

9.d. APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS TRADICIONALES MEJORADAS EN LA VIVIENDA RURAL DE INTERÉS SOCIAL DEL SITIO EL AROMO DEL CANTÓN MANTA

Miguel Camino Solórzano, Dr. Arquitecto
Andrea Intriago Landázuri, Egresada.
Alejandro Mendoza, Egresado.

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Asesor técnico: Javier Moreira Roca, Ingeniero. Jefe Laboratorio de Ensayo y Resistencia de Materiales de la ULEAM

El presente texto está basado en la Tesis de Grado realizada en la Facultad de Arquitectura de la ULEAM en el año 2012. Dicha tesis se ha llevado a cabo de manera simultánea al proyecto de investigación de la AECID realizado por la Universidad de Valladolid y la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y ha consistido en el desarrollo de un aspecto parcial de dicho proyecto de investigación. En concreto, sobre la construcción de un prototipo de vivienda en el medio rural (El Aromo, Cantón de Manta) con materiales naturales y autóctonos tecnologizados (la caña guadúa, los BTCs de barro-cemento y la paja toquilla). Los trabajos de concepción del prototipo, experimentación y elaboración de los BTCs, construcción de la vivienda y observación del comportamiento de los materiales han supuesto una experiencia fundamental para el proyecto de investigación de cooperación internacional, entre cuyos objetivos figuran la contribución al desarrollo y bienestar de la sociedad, la atención a la cultura del lugar, la adaptación a las condiciones climáticas, y la generación de propuestas participativas con beneficio colectivo y popular.

Cabe señalar que, desde hace algunos años atrás, el tema de sostenibilidad y mejora de la calidad de la vivienda ha tomado mucha importancia en la Facultad de Arquitectura. La participación de docentes y egresados becarios en el VII, VIII y IX Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos, en Valladolid – España, han permitido que nuestra visión se amplifique para trabajar con la tierra mejorada. Por lo tanto para mejorar esa técnica se utilizó la máquina CINVA RAM, importada desde Colombia hace dos años, cuando empezamos a ensayar la construcción de BTC (Bloques de tierra comprimida), primero con miembros del INADTEM Instituto de Investigaciones Aplicadas al Desarrollo Territorial de Manabí, adscrito a la Facultad de Arquitectura de la ULEAM, luego con otros estudiantes de la Facultad y finalmente con personas de la comunidad de El Aromo, asesorados por el Dr. Miguel Camino e Ing. Javier Moreira.

1. LA VIVIENDA SOCIAL EN EL ECUADOR

En Ecuador, la falta de oferta de vivienda para familias pobres ha permitido asentamientos precarios donde gran parte de las viviendas son construidas y/o reformadas sin planificación ni asesoramiento técnico.



Figura 01. Guayas, Guayaquil; Monte Sinaí sector conocido como las Ladrillera (Modelo de asentamiento precario presente en mayoría de ciudades y comunidades rurales del país)
Fuente: Andrea Intriago - 2011.



Figura 02. Viviendas proporcionadas por el MIDUVI, en donde el diseño y utilización de materiales es el mismo en todas las regiones del país.
Fuente: MIDUVI - 2011.

A esto se suma la pobreza existente en el país y las necesidades básicas insatisfechas del Hábitat generando un grave problema, con alarmante déficit cualitativo de viviendas. Según el INEC aproximadamente 2'463.916 de viviendas están en condiciones deficitarias del total de 3'456.103 ¹, siendo necesario elaborar políticas, programas planes, y estrategias que permitan reducirlos déficit cualitativos y cuantitativos de vivienda en el país, aplicando tecnologías constructivas sostenibles tanto en lo urbano como en lo rural.

TABLA 1

DÉFICIT HABITACIONAL CUALITATIVO				
ÁREA	HACINAMIENTO	SERVICIOS BÁSICOS	MATERIALES	DÉFICIT CUALITATIVO
				VIVIENDAS
NACIONAL	972.827	1.316.561	2.338.651	2.463.916
URBANO	572.372	433.181	1.316.196	1.403.199
RURAL	400.455	833.380	1.022.455	1.060.717

Tabla 01. Déficit Habitacional Cualitativo.
Fuente: Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC – Encuesta de Condiciones de Vida de 2006.

Existen programas de vivienda social en el país promovidos por el Estado a través del MIDUVI, y fundaciones cooperantes, cuyos prototipos uniformes e impersonales son inadecuados para las 4 regiones del país, irrespetando la cultura, la identidad, el medio ambiente, las tradiciones solidarias de autoconstrucción; con resultados carentes de innovación tecnológica, crecimiento progresivo y sostenibilidad, tal cual se muestra en la figura 2.

Por lo tanto se hace imprescindible la utilización de materiales nobles locales, pero con procesos de elaboración y aplicación sencillos y adecuados a las tradiciones tecnológicas constructivas de cada localidad.

1. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC – Encuesta de Condiciones de Vida de 2006.

2. TECNOLOGÍAS TRADICIONALES CONSTRUCTIVAS

Las tecnologías tradicionales mejoradas tienen como base fundamental lo construido por nuestros antepasados, sirviendo de ejemplo en la edificación, para la actualidad y el futuro, ² ya que tienen como principal elemento el aprovechamiento de los materiales existentes en el entorno, alentando el avance científico, la innovación y la transferencia tecnológica.

Las viviendas tradicionales existentes en el país están muy poco conservadas, siendo para muchos sinónimos de pobreza, pero con una adecuada intervención tecnológica y puesta en valor se las puede utilizar para el mismo fin o para nuevos usos urbanos y rurales.

Por ello es importante conocer las ventajas que brindan las tecnologías tradicionales mejoradas (bahareque, quinchá, paja toquilla, adobe), versus las convencionales ³.

3. EL AROMO, LUGAR A IMPLANTAR EL PROTOTIPO DE VIVIENDA

La comuna El Aromo, localizada a 23 Km. De la ciudad de Manta, tiene una población total de 825 habitantes, con 422 familias aproximadamente ⁴. Cuenta con conocimientos de sistema constructivo guadúa-quinchá, basado en materiales del entorno y aplicados en sus viviendas; pero con el pasar de los años éste saber ha perdido importancia, por la migración a Venezuela y la aculturación reciente producida por la apertura de la carretera.

La zona tiene un microclima especial, en él coexisten 2 tipos de climas; el tropical seco en invierno y el tropical húmedo o “garúa” frío en verano.

El Aromo se caracteriza por; la dispersión de sus viviendas, pobreza, NBI necesidades básicas insatisfechas, degradación ambiental, alta migración, baja productividad, pérdida de la identidad y de las tradiciones constructivas.

2. CEVALLOS Salas Patricio Ing. La tierra como material de construcción de viviendas rurales: el material y sus técnicas de empleo. Comportamiento del bahareque ante los sismos Guayaquil 2011.

3. MORÁN Ubidia Jorge Arq. – Construir con Guadua – Manual de construcción – 2011

TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA =	MATERIALES +	HERRAMIENTAS EQUIPOS MAQUINARIAS +	MANO DE OBRA	VARIABLES	
				COSTO	SOSTENIBILIDAD
CONVENCIONALES	•Industrializados •Importados •Muy poco locales	Más sofisticados con mayor consumo energía y generación CO2	•Especializada •Mínima Local	Mayor	Mínima
TRADICIONALES MEJORADAS Innovación y Transferencia Tecnológica	• Locales • Mínimos importados y/o industrializados	Sencillos y domésticos	•Local •Mínima especializada	Menor	Máxima

Figura 03. Aplicaciones Tecnológicas en Materia de Vivienda Social. (Elaborado por: Miguel Camino 2011).

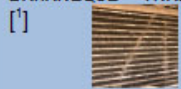
TECNOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS
BAHAREQUE TRADICIONAL 	Se trata de una doble pared rellena con tierra. Está conformado por un sistema de pilares, vigas y un entramado de caña que consolida o articula el sistema de pilares.
QUINCHA 	Consiste en un entramado de caña o bambú recubierto con una mezcla de estiércol, tierra y paja. Material antisísmico debido a la elasticidad del entramado de caña.
PAJA TOQUILLA 	Los tejados de paja se construyen artesanalmente realizando una cubierta con vegetación seca como paja, colocándola en capas. Posee estabilidad buena, resistencia sísmica muy buena, resistencia a la lluvia, idoneidad climática.
ADOBE 	Se fabrica con tierra con un alto porcentaje de arcilla, mediante un molde, y se deja secar al sol. Para evitar que se agriete al secar se añaden a la masa paja, heno seco o estiércol.

Tabla 02. Diferentes tipos de tecnologías tradicionales constructivas existentes en el Ecuador, con cada una de sus características.

Elab: Andrea Intriago - 2012



Figura 04. Vivienda tradicional de quincha en El Aromo

Fuente: Andrea Intriago - 2011.

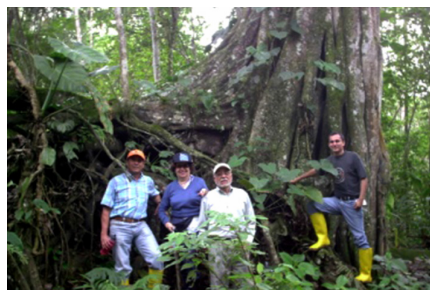


Figura 05. Tipo de vegetación en el bosque de Pacoche

Fuente: Miguel Camino - 2011



Figura 06. Vivienda social del MIDUVI, ubicada en El Aromo.

Fuente: Alejandro Mendoza - 2011



Figuras 07 y 08. Dos casas en finca en el sitio tropical húmedo El Aromo de Manta. Izqda.: mala aplicación tecnológica al exponer la caña en el exterior, está completamente deteriorada pese a tener apenas 6 años de vida útil. Dcha.: al año siguiente probamos junto a la anterior una casa "Hogar de Cristo", la empañetamos con enquinche (tierra, paja y estiércol) hicimos un baño en planta baja, y se conserva en muy buen estado a la fecha.

Fuente: Arq. Miguel Camino

La existencia de inadecuadas viviendas construidas con hormigón armado, y descontextualizadas viviendas financiadas con el bono, exige enfrentar el problema de la vivienda rural de interés social adoptando posturas más integrales.

4. TECNOLOGÍA TRADICIONAL MEJORADA "BLOQUE BTC Y TECHOS VEGETALES"

El rigor del clima tropical húmedo "garúa" de El Aromo, agrede toda construcción y afecta más a la tradicional de caña y quincha, al no contar con maestros locales para su constante mantenimiento, por cuya razón escogimos incorporar las mamposterías ecológicas de Bloques comprimidos de BTC, terro-cemento, para construir una vivienda social, cuyo techo será de estructura de caña guadúa y paja toquilla, así mantenemos el uso de materiales locales.

Los bloques BTC elimina en su fabricación la cocción, que implica la mayor afectación ambiental no sólo por la emisión de contaminantes a la atmósfera (con su correspondiente aportación al efecto invernadero), sino también por el consumo de recursos no renovables; leña de bosques secos nativos y gas natural, para generar importantes cantidades de energía requeridas en el proceso, que ya empiezan a mostrar efectos de desertificación en la zona rural de Montecristi, lugar donde se instalan los hornos de ladrillo quemado.

5. CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL_CALIDAD DEL SUELO

Para el estudio del material se escogió 3 tipos de suelo de la misma localidad (El Aromo) a una profundidad de entre 20 y 40 cm por debajo de la capa fértil, para luego someterla a las pruebas de campo y laboratorio. Siendo una ubicada junto a Pacifictel (Suelo tipo 1), bosque Pacoche (Suelo tipo 2), y otra proveniente de una cantera próxima (Suelo tipo 3).

6. RECOLECCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN

Después de meses de ensayos y roturas con los 3 tipos de tierra escogidas, diferentes dosificaciones y porcentajes de humedad en la facultad de Arquitectura y el laboratorio de Suelos de la ULEAM, obtenemos datos que nos permiten proponer una excelente alternativa de construcción para mamposterías con BTC. Para poder llegar a estos datos se realizó una ardua labor con diferentes ensayos de identificación y compresión como:

Determinación de la humedad natural del suelo: determina el contenido de humedad de las muestras de suelos.

Análisis granulométrico: es la medición y gradación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, con fines de análisis.

Determinación límite Líquido y límite plástico: se determina la plasticidad del suelo y los límites de consistencia a través de los dos ensayos

Determinación de la humedad óptima de los BTC: porcentaje de agua debe llevar el bloque en el momento de su ejecución.

Ensayos de compresión simple con muestras secas y húmedas: se ejecutaron varios bloques de los 3 tipos de Suelos en la CINVA RAM, donde fueron sometidos a compresión en el Laboratorio de Suelos de la ULEAM, a diferentes días de curado, con una máquina de compresión de ensayos.

En base a los resultados de campo y laboratorio se determina que el BTC ideal es el macizo, de tierra – cemento, obteniendo la resistencia más alta de 78.82 kg/cm² en el ensayo de compresión simple con muestras secas a los 43 días de curado. Una dosificación de 11:1 (tierra: cemento) tierra seleccionada para la ejecución de los BTC; y con la Tierra Tipo 3 (Cantera VIPA), una humedad establecida con el material totalmente seco de 22 % –23%. Mientras que un ladrillo cocido y curado a los 15 días tiene una resistencia no mayor a 25 kg/cm².



Figura 09. Máquina CINVA- RAM empleada en investigación tecnológica constructiva en la Facultad de Arquitectura de la ULEAM
Fuente: INADTEM- Fac. Arquitectura – ULEAM

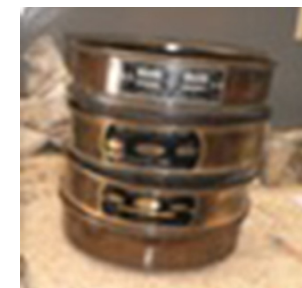


Figura 10. Tamices de sedimentación en el ensayo de granulometría.



Figura 11. Ensayo de plasticidad con la Casagrande.



Figura 12. Ensayo de compresión de bloque de perfil en la máquina de compresión de ensayos para probetas de hormigón.



Figura 13. ensayo de compresión de bloque echado en la máquina de compresión de ensayos para probetas de hormigón.



Figura 14. peso de muestra de tierra para la determinación de la humedad óptima de los BTC.

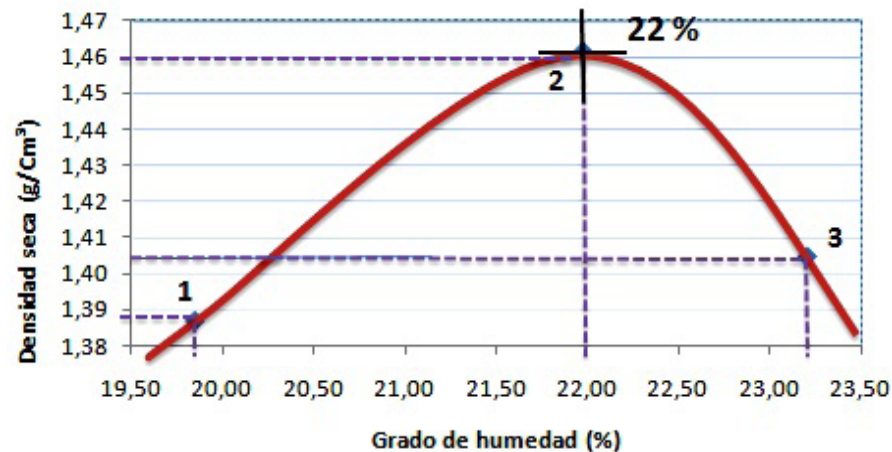


Figura 15. Curva de determinación de % de humedad óptima de compactación.

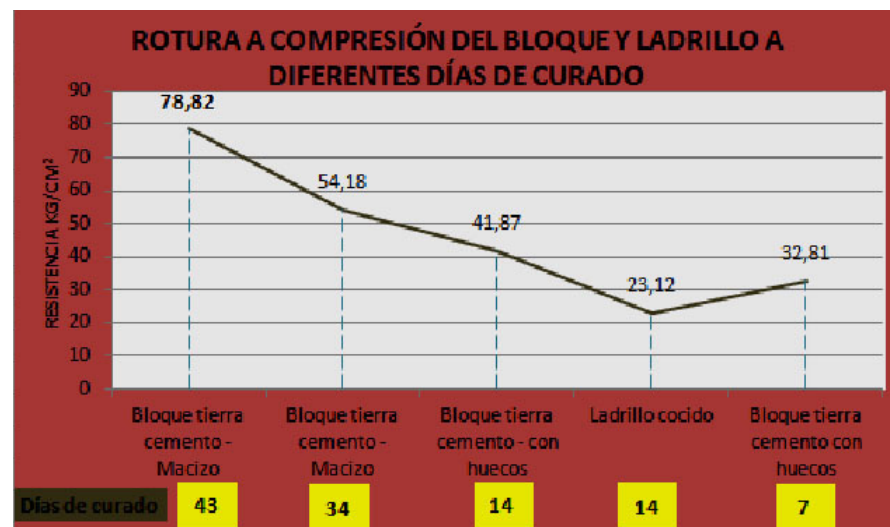


Figura 16. Rotura a compresión del Bloque y Ladrillo

7. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

Proponemos por tanto que los prototipos de vivienda social adapten los diseños a las necesidades específicas de cada usuario y que la construcción posibilite la participación comunitaria y la replicabilidad de los procesos mediante la participación solidaria de las comunidades, asistida técnicamente por la Universidad, el Miduvi y los Municipios.

Este proceso tiene como objetivo que la comunidad se comprometa a proporcionar toda la mano de obra local que posea, para la construcción de las viviendas; así como también la dotación de materiales de la zona, produciéndose así una transferencia de conocimiento comunitario. A continuación se observa las partes componentes del prototipo de la vivienda.

8. DISEÑO DE PROTOTIPO

El prototipo contempla la vivienda mínima, con un área de construcción de 58.2 m² en su primera etapa, más 21.7 m² en su segunda etapa, sólo para la zona de descanso, terminando la casa con 79.9 m². El costo aproximado de la 1ra etapa será de \$ 8.000 por ser una muestra única y experimental; valor que podrá disminuirse si se ejecutan programas comunitarios de vivienda, con aporte del Miduvi y el Municipio local, en movimiento de suelos y dotación de servicios básicos generales, al disponer de maquinarias y recursos técnicos y logísticos para ello.

Una vez definido el diseño y el sistema constructivo, se realizó la obra en un terreno de propiedad privada en la periferie de la comuna El Aromo. Con sumo cuidado para lograr las adecuaciones al entorno, así como las; funcionales, tecnológicas, formales, de confort climático y sostenibilidad, para el desarrollo, bienestar y dignidad del usuario, en una vivienda que podamos replicar contextualizadamente en otros sitios del cantón y la región.

Es importante recalcar que la familia beneficiada con la vivienda y los estudiantes de 2do y 3er año de la Facultad de Arquitectura ayudaron en la producción de 2500 BTC, con el asesoramiento del equipo de esta tesis de grado.

Vale señalar que al inicio se involucraron con incredulidad, pero terminaron su labor con mucho entusiasmo y ansiedad por probar las bondades de la nueva casa.

En el proceso se utilizaron fichas de producción para llevar el control de la cantidad de bloques producidos cada día; dosificaciones, participantes, rendimientos, tiempos de ejecución, características del clima, etc.



Figura 17. Principales elementos y subelementos de la vivienda para conocer la conformación y funcionamiento de su sistema constructivo.

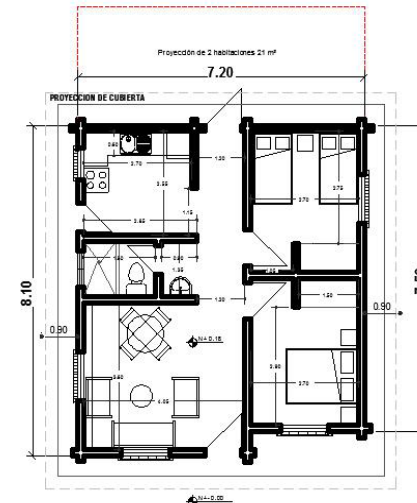


Figura 18. Planta de la vivienda en su primera etapa de construcción

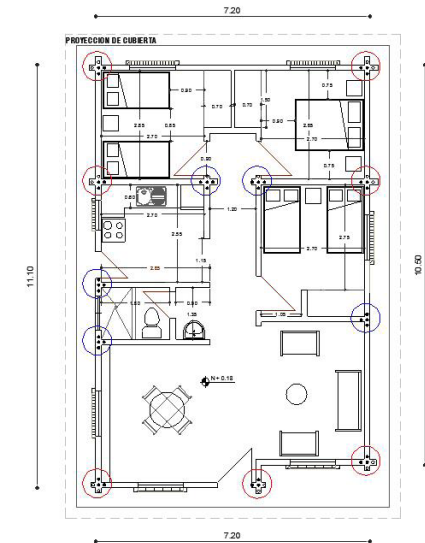


Figura 19. Planta de la vivienda en su segunda etapa de construcción, donde una habitación se elimina y pasa a hacer parte de la zona social o también se la puede usar como un futuro negocio familiar.



Figura 20. corte de la vivienda, en donde se observa la inclinación y altura de la cubierta, junto con los diferentes materiales.



Figura 21. diseño virtual de la vivienda.

9. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO



Figura 22. extracción de tierra de la cantera VIPA, para la ejecución de los BTC.



Figura 23. Dr. Miguel Camino, mostrando a becarios y tesisistas la ejecución de los BTC.



Figura 24. estudiantes de la facultad de Arquitectura en el proceso de elaboración de los BTC.



Figura 31. colocación de los bloques en paredes perpendiculares.



Figura 32. colocación de los bloques en las esquinas.



Figura 33. muros de BTC a una misma altura.



Figura 25. Colocación de cal sobre puntos replanteados.



Figura 26. excavación de 0.40 mt de profundidad.



Figura 27. encofrado de muros de cimentación y colocación de varillas de 12 mm.



Figura 34. comparación de viviendas, mientras que la primera se ve en condiciones precarias la segunda construida con muros de BTC, se observa más sólida, compacta y sostenible. Obteniendo así el objetivo de llegar a mejorar la calidad de vida de los habitantes y de la obra.



Figura 28. relleno y compactación del suelo.



Figura 29. colocación de la primera fila de ladrillos aislantes.



Figura 30. fila de ladrillos para colocación de instalaciones eléctricas.



Figura 35. En el borde superior se aprecia la viga de amarre con hierros para ensamblar un sobrepiso de madera.



Figura 36. Estudiantes de la Facultad de Arquitectura-ULEAM, haciendo BTC.



Figura 37. Tesisistas, Director, maestros y usuarios de la vivienda, constructores de la obra.

10. CONCLUSIONES

Los logros más importantes del proceso fueron:

- Investigación, Innovación y transferencia tecnológica
- Utilización de Materiales locales
- Tecnología para la autoconstrucción asistida por técnicos
- Fácil capacitación de los beneficiarios
- Posible creación de microempresas productoras de BTC
- Permite desarrollo y crecimiento progresivo de la vivienda
- Cambio de mentalidad por parte de los futuros usuarios de la vivienda
- Sustituir la dependencia de materiales importados y altamente contaminantes, por materiales locales, que no emitan CO₂.
- Viviendas con equilibrio térmico y bajo costo
- Tecnología resistente y durable.
- Proceso participativo probado y replicable.
- Facultad Arquitectura ha incorporado cátedra “tecnologías alternativas”

11. RECOMENDACIONES

- Incluir la autoconstrucción asistida con tecnologías tradicionales mejoradas dentro de las Políticas de Estado para programas de vivienda social urbanas y rurales, que sean; sostenibles, participativas y respetuosas de las culturas locales y el medio ambiente.
- Que la universidad ecuatoriana prepare profesionales, para este cambio de matriz constructiva, pues ellos serán los que asistirán técnicamente a las comunidades en estos nuevos procesos constructivos.
- Emprender cursos de capacitación a los habitantes de las comunidades en estos nuevos procesos, para que solidariamente construyan su vivienda con apoyo de la familia y vecinos.



Figuras 38 a 39. Aprendimos a diversificar techumbres con estructuras de caña guadua, según necesidades, requerimientos y formas; con paja toquilla, con plancha metálica aislante en varios prototipos de vivienda, con onduline flexible en hangar de los bomberos; con paja toquilla y mortero arena cemento piedra fina sobre una cama de caña abierta en prototipo de barbacoa, y 17 con planchas de asbesto cemento en escenario frente a piscina.



Figura 40. Montaje de la cubierta de paja toquilla. Así quedará la vivienda en su primera etapa de construcción.

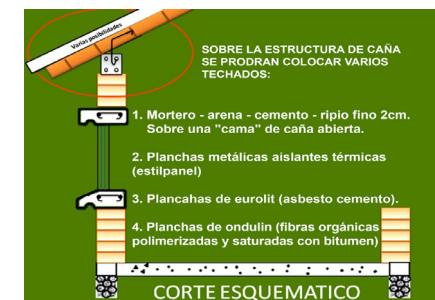


Figura 41. Posibilidades de Techados sobre la estructura de caña guadua.

- Monitorear el prototipo construido para demostrar las bondades, climáticas, funcionales, estructurales, y de salud para los usuarios.
- Reconocer en las mamposterías de BTC, grandes posibilidades de crecimiento horizontal y vertical (2 pisos) y la oportunidad de soportar una rica variedad de techados sobre estructuras de caña guadua; de cady, paja toquilla, metal, duraline, tejas cerámicas, eternit, mortero arena-cemento, etc.

BIBLIOGRAFÍA:

CEVALLOS SALAS, Patricio Ing. *La tierra como material de construcción de viviendas rurales: el material y sus técnicas de empleo. Comportamiento del bahareque ante los sismos Guayaquil 2011*

CORREA FREILE, Cristina. Arq. *Máster en tecnología de La arquitectura. Tesis: La vivienda social en el Ecuador. 2009.*

Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC – *Encuesta de Condiciones de Vida de 2006.*

LANDA CHEME, Lupe. Arq. *Tesis de Arquitectura “Ordenamiento Territorial del sitio El Aromo de la Parroquia rural San Lorenzo del Cantón Manta”. 2010*

MIDUVI. *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (ECUADOR)*

MORÁN UBIDIA, Jorge Arq. – *Construir con Guadua – Manual de construcción – 2011*

TURNER, John F.C, *Revista HABITERRA, 3era edición, 2001*

CAMINO SOLÓRZANO, Miguel. Arq. *Tesis Doctoral “Evolución y Características Tipológicas de la Vivienda en Manabí-Ecuador”.*