

## EVALUACIÓN Y ECO-REDISEÑO DE MUROS EN BAHAREQUE MEJORADO PARA VIVIENDAS POR AUTOCONSTRUCCION.

Juan Borges Ramos

María Vega Barón

*Universidad de los Andes (Venezuela)*

Joaquim Lloveras Macià

*Universitat Politècnica de Cataliunya*

### Abstract

The present paper intends to use eco-design tools (Eco-indicator 99) to evaluate and redesign the walls of the prototype houses built with mixed techniques of earth construction (improved *Bahareque*) in building system projects for rural housing in Venezuela. It is analyzed the life cycle of the designed and constructed walls and used comparative assessment schemes of the housing face built in the national rural housing program, and determined and monitored the evolutionary potential of building components for the entire mixed techniques of earth construction and its environmental impact. Finally, it is analyzed redesign strategies that enables monitor its evolution using the most relevant design strategies that can influence on the development of innovations for the sustainability of these technologies to ensure production of affordable, eco-efficient and sustainable housing.

**Keywords:** *eco-design; bahareque; prefabrication; eco-indicator; innovation; rural development;*

### Resumen

El presente artículo pretende utilizar herramientas de eco-diseño (ecoindicador 99) a fin de evaluar y rediseñar los muros de prototipo de vivienda construido con técnicas mixtas de construcción con tierra <Bahareque mejorado>, en proyecto de sistema constructivo para la vivienda rural en Venezuela. Se pretende analizar el ciclo de vida de los muros diseñados y construidos y se utilizarán esquemas comparativos de evaluación de cara a la vivienda construida en el programa nacional de vivienda rural y determinar y observar el potencial evolutivo de los componentes constructivos para la familia tecnológica de las tecnologías de construcción con técnicas mixtas de tierra y su impacto ambiental. Finalmente, se analizan alternativas de rediseño que permitirán observar su evolución utilizando las estrategias de diseño mas importantes que pueden influir en el desarrollo de innovaciones para la sostenibilidad de estas tecnologías a fin de garantizar una producción de viviendas de bajo costo, eco-eficientes y sustentables.

**Palabras clave:** *eco-diseño; bahareque; prefabricación; eco-indicador; innovación desarrollo rural;*

### 1. Introducción

El Proyecto de Investigación y Desarrollo Experimental de la Vivienda y los Asentamientos Rurales elaborado por el Grupo Vivienda Rural de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de los Andes, el cual fue la génesis del Convenio ULA-MSAS-CONICIT , generó la puesta en obra de prototipos de vivienda que se diseñaron y construyeron para la familia campesina del medio rural en diferentes zonas de vida de la región andina venezolana. En el presente trabajo se analizará el prototipo de muros correspondientes al sistema Bahareque mejorado (PS-4), técnica mixta de construcción con tierra, diseñado y construido para el piso montano frío , en el pueblo rural de Canaguá, Estado Mérida, Venezuela. La integración al medio ambiente y sus características constructivas han facilitado la participación integral de la familia en el proceso constructivo. Este aspecto permite presentar una propuesta de evaluación desde la óptica ambiental constructiva, al componente básico del conjunto funcional cerramiento; los muros exteriores e interiores, los cuales conforman alrededor del 35% de la obra construida.

El presente trabajo trata de utilizar herramientas de eco diseño que permitan evaluar y rediseñar los prototipos de muros del PS-4. Se pretende realizar un análisis funcional y junto a este, analizar el ciclo de vida de los muros diseñados y construidos utilizando la herramienta eco-indicador '99 el cual permitirá determinar y observar comparativamente la eficiencia entre diversos procedimientos constructivos. Finalmente, se plantean estrategias de diseño que servirán para generar nuevas alternativas de rediseño , partiendo del ciclo de vida del producto muro, el cual permitirá determinar su perfil ecológico y observar su evolución utilizando los criterios mas importantes que pueden influir en el desarrollo de innovaciones para estas tecnologías a fin de garantizar una producción de viviendas de bajo costo , sismo-resistente , eco eficientes y sustentables.

## 2. Descripción del Conjunto Funcional Muros

### 2.1 Técnica Constructiva:

El procedimiento constructivo seleccionado se refiere a técnicas mixtas de construcción con tierra que en Latinoamérica recibe diversos nombres: bahareque (Colombia, Venezuela) (Ver Figura 1); quincha (Perú); *pau-a.pique o taipa-de-mão (Brasil)*; fajina (Uruguay) (ver Figura 2); tabiquería etc.(1); definidas por el empleo de un material vegetal(madera , palma , cañas) que actúa como soporte estructural y osamenta y un material mineral, la tierra, que actúa como relleno y recubrimiento.

**Figura 1: Bahareque tradicional (Venezuela)**

**Figura 2: Fajina (Uruguay)**

fuelle: <http://es.wikipedia.org/wiki/Bahareque>

QuickTime™ and a  
TIFF (un compressed) decompressor  
are needed to see this picture.

QuickTime™ and a  
TIFF (sin comprimir) decompressor  
are needed to see this picture.

Los muros del prototipo PS-4 , es el tradicional bahareque que encontramos en Venezuela concebido como una estructura primaria de madera o cañas conformada por postes ,

horcones o columnas y una osamenta también de madera, cañas o palma, emparejada por listones o latas horizontales de cañas o palma, amarradas con bejucos, alambres o clavadas a la estructura primaria y secundaria; ésta última estructura es intermedia y de menor sección a la estructura primaria y se dispone verticalmente. Estos muros del prototipo tienen la variante de que se han concebido con paneles modulares prefabricados de madera y la osamenta es de palma mapora (*Cyathea caracasana* var. *meridensis* (H. Karst.))(2) como se muestra en la Figura 3. Finalmente se rellenan con tierra en estado plástico, dejando secar al menos 15 días para colocar el revoque final.

## 2.2 Fase de análisis

Se consideran para el análisis previo, las funciones más relevantes de los muros diseñados y construidos a fin de cuantificar su eficiencia en base a requerimientos de diseño previamente considerados. Tabla 1.

**Tabla 1: Análisis funcional.**

Análisis	Funciones	Ideal	Cuantificación	Evaluación
Histórico	Vivienda autóctona	Respetar tipologías espaciales y constructivas	Se diseña sobre patrones tipológicos del lugar	+
Forma	Estructura	Resista mayores esfuerzos con el mínimo consumo de material	Existe consumo excesivo de madera para la osamenta	+ -
Función	Cerramiento	Además de actuar como cerramiento agrupar múltiples funciones que le den mayor valor.	El concepto en sí mismo es la de un componente compuesto estructura-cerramiento contiene instalación eléctrica.	+
Aislamiento	Térmico  Acústico	Disponer de multi-materiales que aumenten el retardo térmico. Disponer de materiales porosos que permitan absorber el sonido.	El muro posee diversos materiales de relleno, osamenta, revoque y acabado que contribuirán al aislamiento térmico y acústico.	+
Participación	Autoconstrucción	Facilitar la transferencia de la técnica constructiva	El beneficiario participó en un 100 % en el proceso constructivo.	+
Seguridad	Sismo resistencia	Permitir absorber esfuerzos y disipar la energía sísmica.	La concepción de diseño sismo-resistente permite distribuir esfuerzos y disipar energía entre módulos	+
Composición geométrica	Coordinación Modular  Coordinación dimensional	El módulo de componente debe permitir correlación interna y externa con otros materiales y componentes.	Se utilizó un módulo de proyecto de 1.20 m. e igual al módulo de componente. Uniones convergen en columna cajón.	+
Permeabilidad	Control Aire Control	Los materiales a utilizar deben ser permeables	La gama de paneles permite disponer de	

	Humedad	al aire y al agua a fin de mantener un buen balance higrotérmico.	panel ventana y panel puerta los cuales regulan efectivamente el aire y la luz. La humedad se controla a través de la permeabilidad de los materiales utilizados.	+
Flexibilidad	Progresividad	Los muros deben permitir la fácil adición de sus componentes a fin de que la vivienda permita ampliaciones futuras.	El sistema de muro diseñado permite el acople de paneles / columnas cajón para el crecimiento de la vivienda.	+
Instalaciones	Conducción de fluidos	Las instalaciones deben disponerse sin que comprometan el funcionamiento del muro.	Las instalaciones de aguas se han empotrado en muros sanitarios diseñados para tal fin. Las eléctricas se conducen en columnas cajón.	+ -
De uso	Mantenimiento	Permitir un bajo mantenimiento	Los materiales utilizados exigen un mantenimiento medio	+ -
De fin de vida	Reutilizar	Permitir la reutilización de los paneles.	Los componentes de madera ; paneles y su osamenta permiten ser reutilizados en las mismas condiciones de soporte utilizados en estos muros.	+
	Reciclar	Los materiales y componentes deben poder participar en nuevos procesos de producción para la obtención de nuevos productos.	Los materiales y componentes permiten ser reprocesados para la conformación de nuevos productos.	

### 2.3 Análisis de Eco-diseño

La producción y el consumo sostenible pueden lograrse si los diferentes actores del mercado de la industria de la construcción lo hacen de forma responsable. La metodología eco-indicador '95 ha sido empleada a menudo por los diseñadores pero igualmente criticada por expertos medioambientales. El eco-indicador '99 usado para el análisis de los muros incluye más aspectos y es más complejo que la versión '95. Es importante señalar que el eco-indicador de un material o proceso consiste en un número que indica el impacto ambiental de dicho material o proceso a partir de datos obtenidos del análisis de ciclo de Vida. Cuanto mayor es el indicador mayor es el impacto ambiental.

#### 2.3.1 Análisis Estructural

**Muro Bahareque mejorado (PS-4)** : Los muros cuentan con 7 componentes (ver Tabla 2). El marco <1> está conformado Paneles prefabricados de madera, de 1,10 x 2,20 m y 0.10 m. de espesor (Figura 4), reforzado en las esquinas con diagonales internas de madera y una osamenta rala <2> de palma mapora (sección 5 x 3 cm), dispuesta

horizontalmente y separada 7 cm. una respecto a otra. (Figura 3 y 4). El resto de paneles contempla solo refuerzo diagonal en la parte superior. Estas diagonales conforman adicionalmente una estructura de celosía que queda oculta al rellenar el panel y permite mejorar su resistencia y estabilidad ante eventos sísmicos. Las uniones <3> de parales y latas de osamenta se realizan con clavos de acero de bajo carbono de 2 1/2 " y se une a la fundación<7> por pernos de acero anclados a la fundación. El embutido del muros<4> se realiza con tierra estabilizada incorporándola entre los espacios de la osamenta y el eje del muro en proporción 1: 15 en volumen, es decir, una parte de cal y 15 partes de tierra. Sobre éste muro se realiza el revoque<5> empleando tierra estabilizada con cal y cemento en proporción 1:1:12 en volumen, es decir una parte de cemento; una parte de cal y 12 partes de la misma tierra utilizada en el embutido. Finalmente se utilizó pintura a base de cal para su acabado final<6>. A los efectos de determinar la cuantía de materiales se han considerado dimensiones promedio de muro de 1,10 m. x 2,65 y espesores de 10 cm. para los paneles prefabricados de osamenta rala.

**Tabla 2: Materiales y Componentes**

<b>Código / Componente</b>	<b>Peso (grs.)</b>	<b>Volúmen (cm3)</b>	<b>Material</b>	<b>Función</b>	<b>Proceso</b>	<b>Cantidad</b>
1. Marco - diagonales – separadores.	15.449	28.090	Madera	Estructura Primaria	Aserrado a máquina	37
2. Osamenta	23.099	38.499	Palma	Osamenta	Cortado a mano	37
3. Uniones	2.873	366	Acero	Unión / Anclajes	Clavar / apernar	37
4. Muro - Embutido	379.368	210.760	Tierra Cal	Relleno	Embutir	37
5. Muro - Revoque	102.952	55.650	Tierra Cal Cemento	Recubrimiento	Esponjear a mano	37
6. Muro - Acabado	7.512	8.347	Agua Cal Sal Alumbre	Pintura	Pintar a mano	37
7. Fundación	171.600	71.570	Hormigón	Fundación	Moldeo-vaciado	1

**Figura 3: Replanteo estructura de madera      Figura 4: Estructura de paneles modulares**

Para ver esta película, debe disponer de QuickTime™ y de un descompresor TIFF (LZW).

Para ver esta película, debe disponer de QuickTime™ y de un descompresor TIFF (LZW).

**Figura 5: PS-4. Relleno y Revoques de Muros Interiores y Exteriores.**



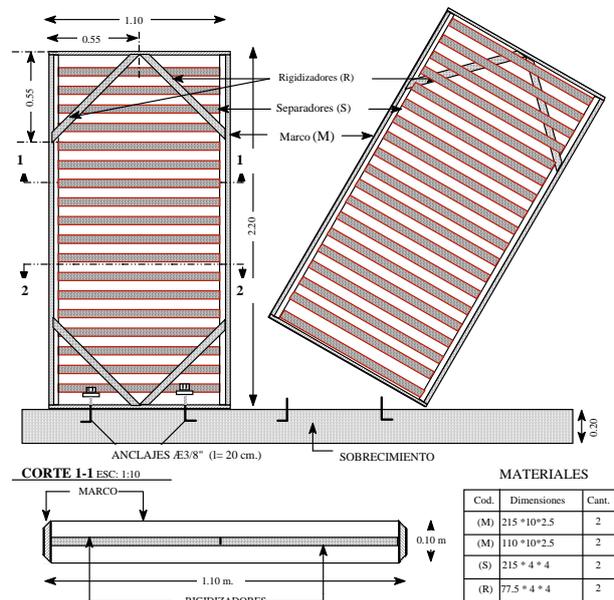
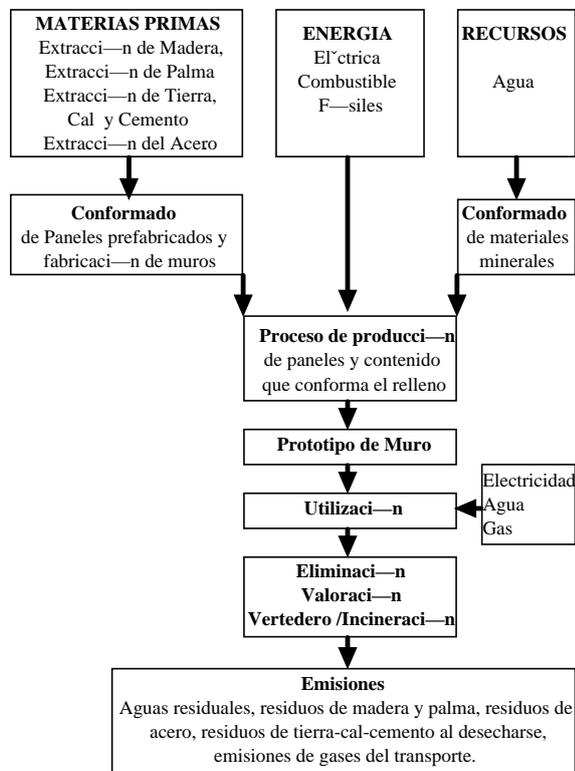
Para ver esta película, debe disponer de QuickTime™ y de un descompresor TIFF (LZW).

Para ver esta película, debe disponer de QuickTime™ y de un descompresor TIFF (LZW).

Para ver esta película, debe disponer de QuickTime™ y de un descompresor TIFF (LZW).

Figura 6. Operaciones de fabricación del muro de Bahareque PS-4

Análisis simplificado del Ciclo de Vida del Muro Bahareque PS-4



2.3.2 Valoración Semicuantitativa

La sigla MET (3) representa las iniciales de ciclo del Material, uso de Energía y emisiones Tóxicas. Esta matriz es efectiva porque apoya al equipo de eco-diseño a concentrar la atención en todas las etapas del ciclo de vida del producto (verticales), y en los diferentes efectos ambientales (horizontales) que el producto tiene en las etapas subsecuentes de su ciclo de vida. Para prevenir tropiezos, dado la complejidad de los efectos ambientales, los problemas han sido agrupados en tres áreas principales: el ciclo del Material (entradas/salidas), el uso de Energía (entradas/salidas) y las emisiones Tóxicas (salidas).

Tabla 3: Matriz MET para el Bahareque Mejorado (PS-4)

Etapas del Ciclo de vida del Sistema-Producto	Impactos Ambientales		
	Recursos Materiales	Recursos Energéticos	Emisiones Contaminantes
Materiales, extracción y producción.	-Tierra estabilizada - Cemento - Madera - Palma - Acero	-Energía asociada a la extracción obtención y transporte de materias primas	- Generación de residuos mineros, aguas residuales y emisiones atmosféricas procedentes de las refinerías.
Producción	- Agua de mezclado - kg. de acero - kg. tierra estabilizada - kg. de madera - kg. de palma	- Energía invertida en aserrío de madera, prensas y troquelado del acero	- Residuos de madera y palma - Residuos de acero - Residuos de cemento
Comercialización, Embalaje y transporte		- Energía invertida en transporte	-Emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles.
Utilización	- Agua para la limpieza		
Eliminación		- Recogida, transporte y tratamiento de residuos.	- Residuos de concreto - Residuos de acero

### 2.3.4 Valoración cuantitativa : ECOPUNTOS

Utilizando los eco indicadores '99 (4) se determina el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida del conjunto funcional muros, tanto para el prototipo construido PS-4 , como para el modelo de vivienda que se construye por el estado venezolano:VR 75.01.01(Fig. 5):

*Producto: Prototipo Panel prefabricado para muros de bahareque en viviendas rurales PS-4*

**Tabla 4: Producción (Materiales)**

Material o Proceso	Cantidad (kg.)	Indicador (milipuntos/kg.)	Resultado
Tierra	16.424,30	0,82 *	13.467,92
Cal(hidratada)	1.147	21,0	24.087,00
Cemento	271,95	20,0	5.439,00
Madera Maciza	571,65	6,6	3.772,89
Palma	851	5,0 **	4.255,00
Acero	106,19	86,0	9.132,34
Hormigón sin armar	6349,2	3,8	24.126,96
Sal (Cloruro sódico)	4	6,6	26,40
Alumbre	2	20,0 ***	40,00
Agua	3.310,2	0,0026	8,60
<b>Total :</b>			<b>84.356,11</b>

\* Se ha considerado el valor de la arena al no disponer de datos sobre la tierra para construcción.

\*\* Este valor es estimado, aproximándose a la madera maciza pues no se encuentran datos del material.

\*\*\* El valor es aproximado, asumiendo el del ácido sulfúrico por tener propiedades y usos mas o menos similares.

**Tabla 5: Producción (Procesos)**

Material o Proceso	Cantidad (kg.)	Indicador (milipuntos/kg.)	Resultado
Fresado, torneado	1,75	800	1.400,00
			Total: 1.400,00

**Tabla 6: Producción (Transporte)**

Material o Proceso	Cantidad (kg.)	Indicador (milipuntos/kg.)	Resultado
Camión 16 T	86,6	34	2.944,4
Camión reparto <3,5 t	71,17	140	9.963,8
			Total : 12.908,2

**Tabla 7: Utilización (Transporte, Energía y Materiales Auxiliares)**

Material o Proceso	Cantidad (kg.)	Indicador (milipuntos/kg.)	Resultado
Limpieza (agua)	900	0,0026	2,34
Pintura a base de cal	320	21	6.720,00
Sal (Cloruro sódico)	4	6,6	26,40
			Total : 26,40

**Tabla 8: Desecho para cada Tipo de Material**

Material o Proceso	Cantidad (kg.)	Indicador (milipuntos/kg.)	Resultado
Hormigón sin armar	6.349,2	20,0	5.439,00
Residuos de Acero	106,19	-5,9	-626,52
Total: 4.812,48			
<b>Muros Prototipo Bahareque Mejorado (PS-4)</b>		<b>Total todas las fases: 110.225,53</b>	

### 2.3.5 La vivienda rural venezolana

**El modelo de vivienda rural VR 75.01.01.** (Figura 7) que el estado venezolano construye para la familia campesina está representado por una vivienda de 65 m<sup>2</sup> que emplea bloques de hormigón como cerramiento y estructura de chapa metálica; el techo es de estructura metálica y la cubierta de láminas onduladas Acerolit, Se han considerado los muros sin ningún revestimiento.

**Figura 7: Vivienda Rural VR 75.01.01**



**Producto : Muros de la Vivienda Rural VR 75.01.01****Tabla 9: Producción (Materiales)**

Material o Proceso	Cantidad (kg.)	Indicador (milipuntos/kg.)	Resultado
Acero	391	86,0	33.626,00
Hormigón sin armar	21793,40	3,8	82814,92
Agua	8280	0,0026	21,52
Total : 116.462,44			

**Tabla 10: Producción (Procesos)**

Material o Proceso	Cantidad (mm <sup>2</sup> área de corte)	Indicador (milipuntos.)	Resultado
Corte / Estampación Acero	334000	0,00006	20,04
Total : 20,04			

**Tabla 11: Producción (Transporte)**

Material o Proceso	Cantidad (kg.)	Indicador (milipuntos/kg.)	Resultado
Camión 16 T	95,11	34	3233,76
Total : 3.233,76			

**Tabla 12: Utilización (Transporte, Energía y Materiales Auxiliares)**

Material o Proceso	Cantidad (kg.)	Indicador (milipuntos/kg.)	Resultado
Limpieza (agua)	900	0,0026	2,34
Total: 2,34			

**Tabla 13: Desecho para cada Tipo de Material**

Material o Proceso	Cantidad (kg.)	Indicador (milipuntos/kg.)	Resultado
Hormigón sin armar	21793,40	3,8	82.814,92
Residuos de Acero	291	-5,9	-1.716,90
Total: 81. 098,02			

**Muros de modelo Vivienda Rural 75.01.01****Total todas las fases: 200. 816,60****3. Generación de alternativas de mejora ambiental**

Para la generación de alternativas con el fin de rediseñar los muros evaluados se plantearon posibles acciones de mejoras a considerar, en las distintas etapas del sistema muro, los cuales se describen en la tabla 14.

Tabla 14: Estrategias de Mejora del Sistema Muro

ETAPAS	ESTRATEGIAS DE MEJORA S-M
Materiales, extracción y producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar tierra reciclada</li> <li>- Utilizar madera de bosques cultivados</li> <li>- Utilizar cañas o palma cultivadas</li> <li>- Repensar el uso de subproductos</li> </ul>
Concepto del producto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unificar componentes</li> <li>- Eliminar componentes</li> <li>- Componentes fáciles de ensamblar</li> <li>- Componentes fáciles de separar</li> <li>- Incorporar mas funciones</li> </ul>
Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Componentes mono-materiales</li> <li>- Disminución del peso de los materiales</li> <li>- Componentes fáciles de separar</li> </ul>
Comercialización : embalaje y transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar información sobre un mejor uso ambiental</li> <li>- Disminuir peso y volumen</li> <li>- Reducir gama de componentes</li> <li>- Simplificar manipulación</li> </ul>
Utilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Añadir Información en el manual de construcción para que el usuario realice un mantenimiento con bajo consumo de recursos.</li> <li>- Incorporar dispositivos para disipar energía sísmica</li> <li>- Extensión de durabilidad de los muros</li> <li>- Mejorar aislamiento térmico y acústico</li> </ul>
Eliminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñar para el desmontaje</li> <li>- Reciclar la estructura</li> <li>- Reciclar el relleno</li> <li>- Reingeniería del proceso constructivo</li> <li>- Reutilizar la Estructura</li> </ul>

#### 4. Conclusiones

- Se demuestra en el análisis de eco diseño y la herramienta utilizada, Eco-indicador '99, que el prototipo construido de muros, Bahareque mejorado (PS4), disminuye el impacto ambiental en un 43 % respecto al modelo de vivienda rural VR 75.01.01; la propia naturaleza de la construcción con tierra y madera acerca a la vivienda al logro de su eco-eficiencia. Por otro lado la estructura de costos del panel rediseñado podría alcanzar una disminución de hasta un 35% los costos generados por la utilización de muros de bloques de hormigón , además de los intangibles como estética, aislamiento térmico y acústico, sismo-resistencia y salubridad.

- Las estrategias de Diseño descritas basadas en el ciclo de vida permitirán rediseñar el componente muro para cada una de sus etapas , compararlo nuevamente con el análisis de ciclo de vida obtenido y observar su potencial evolutivo.

- Igualmente el nuevo diseño que se obtenga y re-evaluado permitirá la obtención de un perfil ecológico , el cual suministrará información cualitativa sobre estrategias de mejora entre el producto muro inicial y el muro rediseñado.

- El análisis y evaluación de diseños utilizando criterios de Eco-diseño es de suma importancia, al generar productos respetuosos con el medio ambiente, mas aun cuando cada día observamos en los usuarios una mayor conciencia ambiental y lo que significa la herramienta en la orientación al diseñador en el desarrollo de sus ideas; lo que conducirá en definitiva a reducir el impacto ambiental.
- La posibilidad de utilizar componentes de pequeñas dimensiones en el panel rediseñado conducirá a un mejor aprovechamiento de los recursos madereros en bosques cultivados, al poder utilizar recursos, que tradicionalmente son considerados como desechos (ramas , secciones delgadas del tronco no aprovechables).
- La utilización de materiales blandos, naturales como la madera, cañas, palmas, asociados con la arcilla e innovando en uniones para el ensamblaje y desensamblaje, optimizando secciones y mejorando sus condiciones estéticas, de aislamiento térmico y acústico, sismo-resistencia, acabados y salubridad entre otras, constituirán elementos claves para la eco-eficiencia del sistema muro propuesto.
- Las estrategias de Re-Diseño del sistema muro deben complementarse con la normativa vigente dentro de La familia de normas ISO 14000 sobre gestión medioambiental (hoy día coordinada con la familia de normas ISO 9000 sobre calidad). Entre las normas de mayor interés de esta familia para la práctica del eco-diseño son:

#### Análisis del Ciclo de Vida (ACV)

Este conjunto de normas proporcionan la base para la aplicación de Análisis del Ciclo de Vida ACV. La norma ISO 14040:1997 establece los principios generales mientras que, las normas 14041:1998, 14042:2000 y 14043:2000, proporcionan guías para determinar los objetivos, ejecutar el análisis e interpretar los resultados, respectivamente.

#### Diseño ecológico

El informe técnico ISO/TR 14062:2002 proporciona conceptos y prácticas usuales relativas a la integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos.

## 5. Referencias

- Programa CYTED – HABITED Proyecto PROTERRA.: *“Técnicas Mixtas de Construcción con Tierra”*. Salvador, Brasil. 2003 (1): p. 127
- Steyermark, J. & Huber, O. (1978) , Flora del Ávila, Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, Ministerio del Ambiente y de Recursos Naturales Renovables, Caracas, Venezuela.(2): [consultado 10 Julio 2005] Disponible en la World Wide Web: <vereda.saber.ula.ve/cgiwin/be\_alex.exe?Acceso=T500200003949/0&Nombrebd=vereda-jbotanico >.
- Rieradevall, J. & Vinyets, J. (1999). *Eco-diseño y Eco-productos*, Editorial Rubens, Barcelona España . (3): p.56
- IHOBE Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2000) “Manual Práctico de Eco diseño Operativa de implantación en siete pasos” Ed. IHOBE Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Bilbao, (4): p. A25
- Burdeck, B.(1999). *Diseño*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona España,
- Borges, J. (1993). *“Manual de Construcción en Bahareque Prefabricado PS-4”* GVR-FAAULA Mérida, Venezuela.
- Rodríguez. G. (1999). *Manual de Diseño Industrial*, Ediciones Gustavo Gili, México.
- Cross. N. (2001). *Métodos de Diseño*. Editorial Limusa , México
- Alastair Fuad-Luke.(2002). *Manual de Diseño Ecológico*, Ed. Cartago, Barcelona.
- Braungart M. y McDonough W. (2005). *“Cradle to Cradle”* Ed. Mc Graw Hill, Madrid.
- Riba Romeva C.(2006). Principios de ecodiseño: como proteger nuestro entorno Encuentros Ambientales 2006 Instituto para el Desarrollo Sostenible (IDS) Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia

## 6. Enlaces informáticos

<http://www.pre.nl>

<http://www.ihobe.es>

## Correspondencia (Para más información contacte con):

Juan Borges Ramos  
Universidad de los andes Venezuela  
E-mail: borges.juan@gmail.com