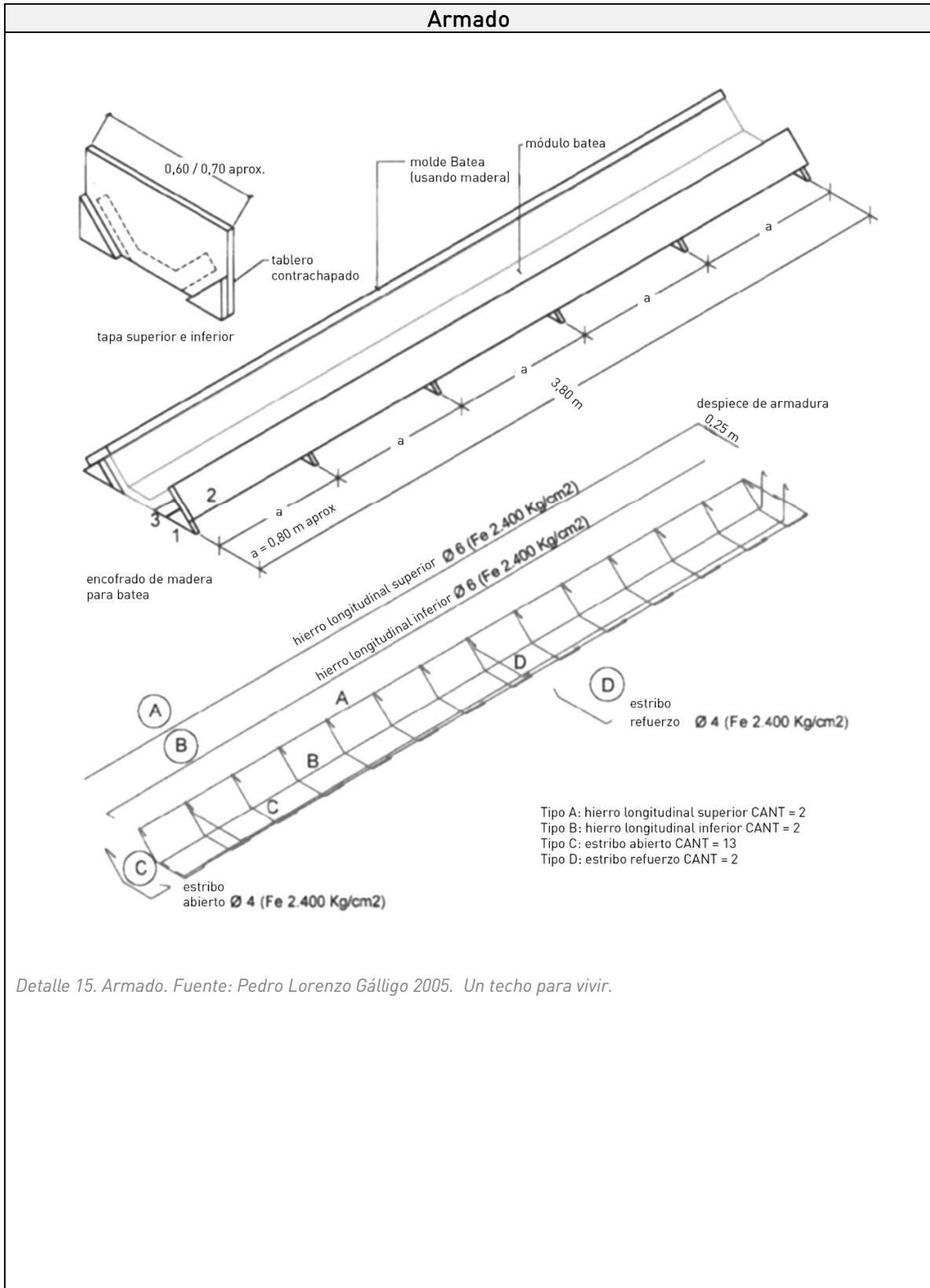
El traslado ha de hacerse en posición horizontal.

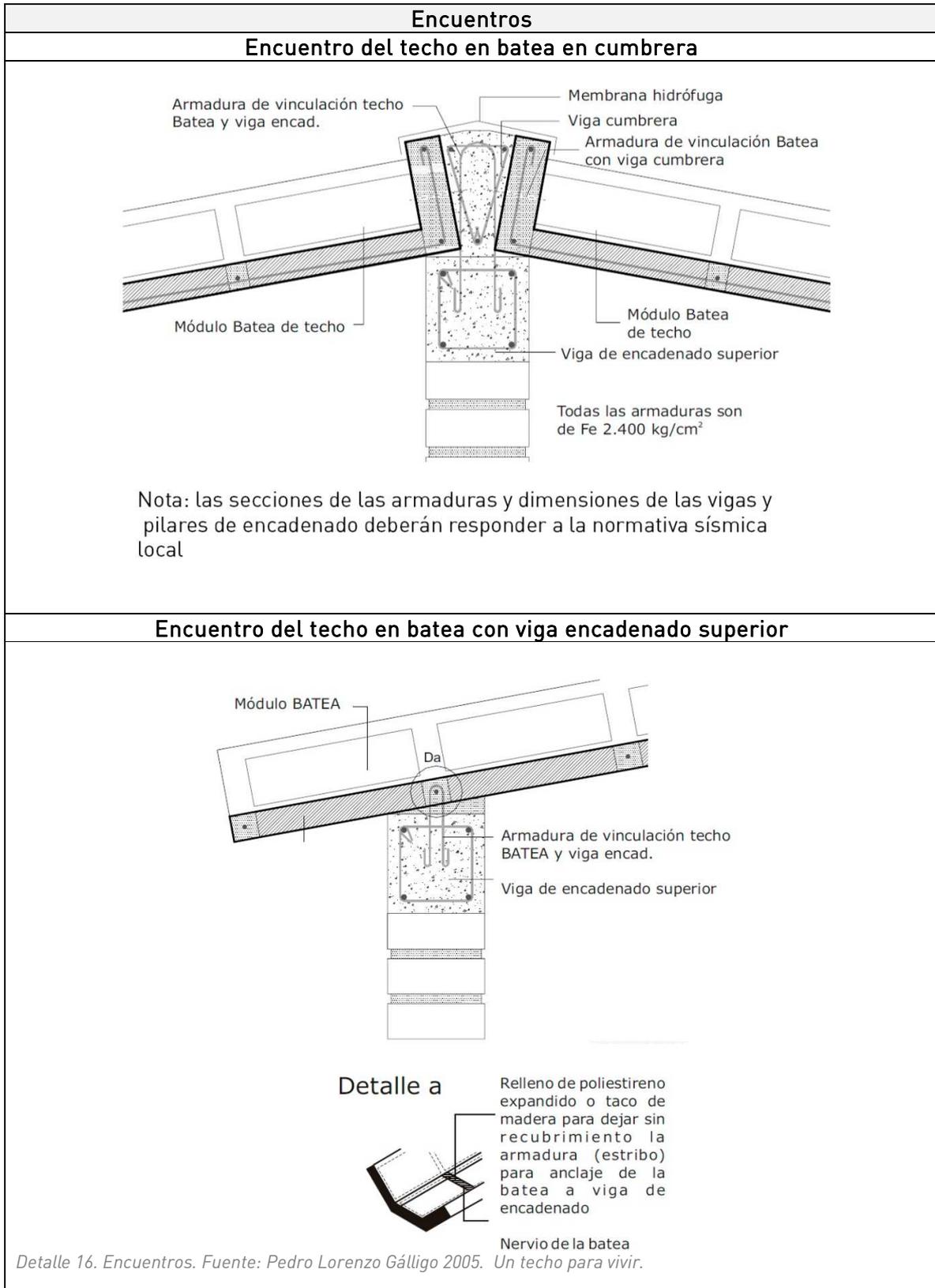
8º Montaje

Izado de la pieza hasta la altura de techo. Esta tarea puede realizarse en forma manual contando con andamios escalonado.

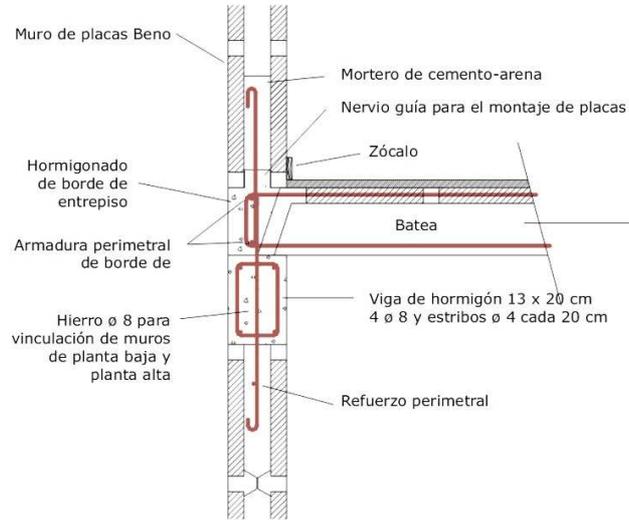
PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina*. Ediciones UPC.





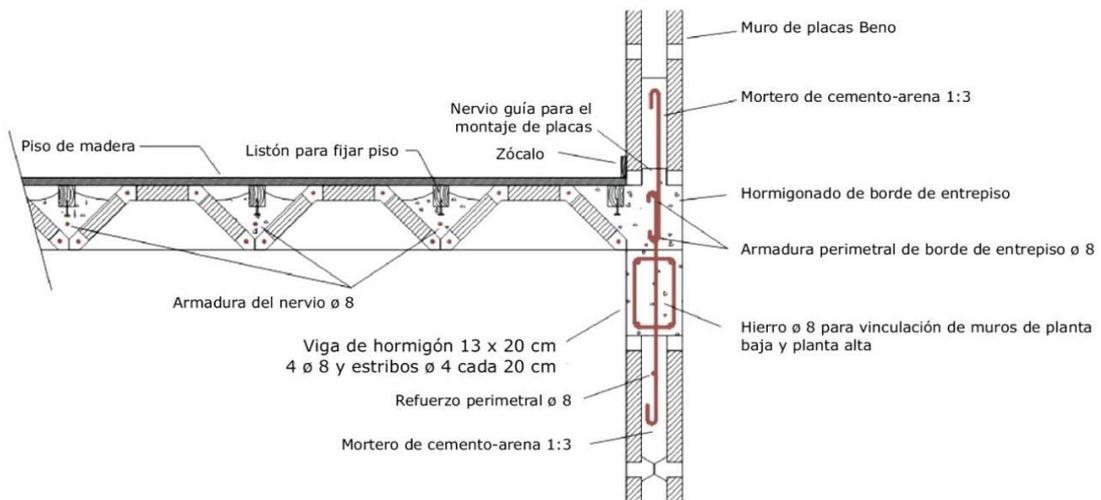


Sección longitudinal de entrepiso batea



Detalle 17. Secciones. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gálligo 2005. Un techo para vivir.

Sección transversal de entrepiso batea



Detalle 18. Secciones. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gálligo 2005. Un techo para vivir.

03.2_ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES DE CERRAMIENTO

Más allá de sus aspectos estéticos y de ofrecer una imagen y diseño exterior, los sistemas empleados en el cerramiento de un inmueble repercuten decisivamente en cuanto a su función como aislante térmico y acústico del edificio, lo que supone un ahorro de costes y un aumento de confort para el usuario final. Otro aspecto importante a tener en cuenta a la hora de ejecutar un cerramiento en los países en vías de desarrollo es su resistencia. Se han de elaborar cerramientos resistentes a fenómenos meteorológicos y naturales impidiendo que puedan destruir estos elementos constructivos a su paso.

PROMATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y ARQUITECTURA ACTUAL. <www.promateriales.com>

03.2.1_SISTEMA: CERRAMIENTO DE ADOBE SISMORRESISTENTE

El adobe sismorresistente es una pieza moldeada de tierra de contenido de arcilla-arena-limo y fibras naturales, actuando estas últimas como estabilizador. Este material no requiere cocimiento. La capacidad sismorresistente se la aportan básicamente su forma cuadrada, la utilización de contrafuertes, la viga de coronamiento y el proceso constructivo.

Se trata de una tecnología apta para la autoconstrucción en cuanto a su fabricación y en la construcción de la vivienda, ya que se utiliza una técnica tradicional de construcción conocida, se facilita la obtención de materia prima y la producción del adobe, puesto que se producen localmente.

Para su fabricación se pueden utilizar tanto moldes de madera como moldes metálicos los cuales son de tres tipos cuadrados de 30,5 x 30,5 x 10 cm; moldes para adobe la mitad, de 14,5 x 10 x 30,5 cm.



Fig. 24. Izquierda: construcción con bloques de adobe sismorresistente. Derecha: proceso constructivo. Fuente: Pedro Lorenzo Gállico 2005. *Un techo para vivir*.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN

1. Adobe: material para la fabricación de las piezas. Las dimensiones serán adobe entero: 30 x 30 x 10 cm y del adobe la mitad 14 x 30 x 10. Las características de la tierra para adobe varían en función de la calidad del barro. Para barros fuertes: 1 parte de tierra arcillosa y 4 partes de tierra arenosa. Para barros no muy plásticos: 1 parte de tierra arcillosa y 3 partes de tierra arenosa. La tierra buena para los adobes debe tener, al menos, la tercera parte del material fino (limo y arcilla), pero no más de la mitad.

· Herramientas a usar: pieza de madera para golpear el adobe, regla de madera.
2. Mortero: material que se utilizará para adherir las piezas entre sí. Estará compuesto de cal-arena, en proporción 1:6.
3. Cañas de refuerzo: cañas de bambú o similar que actúan como refuerzo vertical de los muros de adobe para favorecer la sismorresistencia.

PROCESO DE PRODUCCIÓN
1. Preparación de materiales
<p>1º Selección de la tierra La tierra seleccionada para la elaboración del adobe debe ser limpia, libre de materia orgánica, formada por arcilla o barro y tierra arenosa.</p> <p>2º Mezclado. Preparación del barro Con la tierra seleccionada, triturar con un pisón, revolver bien y quitar las piedras grandes. Posteriormente agregar agua hasta humedecer toda la tierra. Una vez realizada la mezcla se deja reposar durante un día para que la humedad de la mezcla sea total.</p>

<p><i>Fig. 25. Izquierda y derecha: selección y preparación del barro. Fuente: Pedro Lorenzo Gállico 2005. Un techo para vivir.</i></p>
2. Fabricación del componente
<p>3º Preparación del terreno Antes de iniciar el moldeo de los adobes, se debe emparejar el terreno y humedecer una capa de arena fina para evitar que el adobe se pegue.</p> <p>4º Moldeado Sobre el suelo limpio y nivelado, colocar el molde y vaciar el barro. Compactar la mezcla con una pieza de madera para sacar el aire. Alisar y nivelar la superficie con una pieza de madera cuidando que no queden huecos.</p>
3. Tratamiento del componente producido
<p>5º Desmolde Retirar el molde al momento, lentamente y parejo, colocar una capa de arena fina para que no se produzca agrietamiento.</p> <p>6º Secado El secado de las piezas se lleva a cabo dejándolos en el suelo durante 3 días y poner arena fina encima para protegerlos del sol. Para apurar este proceso, concluir el secado a los 3 días en caso de que estos se encuentren al sol y a los 5 días en el caso de</p>

lluvia.

7º Acopio

Los adobes se moverán y apilarán una vez transcurridas dos semanas. Al estar almacenados, se pueden cubrir con una lámina o plástico en caso de lluvia.

8º Pruebas de calidad

Una vez terminado se le realizan las pruebas de calidad y resistencia de la mezcla a las 4 semanas.

4. Secuencia de montaje (proceso constructivo de la vivienda)

Se procederá a realizar el muro de piezas de adobe con refuerzos verticales de vara de castilla, según modulación de la vivienda y un espacio no mayor de 80 cm. Se van adhiriendo los adobes en forma cuatropeada, colocando un refuerzo horizontal cada 2 hiladas (2 cañas), y relleno de los huecos donde se haya colocado refuerzo vertical, con la misma mezcla para los adobes.



Fig. 26. Realización del muro. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

En la parte superior de las paredes se coloca una zuncho de atado o solera de coronamiento. Esta puede ser de hormigón, de madera o metálica, y debe ser continua para formar un anillo cerrado. Si la viga a colocar es de hormigón reforzado, se recomienda no colocar adobes en las esquinas de las últimas dos hiladas de la pared y dejar un hueco para reforzar un espolón unido a la viga, lo que mejorará el agarre.

5. Revestimiento de paredes

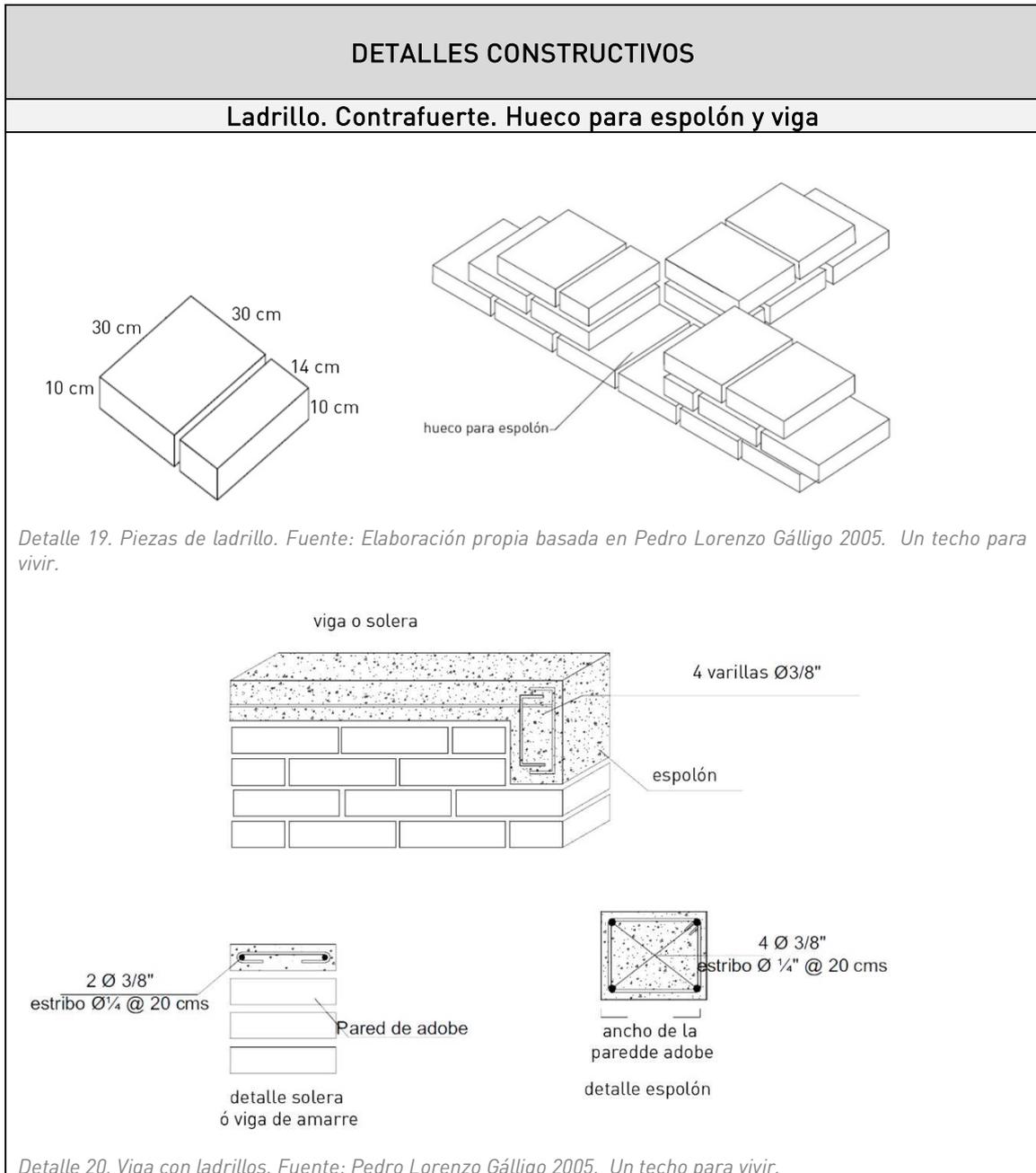
Las paredes serán revestidas para evitar que se debiliten a causa del agua de la lluvia y otros factores. La mezcla que se utilizará debe de ser semejante al material de los adobes para que se pegue bien. El revestimiento se realizará en dos capas, una primera de 5 mm de espesor compuesta por una mezcla de arcilla o barro y arena. La dosificación será generalmente de 1:2, 1 parte de arcilla y 2 partes de arena colada. Y otra segunda capa de revestimiento que protegerá la pared de la erosión, siendo las mezclas recomendadas yeso-cal-arena (1:1/10:1) y arena-cal (5:1).



Fig. 27. Izquierda: Realización del muro. Derecha: revestido exterior de las paredes. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

HÉCTOR MASSUH Y OTROS (2009). *Hacia las tecnologías apropiadas para viviendas de interés social en latinoamérica. Proyecto xiv.8 Casapartes Tecnologías de cimientos, paredes, entresijos, techos e instalaciones.* Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC.

PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina.* Ediciones UPC.



03.2.2_SISTEMA: CERRAMIENTO QUINCHA PREFABRICADA

Se trata de un sistema de paneles que se basa en la combinación de materiales, utilizando como base paredes a media altura de bloque hueco de suelo de cemento, con estructura principal de marco metálico, y como relleno del panel quincha prefabricada.

Es una técnica apta para la autoconstrucción en cuanto a la fabricación de sus componentes y en la construcción de la vivienda. El componente principal es el panel de quincha prefabricada, producido artesanalmente y constituido por madera, cañas y barro.



Fig. 28 Izquierda: proceso constructivo del cerramiento. Derecha: vivienda con cerramientos de quincha prefabricada revestida exteriormente. Fuente: Pedro Lorenzo Gállico 2005. Un techo para vivir.

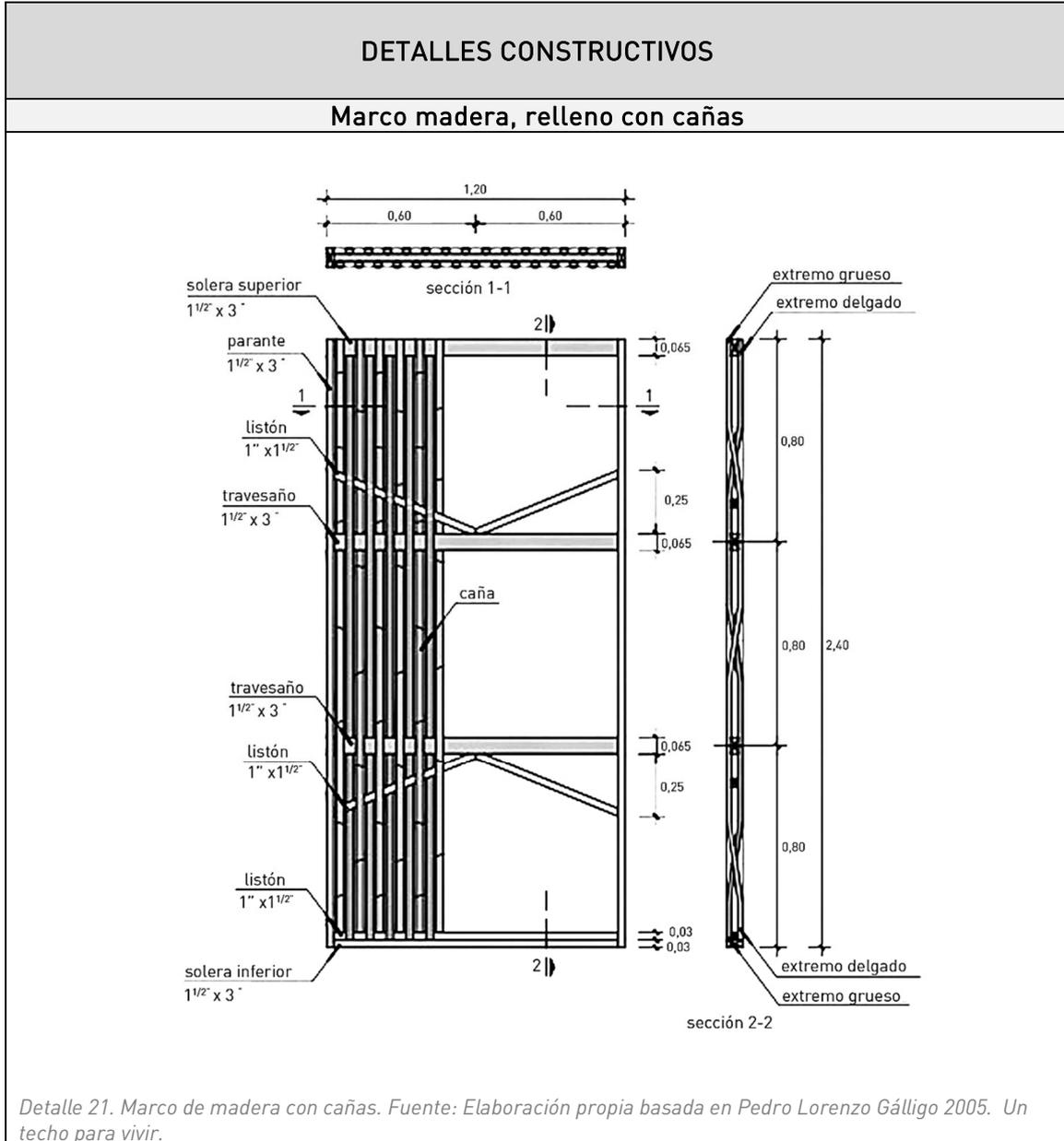
MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN
1. Cañas naturales: cañas o varas naturales. · Herramientas a usar: herramienta de corte y lija.
2. Bloque hueco: bloques de cemento huecos para la base del cerramiento. · Herramientas a usar: tijeras o material de corte, instrumento de medida para homogeneizar las tiras, mortero de cemento para unión entre bloques.
3. Madera: material natural con el que se realizará el marco del panel. · Herramientas a usar: regla, clavos, martillo y sierra.
4. Barro: para rellenar los paneles se utilizará barro. · Herramientas a usar: carretilla, pala y espátula.
5. Malla hexagonal: se colocará una capa de malla hexagonal entre las capas de barro que conforman el panel para mejorar así la adherencia de las capas de barro. · Herramientas a usar: herramientas de corte.
6. Material de revestimiento: el panel de barro podrá ser revestido con material indicado para ello y que aporte impermeabilidad y resistencias necesarias para proteger frente a los agentes exteriores. · Herramientas a usar: espátula.

PROCESO DE PRODUCCIÓN	
<p>En primer lugar tendrá lugar el proceso constructivo de la vivienda en el que se llevarán a cabo la cimentación, constituida por una solera sobre zapata corrida, en la cual se dispondrán los refuerzos y armados necesarios previamente al hormigonado. De la solera de la cimentación arrancará la base de los paneles constituida por bloques huecos de cemento adheridos entre sí con mortero de cemento.</p>	
1. Preparación de materiales	
1º Preparación de la madera	Se han de cortar las piezas del panel en una sola operación para cada longitud y formar el rectángulo base del panel.
2º Preparación de las cañas	Se cuidará que la superficie de las cañas quede homogénea y estas tengan la misma medida para que queden perfectamente colocadas en el marco de madera.
2. Fabricación de los paneles	
3º Relleno del marco con cañas	Posteriormente el marco ha de rellenarse con las cañas, estas deben quedar fuertemente presionadas en toda su longitud para dar mayor rigidez al panel.
4º Instalación del panel	Se han de colocar los paneles unidos al elemento estructural que los soporta y que marca la modulación.
	
<p><i>Fig. 29. Izquierda: refuerzo de las cañas del cerramiento con alambre. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir. Derecha: Panel finalizado. Fuente: Rosa Ana Jiménez 2010</i></p>	
5º Relleno con barro	Con la ayuda de una pala y espátula se rellenarán los paneles con barro. En primer lugar se dispondrá una capa.
6º Colocación capa de malla	Para garantizar la adherencia entre las capas de barro se ha de colocar una capa de malla hexagonal.
7º Relleno final del panel	Una vez llevadas a cabo la primera capa de barro y la colocación de la malla se procederá al relleno de la última capa de barro sobre la malla, el proceso será el mismo que el llevado a cabo con la primera capa.

8º Revestimiento del panel

Para un perfecto acabado convendría revestir el panel con un material que garantizase la impermeabilización y la protección frente a agentes externos.

PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina*. Ediciones UPC.



03.2.3_SISTEMA: CERRAMIENTO DE LADRILLO SÓLIDO DE SUELO CEMENTO

Es una tecnología que permite la fabricación del ladrillo y la posterior autoconstrucción de la vivienda, ya que se utiliza una técnica tradicional conocida por la población y un material alternativo que presenta una elevada aceptación.

El ladrillo de suelo cemento es una pieza de forma rectangular, resultado de moldear la mezcla de tierra, cemento y agua, debidamente dosificada y compactada. Utiliza el sistema de mampostería confinada, y el ladrillo se utiliza como relleno sustituyendo al ladrillo de barro cocido.

Estos ladrillos se colocan entre los marcos, formados por elementos verticales y horizontales. Como elementos verticales aparecen los nervios o pilares y como elementos horizontales las soleras intermedias y de coronamiento.



Fig. 30. Izquierda: proceso fabricación del material. Derecha: vivienda con cerramientos de ladrillos de cemento.
Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN
1. Tierra: uno de los componentes del material con el que se fabricarán los ladrillos es la tierra. Se ha de seleccionar el banco de tierra a utilizar, de manera que cumpla los requisitos establecidos, es decir, tierra arenolimsa, tierra blanca.
2. Áridos: arena blanca.
3. Aglomerante: cemento portland.
4. Molde para conformar los ladrillos
5. Pisón de madera o metálico y regla herramientas necesarias para el modelado de los ladrillos.

PROCESO DE PRODUCCIÓN
1. Fabricación del componente
Las dimensiones del ladrillo serán de 7 x 14 x 28 cm.
1º Fabricación del cemento

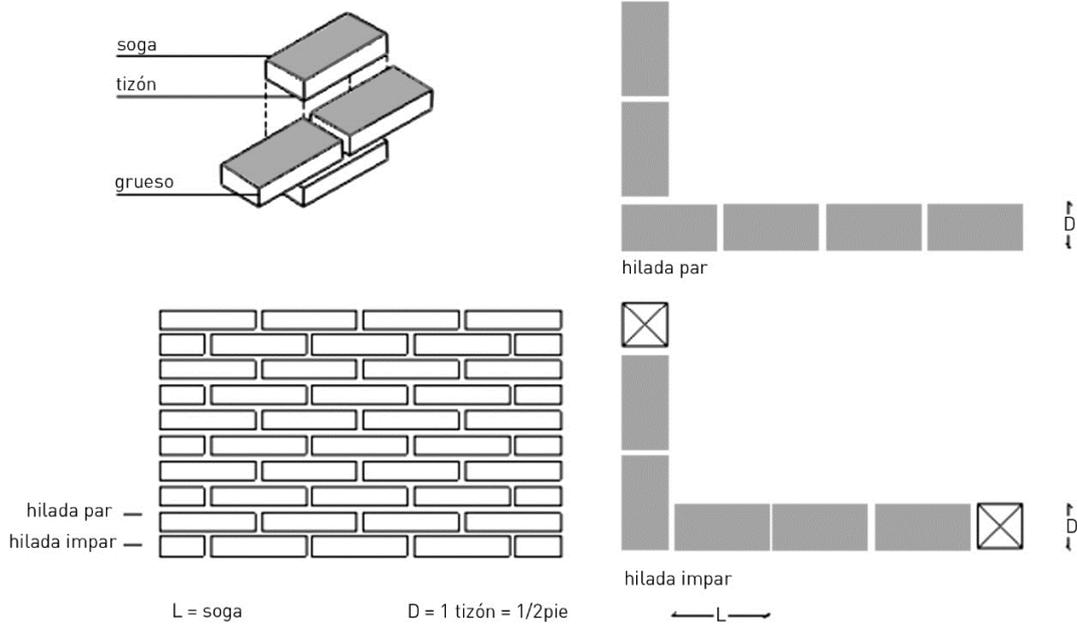
Preparación de la dosificación adecuada de tierra y cemento, agregando agua poco a poco aproximadamente un 75% del volumen del cemento.
2º Moldeado del ladrillo Verter la mezcla en un molde por capas y compactar con un pisón de madera o metálico. Compactar y enrasar con una regla.
2. Tratamiento del componente producido
3º Desmolde Retirar el molde despacio y dejar en el suelo a una misma altura durante 24 horas y someterlo al proceso de curado con agua durante este periodo de tiempo.
4º Acopio Transcurridas las 24 horas se puede apilar y seguir rociando con agua 3 veces al día y durante un mínimo de 4 días. Transcurridas dos semanas los ladrillos estarán listos para usarse.
3. Secuencia de montaje (proceso constructivo de la vivienda)
5º Trazo de la vivienda Colocar los niveles y líneas guía según las dimensiones reales de la vivienda a construir.
6º Cimentación Sobre los ejes trazados proceder a la excavación y ejecución de la cimentación.
7º Ejecución de la solera de hormigón La solera ha de ser sobre zapata corrida de hormigón reforzado y tener una dimensión mínima de 30 x 20 cm para viviendas de un nivel y de 40 x 20 cm para viviendas de dos niveles, con una profundidad de 50 cm. Todas las barras de refuerzo vertical deben quedar ancladas a la solera. El refuerzo mínimo de las soleras intermedias es: Refuerzo longitudinal: 2 varillas de $\varnothing 3/8"$ y estribos de $\varnothing 1/4"$ a cada 15 cm. Elementos verticales: Nervios: 4 varillas de $\varnothing 3/8"$ y estribo $\varnothing 1/4"$ a cada 15 cm. Alacranes: 2 varillas de $\varnothing 3/8"$ y estribo $\varnothing 1/4"$ a cada 15 cm. La solera puede ser de hormigón armado o de mampostería de piedra, cuidando de ubicar refuerzos verticales de las paredes según la modulación de la obra.
8º Primer tramo de ladrillos Se comenzará con la ejecución del muro de ladrillos desde la solera hasta la solera intermedia. Se coloca un refuerzo horizontal cada dos hiladas y el refuerzo vertical cada 80 cm.
9º Segundo tramo de ladrillos Hormigonado de nervios sobre primer tramo de ladrillos y repetición del proceso.
10º Colocación de estructuras de techo y cubierta Armado y colado de solera de coronamiento y dinteles de puertas y ventanas.
11º Revestimiento del muro de ladrillo Se realizará con una mezcla de tierra-cal-arena, o aplicando una capa de cemento que actuará como impermeabilizante.
11º Colocación de puertas y ventanas. Pintura exterior.



Fig. 31. Cerramiento de ladrillo de cemento en vivienda finalizado. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Ladrillos



Detalle 22. Ladrillos. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

03.3_ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES DE PAVIMENTO

03.3.1_SISTEMA: PAVIMENTO DE ADOQUINES DE HORMIGÓN

Este sistema constructivo consiste en la construcción de pavimentos de hormigón realizados reciclando moldes (envases, botellas, redes...) que servirán como encofrado de los elementos unitarios de hormigón. Estos se colocarán semienterrados en una capa de arena que actuará además como material de relleno de los espacios vacíos entre ellos. Se completa con bordes contenedores de hormigón.



Fig. 32. Izquierda: elementos de hormigón desencofrados. Derecha: adoquines de hormigón preparados para recibir la arena que rellenará los huecos. Fuente: Pedro Lorenzo Gálligo 2005. Un techo para vivir.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN

1. Material que actuará como encofrado: envases o botellas de plástico que serán utilizadas como molde

· **Herramientas a usar:** tijeras o sierra.

2. Redes plásticas: redes plásticas que se colocaran en el molde durante el vertido del material principal para absorber los esfuerzos de flexión. Este material se ha de colocar en tiras.

· **Herramientas a usar:** tijeras o material de corte, instrumento de medida para homogeneizar las tiras.

3. Hormigón: material con el que se rellenarán los moldes y transcurrido el periodo de secado, estos serán desencofrados.

4. Arena: Previamente a la distribución de los elementos de hormigón se dispondrá una capa de arena y sobre ella serán colocados los adoquines de hormigón. Además los huecos que aparezcan entre los adoquines de hormigón una vez dispuestos en el espacio que van a ocupar serán rellenados con esta arena.

PROCESO DE PRODUCCIÓN

1. Preparación de materiales

1º Selección del molde

Dependiendo del tipo de acabado que se quiera o del material del que se disponga se seleccionará el tipo de molde plástico que actuará como encofrado.

2º Preparación de la red plástica

Se cortará en tiras la red y se dispondrá en el interior del molde con el objetivo de absorber esfuerzos de flexión.



Fig. 33. Izquierda: red plástica. Derecha: moldes plásticos. Fuente: Pedro Lorenzo Gállico 2005. Un techo para vivir.

3º Material de relleno

Se preparará la mezcla de hormigón que será el material con el que se rellenarán los moldes.

2. Fabricación de los adoquines

4º Vertido

Se procederá al vertido del hormigón en los moldes, introduciendo en la mitad del proceso la malla plástica.



Fig. 34. Molde con la mezcla y la malla de refuerzo. Fuente: Pedro Lorenzo Gállico 2005. Un techo para vivir.

5º Secado y desencofrado

Se dejará secar el material y una vez concluido este proceso se procederá al desencofrado.

3. Distribución de los adoquines y proceso final

6º Capa de arena

Como base para el pavimento se dispondrá una capa de arena de unos 5 cm de espesor.

7º Distribución de los adoquines

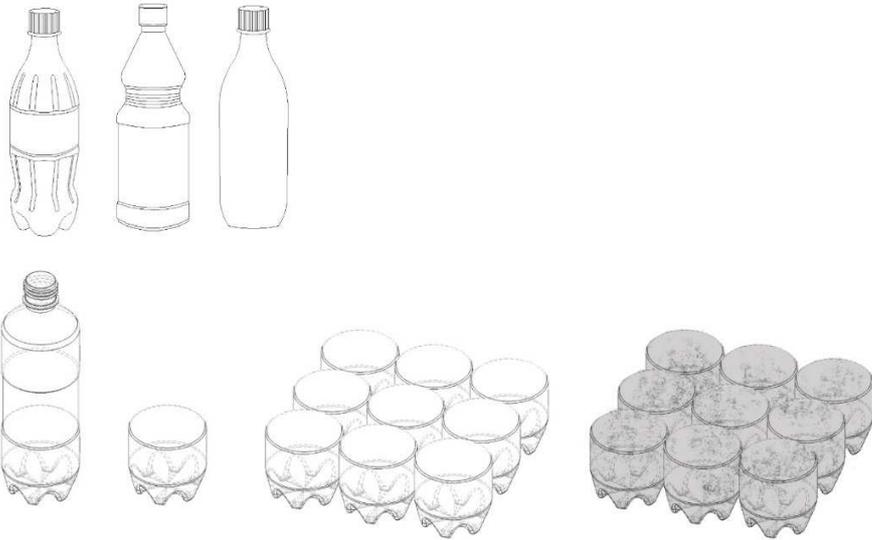
Se distribuirán los adoquines sobre la capa de arena y con la separación que se quiera disponer.

8º Relleno de huecos

El hueco vacío entre los adoquines de hormigón puede ser rellenado con un material como la arena para uso exterior rodado pudiéndose utilizar cualquier otro en función del uso o la ubicación del pavimento.

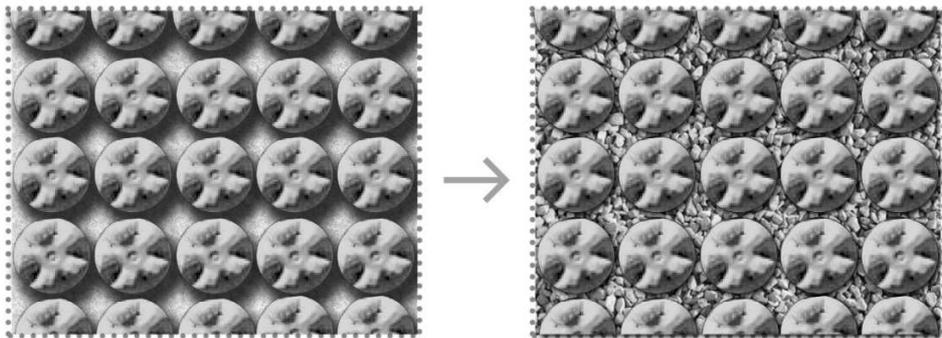
DETALLES CONSTRUCTIVOS

Moldes plásticos



Detalle 23. Moldes plásticos. Fuente: elaboración propia.

Distribución de adoquines y relleno con gravas



Detalle 24. Distribución de adoquines y relleno con gravas. Fuente: elaboración propia.

03.4 ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES DE AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN

03.4.1 SISTEMA: IMPERMEABILIZACIÓN Y AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO RESINA POLIURETANA VEGETAL

La ejecución de este sistema de impermeabilización y aislamiento térmico con resina de poliuretano se lleva a cabo de forma similar a la empleada con productos convencionales. Este material presenta buena elasticidad, impermeabilidad, resistencia y curado rápido y su aplicación puede llevarse a cabo con rodillo, brocha o pulverizador.

La resina de poliuretano se aplica en frío, una vez transcurrida la polimerización se constituye una membrana altamente impermeable y totalmente resistente al agua. Se pueden añadir a los materiales que constituyen la resina óxidos metálicos con el fin de mejorar la resistencia a la acción de los rayos ultravioleta y aumentar la reflexión de la luz del sol.

La resina está compuesta por dos componentes: el polioliol y el prepolímero. Estos componentes deben ser mezclados para la polimerización, que se produce entre 20 y 30 minutos. Esta resina no contiene disolvente, por lo que no daña el medio ambiente ni la salud de los trabajadores. Además, la resina vegetal presenta una excelente resistencia a los rayos ultra-violeta y a los productos químicos muy agresivos (ácidos y álcalis).

Los equipamientos utilizados para su aplicación son de uso corriente en la construcción, pudiéndose incorporar capas de refuerzo (desde fibras naturales o sintéticas).

El nivel de formación exigido para los trabajadores no es muy alto, siendo fácilmente asimilable la técnica de aplicación.

La ejecución del aislamiento térmico con la resina de poliuretano se lleva a cabo de forma similar al producto convencional. Para aplicaciones sobre la superficie de la cubierta es necesario el uso de un equipo de proyección con dos vías, una para cada componente. La mezcla de los dos componentes se produce en cuando estos se encuentran al ser pulverizados sobre la superficie. La espuma de poliuretano vegetal presenta una característica ambiental importante, ya que no incorpora agentes químicos, generando únicamente durante la polimerización pequeñas cantidades de CO₂. Otra propiedad importante es que se trata de un material poco inflamable.

Las espumas pueden ser rígidas o flexibles. Las primeras se utilizan para el aislamiento térmico de cubiertas, por medio de pulverización, o pueden aparecer entre dos chapas o paneles que conformen la cubierta (paneles sándwich). Las espumas flexibles se utilizan como aislamiento acústico. En ambos casos, el ajuste de la densidad y el tamaño de las células son regulables.

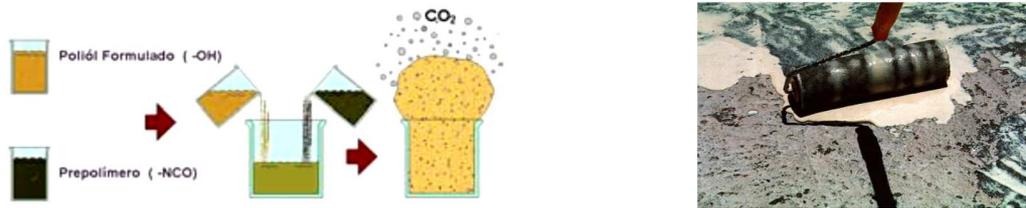


Fig. 35. Izquierda: componentes de la resina. Derecha: aplicación con rodillo. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN

1. La planta Ricinus communis: conocida como ricino en Brasil, y tártago en muchos países de América del Sur, es un arbusto que pertenece a la familia Euphorbiaceae. Es una planta que se adapta muy bien al clima tropical y subtropical. Su aceite se extrae aplastando sus semillas secas, es un triglicérido natural con grandes aplicaciones industriales; es un aceite no apto para el consumo, pero muy usado como material de construcción.

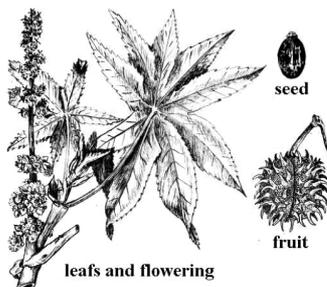
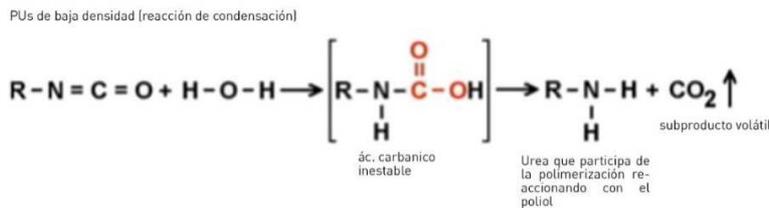
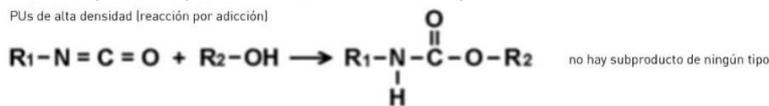


Fig. 36. Ricinus communis. Fuente: Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.

PROCESO DE PRODUCCIÓN

1. Reacción de polimerización

Para la fabricación de membranas impermeables se precisa de resina de alta densidad mientras que para la espuma utilizada como aislamiento térmico es necesaria resina de baja densidad por lo que las reacciones de polimerización son las siguientes.





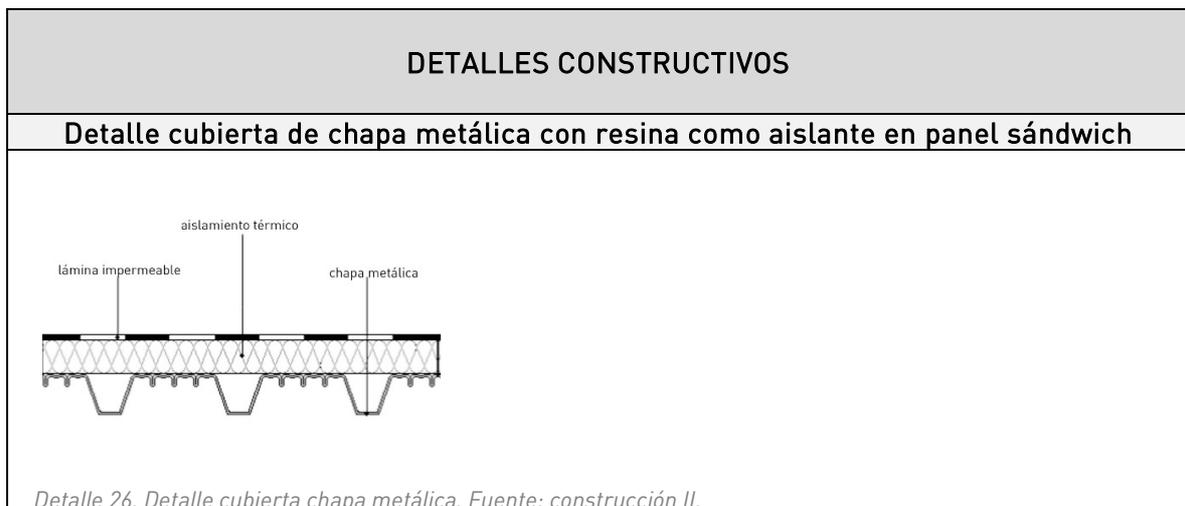
3. Componente producido

Los resultados obtenidos con el compuesto permiten concluir que éste puede ser utilizado en elementos constructivos, tal como recubrimiento de superficies, donde se hace necesaria la absorción y la amortiguación de energía (impacto) y la atenuación de ruidos, además de otras aplicaciones como material impermeabilizante.

Además con ayuda de moldes y prensas e incorporando otros materiales como por ejemplo trazas o virutas de madera se pueden producir derivados como paneles de madera con resina poliuretana vegetal. U otros tratamientos que pueden producir chapas aislantes de resina las cuales se incorporarán entre chapas metálicas conformando cubiertas tipo sándwich.

HÉCTOR MASSUH Y OTROS (2009). *Hacia las tecnologías apropiadas para viviendas de interés social en latinoamérica. Proyecto xiv.8 Casapartes Tecnologías de cimientos, paredes, entrespisos, techos e instalaciones.* Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC.

PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina.* Ediciones UPC.



04_PROPUUESTA

Una vez estudiadas las diferentes soluciones para la construcción de estructuras de bajo coste se propone el proyecto para vivienda básica de cerramientos de adobe sismorresistente. Se escoge el elemento constructivo de cerramientos de adobe sismorresistente para aquellos lugares en los que este fenómeno aparece con frecuencia y en los que escasean los recursos y las soluciones para combatirlo. Se plantea el siguiente sistema para la construcción de una vivienda que mejora la técnica de construcción tradicional con adobe, utilizando criterios de diseño básico y utilizando elementos de rigidez para mejorar el comportamiento resistente de la vivienda ante un fenómeno de sismo. Se trata de una vivienda básica de 24 m² con estancia de estar y dormitorio.

La cimentación de la vivienda se realizaría con una fundación corrida de mampostería de piedra y un sobrecimiento que reforzará la cimentación y estará por encima del nivel del terreno natural.

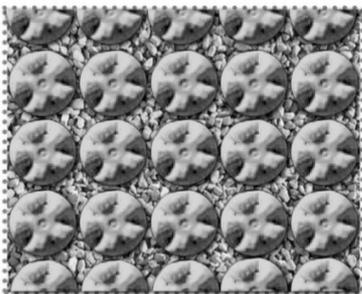
Los cerramientos estarán constituidos por unidades de adobe, dispuesto de forma entrelazada entre hiladas con refuerzo de cañas en posición horizontal y vertical, formando un entramado interno que dote al muro de una mayor capacidad resistente.

Se deben disponer en las esquinas e intersecciones contrafuertes, dispuestos según el criterio de diseño.

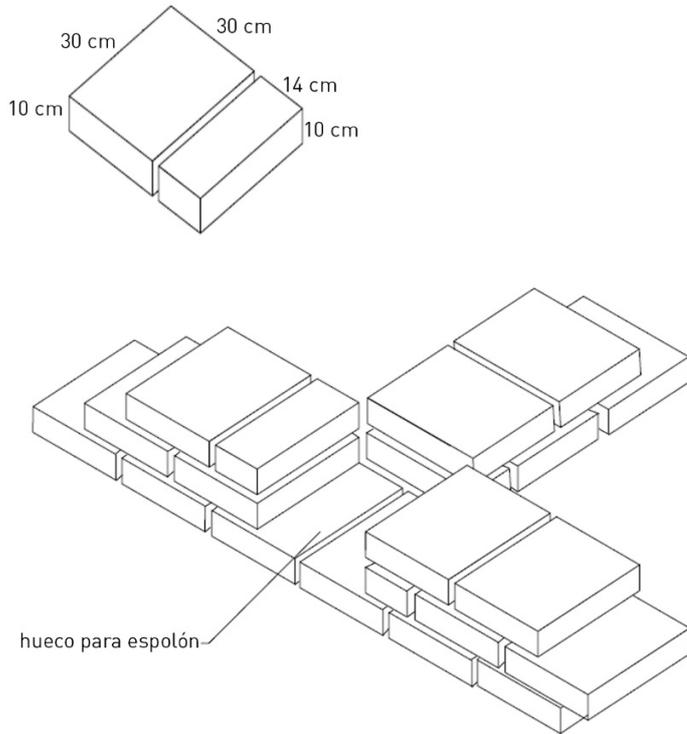
La mezcla que se utilizará para unir las piezas debe de ser semejante al material de los adobes para que se pegue bien.

Las paredes serán revestidas para evitar que se debiliten a causa del agua de la lluvia y otros factores.

Para el pavimento interior se dispondrá sobre el terreno una capa de unos 10 cm de tierra compactada sobre la que se colocarán adoquines prefabricados con moldes plásticos de hormigón, rellenando los huecos entre estos con una capa de arena o grava.



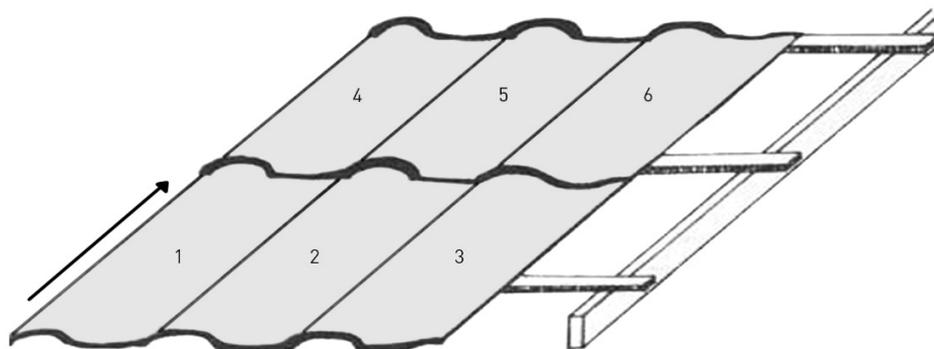
Detalle 27. Pavimento de adoquines de hormigón prefabricados. Fuente elaboración propia.



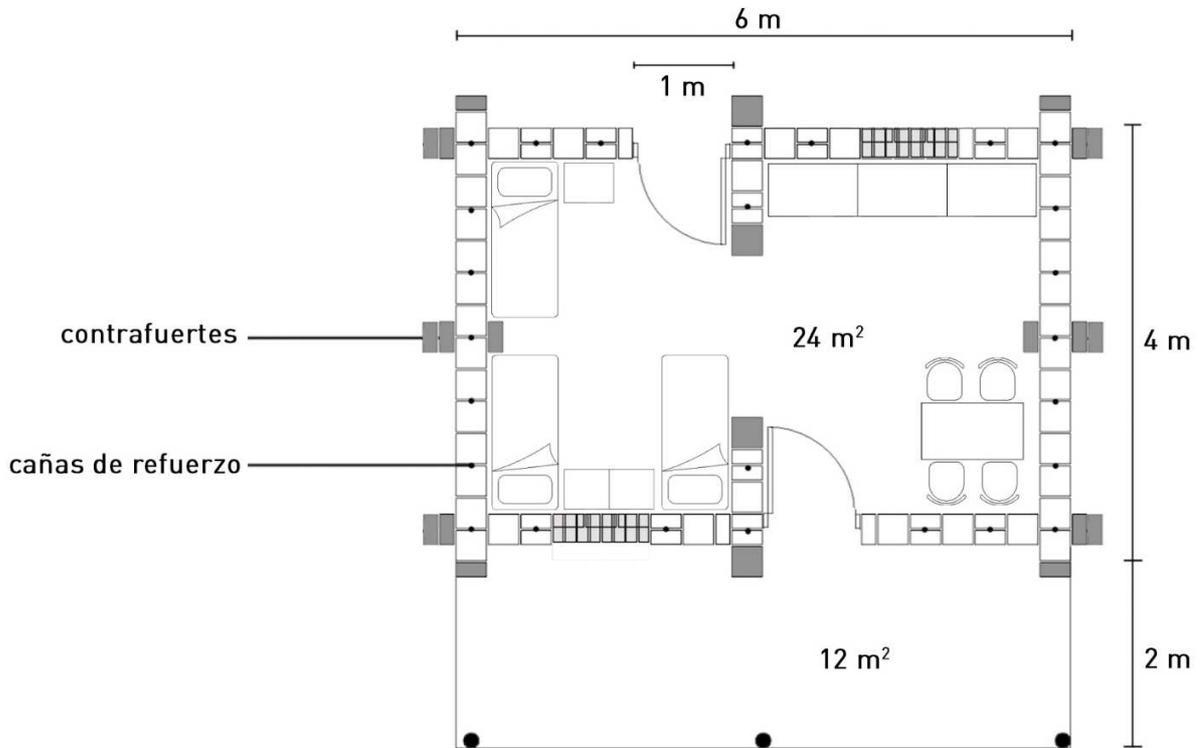
Detalle 28. Piezas de ladrillo de adobe con hueco para espolón o contrafuerte. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállico 2005. *Un techo para vivir.*

La cubierta se realizará con una estructura de madera y cubierta de tejas de microcemento.

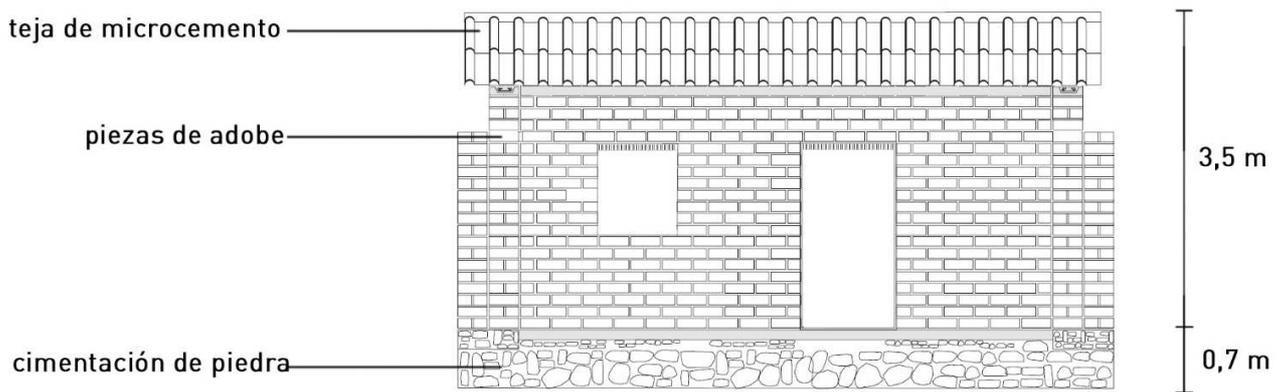
PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina.* Ediciones UPC.



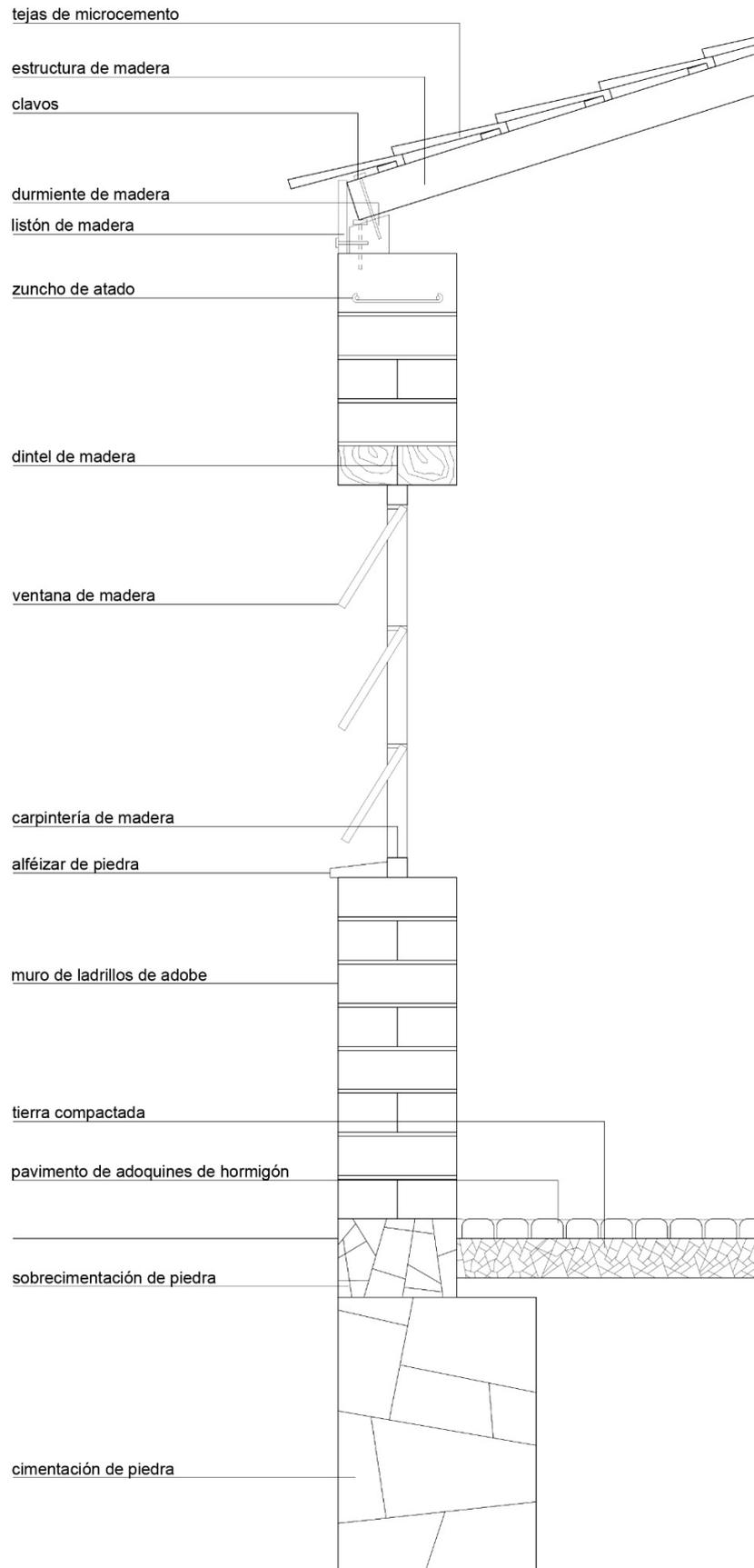
Detalle 29. Tejas y estructura de madera. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállico 2005. *Un techo para vivir.*



Detalle 30. Esquema planta. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.



Detalle 31. Esquema alzado. Fuente: Elaboración propia basada en Pedro Lorenzo Gállego 2005. Un techo para vivir.



Detalle 32. Sección vivienda e_1:20.
Fuente: Elaboración propia.

05_CONCLUSIONES

Quedan definidos, una vez realizado el análisis, los criterios y pautas relacionados con el diseño y la tecnología de los elementos constructivos que responden a las necesidades y recursos, respetando las culturas locales con el uso de materiales autóctonos del lugar.

En este análisis se desarrollan y optimizan las tecnologías constructivas atendiendo a las propiedades mecánicas y físicas como la resistencia y el acondicionamiento higrotérmico.

Con estas fichas técnicas de clasificación de estructuras de bajo coste se pretende intercambiar y transferir la información a través de talleres demostrativos de producción de prototipos experimentales que permitan difundir las técnicas y fomentar el desarrollo de estas en aquellos lugares en los que son necesarios. Para ello se elabora esta documentación técnica, con la que se pretende facilitar la producción, el montaje y la autogestión de las estructuras de bajo coste de tal forma que todas las personas puedan estar cualificadas para participar en la construcción.



Fig. 37.

Fig. 37. Clases teóricas de los talleres de formación en tecnologías de habitabilidad básica para la protección ambiental y el desarrollo sostenible en Sevilla. Fuente: Rosa Ana Jiménez 2010.



Fig 38.

Fig. 38. Clases prácticas de los talleres de formación en tecnologías de habitabilidad básica para la protección ambiental y el desarrollo sostenible en Sevilla. Fuente: Rosa Ana Jiménez 2010.

Se han analizado alternativas constructivas con diferentes materiales y científicamente fundamentadas para la construcción del elemento constructivo al que dan solución.

El grado de definición de las tecnologías constructivas descritas es variable, en función de la información utilizada y el grado de aplicación. Estas tecnologías responden a soluciones muy variadas, desde soluciones para cubiertas, planos de muros, sistemas de impermeabilización, tejas y elementos de acabado. Para lograr la claridad y sencillez en el análisis de las soluciones constructivas se ha propuesto la clasificación de estas en función del elemento constructivo al que dan solución.

Finalmente quedan consolidados algunas de las técnicas en la propuesta final con el proyecto de vivienda de bajo coste con propiedades sismorresistentes.

06_ BIBLIOGRAFÍA

ARQUITECTURA SIN FRONTERAS. <www.asfes.org>

ARQUITECTURA SIN FRONTERAS. *Taller entretiemras*. <www.asfsenegal.blogspot.com>

ANUPAMA KUNDOO ARCHITECT. <www.anupamakundoo.com>

ANUPAMA KUNDOO. (2017) *“Conferencia de Anupama Kundoo en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia”*.
<https://www.upv.es/entidades/ETSA/noticia_992450v.html>

ANUPAMA KUNDOO. (2014) *“Conferencia Affordable Habitat”*.
<<https://www.coam.org/es/actualidad/agenda/agenda-coam/conferencia-affordable-habitat-anupama-kundoo>>

ANUPAMA KUNDOO. *“Conferencia de Anupama Kundoo en la Fundación Luis Seoane de A Coruña.”* <www.fundacionluisseoane.gal>

BLOG DE TECTÓNICA. <www.tectonicablog.com>

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS. (2015) *Tema 2. Cubiertas tecnológicas*. Edición ETSA – UPV.

HÉCTOR MASSUH Y OTROS (2009). *Hacia las tecnologías apropiadas para viviendas de interés social en latinoamérica. Proyecto xiv.8 Casapartes Tecnologías de cimientos, paredes, entrepisos, techos e instalaciones*. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC.

JOSÉ ORTEGA Y GASSET (1939). *Meditación de la técnica*. PDF
<https://francescllorens.files.wordpress.com/2013/02/ortega_meditacion_tecnica.pdf>

KERE ARCHITECTURE. <www.kere-architecture.com>

LAURIE BAKER ARCHITECT. <www.lauriebaker.net>

LAURIE BAKER (2007). *Tecnología y tradición en la obra de Laurie Baker*.
<https://www.researchgate.net/publication/284029063_Tecnologia_y_tradicion_en_la_obra_de_Laurie_Baker>

LAURIE BAKER. *Houses: how to reduce house costs*. <<http://costford.com/Houses%20-%20How%20to%20reduce%20cost.pdf>>

LAURIE BAKER. *A manual of cost cuts for strong acceptable houses*.
<<https://archive.org/details/AManualOfCostCutsForStrongAndAcceptableHousing-LaurieBaker>>

LAURIE BAKER. *Brickwork*. <<http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/brickwork.pdf>>

LAURIE BAKER. *Mud*. <http://www.eartharchitecture.org/uploads/mud_english.pdf>

LAURIE BAKER. *Rural Community Buildings*.
<<http://costford.com/Rural%20Community%20Bldgs.pdf>>

LAURIE BAKER. *Rural house plans*.
<<http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/ruralhouseplans.pdf>>

PEDRO LORENZO GÁLLIGO (2005). *Un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en américa latina*. Ediciones UPC.

PROMATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y ARQUITECTURA ACTUAL.
<www.promateriales.com>

ROSA ANA JIMÉNEZ EXPÓSITO (2011). *Talleres de formación en tecnologías de habitabilidad básica para la protección ambiental y el desarrollo sostenible*. Taller de Sevilla.

UNIVERSAL DECLARATION HUMAN RIGHTS. <www.un.org/es/universal-declaration-human-rights>