

BITACORA DE CONSTRUCCIÓN CON EL GEOMATERIAL SUELOCEMENTO-SISAL: Un instrumento para evitar patologías y mitigar el riesgo sísmico

Glenda López Zerpa (1)

Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Decanato de Ingeniería Civil (DIC).
Prolongación Avenida La Salle entre Avenida Las Industrias y Avenida Antonio Benítez. Código
postal 3001. Barquisimeto – Lara – Venezuela. Fax: ++582512592104 y ++582512592112.

E-mail: lopezg@ucla.edu.ve

Tema 4: Investigación/Enseño y Formación/Capacitación/Transferencia

Palabras claves: transferencia y apropiación tecnológica, producción social de viviendas, patologías en construcciones con tierra.

Resumen

Desde 1990, el DIC-UCLA promueve líneas de docencia-investigación-extensión vinculadas a la Producción Social Organizada para el Desarrollo Sustentable del Hábitat en comunidades del Estado Lara, Venezuela, zona de riesgo sísmico. La vivienda es considerada como elemento clave del desarrollo, contenedor y generador de productos y energías. La tecnología, puesta al servicio de la sociedad mediante instrumentos de transferencia y apropiación, considera procesos de empoderamiento. La tecnología apropiada y apropiable permite rescatar valores históricos e identidad cultural, valoriza recursos tanto humanos como materiales, abre posibilidades racionales de innovación y de productividad y puede ser adaptada socialmente (López, G.,1994). Un antecedente es la experiencia del Barrio "La Lucha", Barquisimeto, donde se transfirió tecnología producto de investigaciones del DIC (Sistema Constructivo de Muros Portantes de Suelocemento-Sisal (2)). La extrapolación al Barrio 19 de Abril implicó trabajos desarrollados metodológicamente mediante investigación-acción, financiados por CDCHT(3) -UCLA, DEU(4) -UCLA y CONAVI(5). Se promovieron proactividad, valores, tradiciones e innovación en 91 familias involucradas. Se ejecutaron programas de: a)Transferencia y Apropiación Tecnológica, donde participaron 08 constructores, 20 técnicos populares y estudiantes; b)Creación e Implementación de una Unidad Comunitaria de Construcción y de una Unidad de Producción de Adobes; c)Erradicación de Viviendas Precarias -82 viviendas construidas-, transformando la estructura organizativa socio-productiva. Los procesos técnicos en dichas experiencias han sido sistematizados, identificando errores constructivos u omisiones y aplicando el análisis post-ocupación de tipo descriptivo, con enfoque cualitativo. Como técnicas para la recolección de datos se han empleado la observación directa, entrevistas, memoranda, fotografías, filmaciones. Está en producción un manual (Bitácora), diseñado como un instrumento sencillo, cuyos resultados parciales (cuadernillos) han permitido adelantar procesos de transferencia intra-UCLA: Centro Demostrativo de Agro tecnologías (CENECOAGRO) del Decanato de Agronomía, Escuela Comunitaria de Vivienda, así como del grupo de apoyo (investigación-extensión) Hábitat Sustentable –ambos últimos del DIC-; y procesos extra-UCLA en varias comunidades del Estado.

1.- Introducción

En Venezuela como en el resto de los países latinoamericanos, la creciente crisis económica, la falta de una planificación integral y el incremento no controlado de la población urbana han generado alteraciones ambientales, déficit de viviendas y de servicios públicos así como la necesidad de cambios profundos en las organizaciones sociales y en las relaciones entre producción, comercio y cultura como resultado de la interacción entre la sociedad con el medio en el que habita.

De acuerdo con la UNESCO-FLACAM (este último: Foro Latinoamericana de Ciencias Ambientales) la metodología empleada en la resolución de problemas como los mencionados anteriormente debe involucrar procesos participativos, tales que permitan que la comunidad y los entes gubernamentales y no gubernamentales (incluso las

universidades) actúen en forma equilibrada y solidaria, y que profesionales y técnicos de diferentes disciplinas -incluso estudiantes universitarios- asistan procesos hacia el cambio ambiental positivo para una mejor calidad de vida. Esta metodología implica también el trabajo sobre la base de: “Pensar globalmente y actuar localmente” (Pesci, 1995). Esto significa que los procesos de desarrollo local deben preceder a procesos de desarrollo regional y nacional. Por lo tanto, los resultados positivos en escala local pueden extrapolarse para ser adaptados a escalas mayores, en forma progresiva; considerando la transferencia y apropiación tecnológica y la participación activa de los actores sociales, como elemento activador de procesos de desarrollo. De allí que se adopte, en concordancia con Enet, M.(s/f) -presentado por Kruk W. (2001)-, la definición de “La Tecnología del Hábitat Popular” como “El conjunto de conocimientos y procedimientos articulados sinérgicamente, aplicados con una lógica incremental y adaptados a contextos particulares para el desarrollo de objetos u procesos físicos, sociales, económicos y culturales que permitan el mejoramiento de vida del ser humano”. De la misma manera, se comparte el concepto del mismo autor, quien afirma que “La tecnología de procesos sociales es, tanto como la tecnología de la construcción, parte insoslayable de la tecnología del hábitat popular”.

También es necesario reconsiderar el aspecto ético, el cual es fundamental si se considera la estrategia del desarrollo sustentable y en lo que concierne a la tecnología, cabe destacar el necesario respeto por la cultura constructiva de las diferentes regiones. Sin embargo, se ha hablado mucho sobre el “atraso tecnológico” que para muchos representa el uso de la tierra como material de construcción. En muchos países existe aún dicha cultura constructiva, de hecho aproximadamente el 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra. Al menos el 50% de la población de los países en desarrollo – incluyendo la población rural y aproximadamente el 20% de la población urbana-, viven en casas de tierra (Houben y Guillard, 1994). En Latinoamérica, este modo constructivo está presente en la cultura de cada país. Para dar un ejemplo, en el Perú el 60% de las casas son construidas con adobe o con tapial. En India, de acuerdo al Censo de 1971, 73% de todas las edificaciones fueron hechas de tierra -67 millones de casas habitadas por 374 millones de personas-. En Venezuela, para 1990 de acuerdo a la OCEI (Oficina Central de Estadísticas e Información), el 11.68% de la totalidad de viviendas eran de tierra y fibras.

El DIC-UCLA promueve desde 1990, líneas vinculadas a docencia-investigación-extensión con el Sistema de Producción Social Organizada para el Desarrollo Sustentable del Hábitat. La vivienda es considerada como elemento clave del desarrollo, contenedor y generador de productos y energías. La tecnología, puesta al servicio de la sociedad mediante procesos de transferencia y apropiación –como parte del empoderamiento extrínseco-, es instrumento fundamental para el mejoramiento del hábitat. La tecnología apropiada asociada a estos procesos permite rescatar valores históricos y culturales, valoriza recursos humanos y materiales, abre posibilidades racionales de innovación y de productividad y puede ser apropiada socialmente (López, G., 1994).

La línea de docencia-investigación-extensión se inició con el trabajo “Evaluación de Sistemas Constructivos Populares con materiales autóctonos de la zona árida del Estado Lara” (López, G. 1992) en el cual se obtuvo como resultado el uso mayoritario del sistema constructivo de adobe portante. Sin embargo, las construcciones carecían de elementos fundamentales como son fundaciones, enlaces adecuados entre muros, vigas de corona, entre otros. Ello determinó el objetivo de investigar para el mejoramiento del comportamiento de dicho sistema, sobre todo considerando la existencia del riesgo sísmico.

Se han desarrollado desde entonces múltiples trabajos de investigación sobre este objetivo -bajo procesos realizados en forma compartida y participativa con constructores

populares-, así como varias experiencias de aplicación de los resultados, empleando como instrumento de transferencia trípticos con material técnico, fundamentalmente gráfico. Cabe destacar: La experiencia del Barrio “La Lucha”, Barquisimeto-Venezuela, reportada en el proyecto: “Desarrollo local con Tecnología Apropriada y Participación Comunitaria” (López, G-1995), en la cual se transfirió la tecnología del Sistema Constructivo de Adobe Portante, producto de investigaciones del DIC y propiciando la organización comunitaria productiva en torno a esa tecnología. Además, la extrapolación de tecnología al Barrio 19 de Abril, asentamiento informal de la misma ciudad, implicó trabajos desarrollados mediante metodología de investigación-acción: “Autogestión Productiva y Participación Diferenciada para el Desarrollo Progresivo del hábitat” (López, G. 1998) y “Tecnologías Apropriadas y Participación Diferenciada para el Desarrollo Sustentable Local” (López, G. y Contreras, L-1998). También el proyecto “La vivienda y la sostenibilidad de asentamientos productivos. Microempresas comunitarias y del hogar” (López, G-2003) financiados por Centro de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la UCLA, el Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI) con el apoyo de la Dirección de Extensión Universitaria (DEU) de la UCLA. Tales investigaciones generaron: a) Estrategias particulares para promover proactividad en las familias involucradas y diversos actores sociales, rescate de valores y tradiciones, apertura a la innovación técnica y la ejecución de programas en forma efectiva y solidaria. b) Procesos de Transferencia y Apropiación Tecnológica, formando constructores, técnicos y estudiantes de pre y posgrado. c) Instrumentos para la transferencia y apropiación tecnológica (Inicialmente trípticos y luego Cuadernillos Didácticos. d) Organización social productiva en torno a la técnica, con la creación e implementación de una UCC (Unidad Comunitaria de Construcción), transformando la estructura organizativa socio-productiva. e) Erradicación de Viviendas Precarias (82 viviendas construidas).

Otras actividades inherentes a este trabajo son: asesoría de procesos de transferencia tecnológica en Los Arangues, El Rosario, El Pampero, El Manzano, Agua Viva, Tarabana entre otras comunidades del estado Lara, con alianzas estratégicas de grupos organizados y asociaciones civiles de la UCLA. Mediante el uso de los cuadernos didácticos se ha brindado apoyo en programas de transferencia donde han participado unidades y grupos de la UCLA: el Centro Demostrativo de Agro tecnologías (CENECOAGRO) del Decanato de Agronomía, así como el grupo de investigación-extensión Hábitat Sustentable del DIC. De la misma forma, se adelantaron procesos con la colaboración de la Escuela Comunitaria de Vivienda, también del DIC.

Asimismo, se observaron edificaciones y procesos realizados en forma espontánea por constructores populares.

A través de todos estos procesos se identificó la necesidad de actualizar la información de apoyo existente, dando lugar al objetivo del presente trabajo, el cual es: Generar un instrumento de apoyo a procesos integrados de transferencia y apropiación tecnológica (TAT) con la tecnología apropiada del Sistema Constructivo de Muros Portantes de Suelocemento-Sisal destinado a usuarios y productores de vivienda, como herramienta para propiciar la calidad constructiva, la disminución del riesgo sísmico y de patologías constructivas, así como para la capacitación y el empoderamiento.

2.- Metodología

La metodología aplicada es el análisis descriptivo con enfoque cualitativo, el cual permite observar fenómenos en forma directa y participante para luego describir la realidad de los hechos, en este caso en torno a construcciones elaboradas con el sistema constructivo objeto de estudio, sistematizando, además, los procesos productivos adecuados. Se parte

de las experiencias vinculadas a proyectos de investigación y extensión desarrolladas con participación del Decanato de ingeniería Civil de la UCLA.

Como técnicas para la recolección de datos se han empleado la observación directa, entrevistas, memoranda, fotografías, filmaciones.

El proyecto se viene desarrollando de acuerdo a las siguientes fases:

FASE A:

- Recopilación, organización y sistematización de información técnico-constructiva existente como producto de investigaciones y experiencias anteriores.
- Identificación de prácticas y detalles constructivos no adecuados.
- Actualización y corrección de información existente y creación de nueva información.

FASE B:

- Producción de la Bitácora. Esta fase se está realizando actualmente, mediante la creación de “Cuadernos Didácticos” producidos gradualmente, como partes de dicha Bitácora.

FASE C:

- Aplicación. Esta fase se ejecuta en forma paralela a la anterior y de acuerdo a la producción progresiva de la Bitácora, implementando pruebas antes de la edición final.

Se espera continuar el proyecto aplicando la información gradualmente, de forma tal que permita re-elaborar procesos y la información misma, para lo cual se plantea producir ediciones en forma sucesiva.

3.- Resultados

En la Fase A: se logró detectar fallas constructivas en las viviendas, así como se detectaron errores u omisiones en procedimientos constructivos, sobre la base de las experiencias. Es de hacer notar que estas observaciones fueron hechas considerando los componentes constructivos: fundación, sobrecimiento, bloques de suelocemento (adobes) y muros. Se excluyeron las cubiertas de techo debido a que en los casos estudiados se utilizaron techos livianos y no se observaron fallas generadas por este componente.

La información obtenida sobre principales fallas y errores u omisiones en procedimientos constructivos se presentan a continuación:

1. Componente Constructivo / Descripción:

Fundación longitudinal de concreto ciclópeo

Fallas constructivas/ error de procedimiento

- Uso de mezclas de pega no apropiadas (relación a/c). - Se dejan vacíos entre piedras.
- No se realiza vibrado manual durante el vaciado - Vaciado realizado en forma no continua (fig. 1)
- No se dejan recubrimientos en los aceros de refuerzo.
-

2. Componente Constructivo / Descripción:

Sobrecimiento de bloques de concreto rellenos de concreto

Fallas constructivas/ error de procedimiento

- Discontinuidad entre fundación y sobrecimiento. (Construcción de losa de piso sobre fundación - fig. 2)
- Uso de mezclas de relleno no apropiadas (relación a/c)
- Se dejan vacíos en el vaciado
- No se realiza vibrado manual en el vaciado

- Mezcla de friso no compatible (poca adherencia).

3. Componente Constructivo / Descripción

Muros de bloques de suelocemento-sisal

Fallas constructivas/ error de procedimiento

- Posición inadecuada del acero de refuerzo vertical. (Discontinuidad con aceros colocados en la fundación).
- Armado no adecuado de las juntas de bloques en contrafuertes (esquina, vanos, cruces - fig. 3)
- Inadecuada disposición de los bloques para el armado de las trabas del muro y entre sobrecimiento/muro.
- Armado deficiente en la viga de corona
- Aceros sin recubrimiento parcialmente expuestos.
- Ausencia de ligaduras de acero o inadecuada disposición de ellas
- Ausencia de contrafuertes verticales en algunos vanos.
- Discontinuidad en la construcción de los contrafuertes. (fig. 4)
- Mezclas de friso de poca adherencia.
- Ausencia de protección de las esquinas.
- Poca previsión de colocación de tuberías sanitarias y eléctricas

En la Fase B: Se están elaborando cuadernos didácticos (Cuadernillos) diseñados en forma progresiva atendiendo tanto al proceso constructivo como al proceso metodológico. Se representa dicho proceso constructivos paso a paso, mediante el uso de caricaturas para facilitar la transferencia, considerando que está dirigido a constructores populares. Hasta el momento se han elaborado 06 cuadernos los cuales están en procesos de edición. A modo ilustrativo, extractos de ellos se representan en la Tabla N° 1.

4.- Conclusiones

El respeto por la cultura constructiva conlleva a realizar intercambios de información técnico-constructiva entre constructores populares, capacitadores e instituciones que transfieren tecnologías.

El instrumento, aplicado con procesos adecuados de capacitación permitiría la Transferencia y Apropiación Tecnológica del sistema constructivo para los sectores mas desposeídos, colaborando en la resolución de los problemas de la vivienda en cuanto permite mejorar la calidad constructiva y disminuir el riesgo sísmico.

En los procesos de transferencia se debe evitar distorsiones o pérdidas de información que impliquen proliferación de fallas que repercutan en la calidad constructiva, rendimientos bajos, aumento de los costos y en general, desaprovechamiento de los recursos.

En los procesos donde interactúen diferentes promotores técnicos se debe trabajar sobre criterios comunes, evitando disgregar esfuerzos y solapamiento de información que puede generar confusión o aplicación indebida propiciando errores constructivos, discontinuidad en los procesos y dificultades de trabajo en equipo.

Las universidades e instituciones vinculadas a la producción tecnológica deben abordar metodologías que permitan evaluar los productos y los procesos de transferencia, así como crear mecanismos de retroalimentación. Los programas diseñados para este fin deben permitir el enlace de las funciones docencia, investigación y extensión.

El objetivo fundamental de los procesos de difusión, capacitación, transferencia y apropiación debe ser promover la calidad del hábitat.

Tabla N° 1

EXTRACTOS DE LA “BITÁCORA DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA”

CUADERNO DIDÁCTICO	FIGURAS	
<p>PREVENCIÓN DE RIESGOS</p>		<p>Una casa de tierra debe construirse sobre un terreno firme y nivelado. Si el terreno no es firme y nivelado se debe construir sobre un terreno firme y nivelado.</p> <p>Una casa de tierra debe construirse sobre un terreno firme y nivelado. Si el terreno no es firme y nivelado se debe construir sobre un terreno firme y nivelado.</p> <p>Una casa de tierra debe construirse sobre un terreno firme y nivelado. Si el terreno no es firme y nivelado se debe construir sobre un terreno firme y nivelado.</p>
<p>ELABORACIÓN DE BLOQUES DE SUELO CEMENTO – SISAL</p>	<p>Bitácora de la Construcción con Tierra</p> <p>Proceso de Secado</p> <p>Una vez moldados los adobes son llevados a una zona de secado, que esté limpia y seca. Al colocarlos deben estar separados para que se sequen completamente.</p> <p>Curado</p> <p>A fin de evitar agrietamiento en el adobe durante la etapa de secado se rocía con agua después de cuatro horas de exposición usando el rociador.</p>	<p>Elaboración del BSCS</p> <p>Se compacta la mezcla en la prensa dando aproximadamente 7 golpes, compactando bien los adobes.</p> <p>Se tapa la prensa y se baja la palaneta con fuerza.</p>
<p>SOBRECIMIENTO Y MUROS</p>	<p>Colocación de la hilada de Bloque Relleno con Cemento:</p> <ol style="list-style-type: none"> Humedecer la superficie de la fundación. Previamente se hicieron unas ranuras en la superficie de la fundación para lograr una adecuada unión de la hilada de bloques y la fundación. <p>Nota: Se deben colocar los refuerzos verticales. Colocar refuerzos verticales anclados (30cm) y levantar la cabilia hasta una altura de 1.20 m. El solape de las cabillas debe ser de 30 cm.</p> <ol style="list-style-type: none"> Humedecer los bloques de adobe y colocarlos de tal forma que queden trabados sobre la hilada de bloque relleno 	<p>4. Colocación d la viga de corona se debe utilizar bloque tipo U de concreto, colocar tambien refuerzo vertical y horizontal.</p> <p>Ampliar la T23 pasando el coronado al muro</p> <p>Refuerzo horizontal (hormón)</p> <p>Refuerzo vertical (hormón)</p> <p>Reforzamiento de concreto de espesores</p> <p>CONCRETO</p> <p>NOTA: Todos los contrafuertes deben tener la misma altura del muro, para prevenir daños en el mismo.</p>

Bibliografía

- Kruk W.2000. “Transferencia Tecnológica y Hábitat Popular ”.En: Red Iberoamericana CYTED XIV.C “Capacitación y Transferencia”.Universidad Autónoma del Estado de Morelos III Seminario Iberoamericano “ Capacitación y transferencia”. Cuernavaca, México
- López, G. 1992. “Evaluación de Viviendas Populares con materiales constructivos autóctonos”. Trabajo de Investigación. UCLA. Barquisimeto, Venezuela
- López, G. 1994. “La Organización Social en Unidades Comunitarias de Construcción con Tecnologías Apropriadas como Instrumento para el Desarrollo Local. Caso Barrio La Lucha”. FLACAM. Barquisimeto, Venezuela
- López, G. 1995.“Desarrollo local con Tecnología Apropriada y Participación Comunitaria”. En: UCLA. II Congreso de Tecnología Popular. Memorias. Barquisimeto. Fondo Editorial UCLA. Págs. 127 a 133. Año 1995 Barquisimeto, Venezuela.
- López, G. 1998. “Producción Social de Viviendas a través de Unidades Comunitarias de Construcción. Caso Barrio 19 de Abril” (1er lugar de Investigación). En: UNET. Congreso Binacional de Vivienda (Venezuela-Colombia). Memorias.. Págs. 31 a 37. Año 1998. San Cristóbal, Venezuela.
- López, G.1998. “Autogestión Productiva y Participación Diferenciada para el Desarrollo Progresivo del hábitat”. En: UCLA. Jornadas de Reflexión sobre Extensión Universitaria. Memorias. Barquisimeto. Fondo Editorial. Págs. 37 a 51. Año 1998.
- Pesci, R. 1995. “El Nuevo Humanismo y la Proyectación Ambiental”. En: Proyectación Ambiental. Documentos Ambiente. Número 2. Serie Desarrollo Sustentable. Publicación Periódica de la División de Ciencias Ecológicas de la UNESCO y la Fundación CEPA. La Plata, Argentina.

Notas:

- (1) Arquitecto. Maestría en Formación Ambiental FLACAM (Cátedra UNESCO para el Desarrollo Sustentable). Docente-Asociado, Tutor de trabajos de Pre y Posgrado (UCLA-ULA1) Investigador-Extensionista, Coordinadora de líneas de investigación1. Coordinadora Grupo HABITAT SUSTENTABLE. 1º Lugar Premio Binacional de Investigación en Vivienda ALEMO1 2000. Mención Honorífica Mejor Práctica Constructiva CONAVI1 2001.
- (2) Suelo-cemento-Sisal: tierra + cemento + sisal (fibra vegetal)
- (3) CDCHT-UCLA: Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico.
- (4) DEU-UCLA: Dirección de Extensión Universitaria
- (5) CONAVI: Consejo Nacional de la Vivienda de Venezuela.



Fig. N° 1 Vaciado realizado en forma no continua



Fig. N° 2 Construcción de losa de piso sobre fundación



Fig. N° 3 Armado no adecuado de las juntas de bloques en contrafuertes



Fig. N° 4 Descontinuidad de los contrafores