

ECOLOGÍA Y AMBIENTE. DISEÑO Y SUSTENTABILIDAD EN CONSTRUCCIONES CON CAÑA GUADÚA

ECOLOGY AND ENVIRONMENT: DESIGN AND SUSTAINABILITY IN CONSTRUCTIONS WITH GUADUA ROD

Delgado Giovanny

Diseñador de Interiores, Ingeniero en Marketing y Negociación Comercial Internacional, docente investigador en la Facultad de Diseño de Universidad del Azuay en Cuenca-Ecuador. Magíster en Proyectos de Diseño por la Universidad del Azuay, Máster en Habilidades Directivas de Negociación y Comunicación por el Instituto Eurotechnology de La Coruña - España (título propio). Actualmente forma parte del equipo académico - administrativo de la carrera de Diseño de Interiores, Co-director del Equipo de Publicaciones de la Facultad de Diseño, parte del equipo fundador del mismo, con un total de cuatro productos de publicación entre libros y revistas con revisión de pares externos. Sus intereses de investigación se centran en la relación contexto-academia entre la problematización del espacio interior a través de necesidades sociales, además de abordar proyectos relacionados a la bio sostenibilidad. Como resultado de estos espacios de reflexión y práctica proyectual ha realizado algunas publicaciones y ponencias en escenarios académicos.

gdelgado@uazuay.edu.ec

Fecha de recepción: 13 de enero, 2016 / Aceptación: 31 de marzo, 2017.

Resumen

La responsabilidad ambiental es un compromiso que toda sociedad debe afrontar. Los profesionales del sector de la construcción deben estar conscientes de que sus decisiones en el uso de materiales provocan grandes efectos de deterioro en nuestro planeta. La aplicación de proyectos sustentables con materiales renovables exige la necesidad de proponer una nueva visión del diseño y demandar a los ofertantes nuevas técnicas constructivas, creativas e innovadoras, materiales adecuados, respetuosos del ambiente. Entre estas técnicas y materiales tenemos la caña guadúa, especie de bambú, que presenta características excepcionales para la proyección constructiva de viviendas, con nueva visión industrial y bajo impacto ambiental, pensados y mirados desde el diseño y la innovación.

Palabras clave: diseño, innovación y desarrollo, recursos, responsabilidad, sustentabilidad.

Abstract

Environmental responsibility is a commitment that every society must face. Construction professionals should be aware that their decisions in the use of materials cause large deterioration effects on our planet. The application of sustainable projects with renewable materials requires the need to propose a new vision of the design and a demand from bidders of new constructive, creative, and innovative techniques, suitable and environment-friendly materials. Among these techniques and materials we have gadua rod a type of bamboo, which presents exceptional characteristics for a constructive projection of houses, with a new industrial vision and a low environmental impact, from the perspective of design and innovation.

Keywords: design, innovation y development, resources, responsibility, sustainability.

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo del capitalismo, el crecimiento del consumo y el rápido avance tecnológico, la humanidad empezó a desarrollar una serie de programas productivos y comerciales. La industria empezó a demandar grandes cantidades de materia prima, a incrementar procesos de transformación de materiales y a buscar espacios físicos para su crecimiento. La demanda de esta materia prima, de combustibles que permiten la transformación de productos y el incremento de desechos provenientes de estos, ha ocasionado que nuestro planeta experimente, a paso acelerado, un efecto desgastador por la explotación exagerada de sus recursos.

En este artículo se pretende reflexionar, desde el campo de la construcción, sobre el accionar del diseño arquitectónico y de interiores en relación con el respeto y cuidado del ambiente. Al ser este mercado un actor que provoca gran impacto de contaminación y afectación del suelo, el aire y la biodiversidad, es responsabilidad del profesional del diseño proyectar soluciones innovadoras y productivas desde sus fortalezas creativas, tecnológicas y experimentales, pensadas con criterios de sustentabilidad ambiental.

La arquitectura sustentable puede considerarse como aquel desarrollo y dirección responsable de un ambiente edificado saludable basado en principios ecológicos y de uso eficiente de los recursos. Los edificios proyectados con principios de sustentabilidad tienen como objetivo disminuir al máximo su impacto negativo en nuestro ambiente a través del uso eficiente de energía y

demás recursos (Arquitectura Sustentable, 2015, párr. 1).

El diseño enfrenta retos que llevan a la reflexión y acción en pro de la conservación ambiental, así mismo invita a la investigación y desarrollo de proyectos que fomenten el uso de materiales y técnicas que aporten significativamente a este propósito. Como aporte, el presente texto propone el uso de la caña guadúa, material de fácil renovación natural, de excelentes características físicas y estructurales para la construcción de viviendas y edificaciones de hasta dos niveles y, se puede avizorar, como material potencial en proyectos sustentables desde la función, la economía y el ambiente.

SUSTENTABILIDAD Y ARQUITECTURA SUSTENTABLE

La sustentabilidad se refiere al equilibrio entre la demanda de recursos para un propósito y su renovación para un nuevo uso. En términos administrativos, la eficiencia operativa entre los outputs e inputs de una empresa tiene un propósito claro y cumple un ciclo productivo. Bajo este criterio, para ser competitivos y eficientes los recursos deben estar en equilibrio permanente; el desequilibrio provocaría la ruptura y muerte del sistema. Esto es lo que sucede en la actualidad en nuestro planeta, de esta manera podemos comprender el porqué de los problemas ambientales con los que vivimos.

Es importante que la sustentabilidad trascienda al crecimiento constante. Así nace el término desarrollo sustentable, con el objetivo de que, a largo plazo, los recursos mantengan sus características operativas y las personas podamos convivir con ellas sin efectos negativos por su uso.

El desarrollo sustentable utiliza recursos renovables naturales de manera que ni los elimina o degrada, ni tampoco disminuye su utilidad renovable para generaciones futuras mientras mantiene acciones eficazmente constantes o recursos naturales que no disminuyen como son la tierra, las aguas freáticas y la biomasa (Instituto de Recursos Mundiales, Dimensiones de desarrollo sustentable, los Recursos Mundiales, 1992, p.2).

Como profesionales del diseño observamos que, en los proyectos de nuestro campo, tratamos con términos como recursos renovables y no renovables, pero sin tener participación activa y responsable, sin darles la importancia que requieren, no comprendemos que estos pueden constituirse en una oportunidad de producción e impulso regional, donde la investigación e innovación sean ejes transversales de una nueva cosmovisión latinoamericana, de desarrollo sustentable en términos sociales, culturales, económicos y, por supuesto, ambientales.

En el sector de la construcción entran en escena una serie de materiales con distintos procesos tecnológicos y productivos que afectan al medio de forma considerable y que, generalmente, son de desconocimiento social. Esto no nos exime de responsabilidad. La vivienda y sus edificaciones forman parte de nuestras necesidades primarias para la humanidad, pero, indudablemente, son causantes de una gran devastación de recursos naturales.

Todos somos responsables por la contaminación y los daños que existen en el planeta, en su mayoría por la afección a

la capa de ozono; pero los constructores tenemos un pendiente aún mayor con el medio ambiente. El sector de la construcción es responsable de consumir el 50% de los recursos naturales, el 40% de la energía y del 50% del total de los residuos generados (Arquitecturamexico, 2011, párr. 1).

Todos los procesos para la obtención de materia prima que requiere el sector de la construcción, así como el uso del suelo para levantar edificaciones provoca un deterioro ambiental (Arquitecturamexico, 2011):

- La deforestación: deforestamos montañas para extraer el hierro y hacer varillas, nos acabamos cerros para obtener sílice, hierro y óxido de aluminio para producir cemento y cal. Estadísticamente el 50% de los materiales que utilizamos en la construcción provienen de la corteza terrestre.
- Consumo de energía: la cantidad de energía que se requiere para calentar hornos industriales que alcanzan los 1700°C para producir cemento, acero, cal, tabiques, vidrio, aluminio, etc, sumada a la cantidad de energía necesaria para construir, a la que se consume en edificios, y a la energía que se requiere para transportar los materiales de un continente a otro, constituye el 40% de la energía consumida en el mundo solo por este sector.
- Emisión de contaminantes: en el proceso de extracción para producir cemento se obtiene la calestra en un calcinador

instantáneo que tan solo en 5 segundos libera el 95% del CO₂ presente en el polvo que produce la reacción química que separa la cal. ¿Cuánto cemento se produce al año?, ¿cuántos elementos están hechos de cemento? La Revisión Anual del Cemento con sede en el Reino Unido acaba de publicar su más reciente informe mundial sobre cemento, titulado Global Cement Report. Según este documento, se espera que el consumo de cemento alrededor del planeta alcance la cifra récord de 3.859 toneladas métricas en 2012.

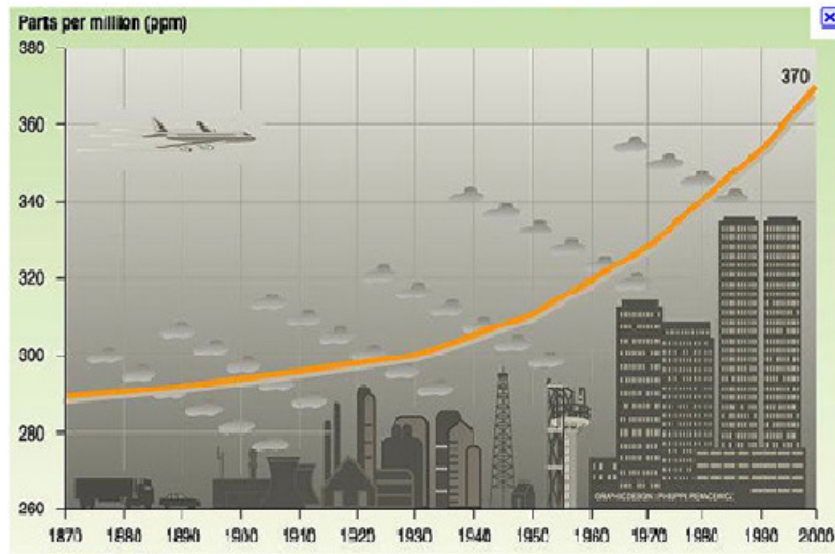


Figura 1. La deforestación, el consumo de energía y la emisión de contaminantes generaron un crecimiento de más de 370 partículas por millón de contaminación tan solo en el año 2000 (Arquiteturaméxico, 2011).

Dentro de la arquitectura sustentable es importante marcar un objetivo central. El uso de materiales renovables hace referencia a que puedan volver a reconstituirse en un tiempo determinado; sin embargo, no se puede hablar de un proceso de equilibrio cuando la demanda

provoca, por poner un ejemplo, el consumo de 30 toneladas mensuales y la regeneración del material tarda 10 años. Ese análisis, que puede sonar superficial, es el problema más grande que afrontamos en la actualidad: entre el consumo de recursos naturales y los efectos que

van de la mano (contaminación ambiental, el efecto invernadero por desechos y destrucción acelerada de los ecosistemas).

El rol del diseñador resulta fundamental en este aspecto; la ética profesional y la responsabilidad social se convierten en pilares esenciales en los cuales el producto del diseño debe apoyarse, aspecto ignorado por el consumo y facilitismo constructivo. Como todo lo obtenemos en el mercado no pensamos en cómo obtener nuevos productos desde el compromiso ambiental y que luego tengan desarrollo y demanda en el ámbito comercial.

La sustentabilidad ambiental se refiere a la administración eficiente y racional de los bienes y servicios ambientales permitiendo el bienestar de la población, garantizando el bienestar, sin dañar la calidad de vida actual y de las generaciones futuras.

Por lo anteriormente mencionado es indispensable pensar que como diseñador la sustentabilidad ambiental debe incluirse como principio y eje en el diseño. De este modo puede integrarse de manera más efectiva a los distintos sectores de la sociedad, para así lograr un equilibrio entre el desarrollo y los procesos productivos, conservando el medio ambiente (Espinell, 2014, p. 12).

El producto posible de uso es, indudablemente, el resultado del desarrollo constante, evolutivo y creativo que el ser humano ha ideado para satisfacer sus necesidades, las básicas y elementales, las suntuarias o de lujo, que se conocen a través de la mercadotecnia. El diseñador genera productos a través de materiales que permiten su consecución, y es en este pun-

to donde debemos empezar a actuar con un pensamiento de sustentabilidad.

EL DISEÑO Y LOS PRODUCTOS RENOVABLES

En los últimos años se ha creado un nuevo paradigma de relación sociedad-naturaleza que, con variantes de grado y forma, podría calificarse de 'sustentable'. Esta noción pretende salvar los errores de cien años de crecimiento desbocado y sociedad de consumo, apelando a una visión del desarrollo actual que contemple las posibilidades de desarrollo de las generaciones futuras (Brundtland, citado en Retamozo y Ben-goia, 2014, párr. 4).

Desde la perspectiva del diseño, el objetivo es crear vínculos entre los agentes sociales, la técnica y la eficiencia constructiva y construir, asumiendo un posicionamiento tecnológico e identitario, con materiales propios de la región y reconocidos en nuestro entorno. Esto exige vincular al diseño los bienes ecosistémicos, que son los componentes físicos de la naturaleza, con los servicios ecosistémicos, recursos intangibles, o mecanismos autorreguladores de la naturaleza.

Estudiar los ecosistemas, comprender su funcionamiento y respetar las especies que los habitan, además de servir para percatarnos de lo que tenemos, debe contribuir a saber cómo usarlos bien; también debe recordarnos que nuestra historia económica y cultural está íntimamente ligada al uso de la biodiversidad (García, 2014, p.11).

Diseñar para el desarrollo sustentable implica identificar nuevos modos más eficientes y directos para satisfacer necesidades y enfatizar en el beneficio producido más que en el producto como tal.

Un producto sustentable debería minimizar el uso de recursos no renovables y la producción de desperdicios durante su ciclo de vida, brindando como output del mismo un beneficio o utilidad al usuario. Si además el producto brinda un beneficio social, entonces el criterio de sustentabilidad es alcanzado (Simons, citado en Chambouleyron, Arena & Pattini, 2000, párr. 18).

No existe en la actualidad un producto o servicio que tenga el máximo puntaje en sustentabilidad. De hecho, no existe una herramienta de medición del nivel de sustentabilidad de un producto; sin embargo, disponemos de información técnica y ancestral sobre materiales que cumplen con estos propósitos. Uno de esos materiales, propio de nuestro medio, es la caña guadúa, un material estructural con grandes características estéticas y funcionales. En este artículo, pongo a discusión el uso de este material desde una mirada de sustentabilidad.

PRODUCCIÓN DE DISEÑO CON PENSAMIENTO SUSTENTABLE: LA CAÑA GUADÚA

La industrialización de la caña guadúa, desde la visión de la sustentabilidad, está enfocada el eco-diseño. En este sentido, el diseño y construcción proyectan acciones que seleccionan materiales de bajo impacto ambiental, aplican procesos alternativos, optimizan recursos constructivos y una mejora o diferenciación

clara de otros de tal manera que se evidencie un desarrollo innovador y creativo.

Si bien es cierto que el procesado de materias primas y la fabricación de los materiales generan un alto coste energético y medioambiental, no es menos cierto que la experiencia ha puesto de relieve que no resulta fácil cambiar el actual sistema de construcción y la utilización irracional de los recursos naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales, brillan por su ausencia frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales. Por ello, se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización racional de materiales que cumplan sus funciones sin menoscabo del medio ambiente (Arenas, 2000, párr. 10).



Figura 2. Forma y textura de la caña guadúa (Cobo, 2008, párr. 6).

La caña guadúa es una gramínea gigante, pertenece a la familia del bambú. A nivel mundial existen alrededor de 1500 especies, de las cuales aproximadamente 280 son nativas de la región. Es cultivada en regiones tropicales y subtropicales del Ecuador. Es uno de los materiales más versátiles y se ha usado de diversas maneras, principalmente en la construcción. La especie a la cual hace referencia este trabajo es, de acuerdo con la clasificación de Humboldt y Bonpland, la 'Bambusa Guadúa' (Guadúa Angustifolia Kunth). Se destaca de las demás por sus excepcionales características físico-mecánicas, que describiré más adelante, lo que le ha permitido ser conocida como el acero vegetal (Cobo, 2012, párr. 9). Además, tiene una vasta historia de uso, lo que la asocia con la identidad aborigen de nuestros pueblos.

Sin embargo, hoy en día, este recurso forestal no es valorado. Una de las razones es la desconfianza en su durabilidad, una falsa con-

cepción del material que termina por ser relacionado con la pobreza; además se ha creado desconfianza en la sociedad de todo material que se aparte de los métodos "convencionales" de construcción basados en hormigón. Otra razón es la falta de cultura de proyección en su industrialización. La comunidad de profesionales no ha desarrollado proyectos sostenibles a largo plazo, probablemente por la escasez de conocimientos técnicos, falta de infraestructura de producción y desconocimiento sobre el control de calidad en la materia prima.

La Guadúa Angustifolia tiene fibras naturales muy fuertes que la colocan entre las 20 mejores especies de bambúes del mundo. Está demostrado que con ella se pueden desarrollar productos industrializados tales como paneles (aglomerados, laminados, pisos), viviendas y artesanías (Tandazo, 2012, p. 41).



Figura 3. Usos y expresiones de la caña guadúa (Cobo, 2015).

Lo que me motiva a analizar a la caña guadúa como material altamente competitivo y sustentable es la preocupación sobre la articulación del diseño con los diferentes actores sociales.

El diseño como motor de la economía se involucra en los diferentes aspectos de la vida cotidiana como una interfase entre el ser humano y su entorno, entendiendo al entorno no solo como hecho tangible sino también como todo lo que hace a la cultura del ser humano.

Es necesario entonces, pensar el mercado y la sociedad de manera relacionada, es decir, sin sociedad no hay mercado, esto con el fin de 'desatanizar' el diseño como negocio. El negocio es el no-ocio, la negación del ocio, por lo tanto, la capacidad de hacer negocios de diseño es la capacidad de trabajar dentro del marco de una sociedad y un determinado contexto económico (Doldan, 2008, p. 3).

El diseño tiene la capacidad de involucrarse con la cultura y sus saberes ancestrales. La construcción con caña guadúa no es una novedad en nuestro país, existen construcciones altamente tecnológicas y con resultados estéticos muy importantes que se han convertido en obras exclusivas. El problema radica en que la técnica constructiva demanda mucho tiempo y se necesita mano de obra especializada que en la actualidad es difícil conseguir.

En el ámbito constructivo, con los llamados sistemas tradicionales, la aplicación de estas técnicas ancestrales se vuelven costosas, a pesar de que la materia prima es sumamente

económica (en la costa ecuatoriana, una caña de 6 metros de largo tiene un costo al por mayor de \$1,00 por unidad, mientras que una correa de hierro de 10cm de ancho y 6 metros de largo tiene el valor de \$20,00 por unidad), lo que puede generar grandes reflexiones.

Así, al considerar al diseño una actividad propiamente humana, lo entendemos como parte de un estrato antropomorfo, ya que genera modificaciones en el mundo exterior, configuración del entorno artificial. Sin embargo, al encontrarse entre lo material y el sentido, el diseño introduce transformaciones en el ambiente (Fernández, 2014, p. 2).

La visión de nuevos proyectos productivos nace de la oportunidad que crea las políticas gubernamentales, fundamentadas en los cambios de la matriz productiva, la capacidad innovadora del quehacer del diseño y la investigación que empieza a desarrollarse en el país.

Hoy se puede observar a tres generaciones que se desarrollan plenamente: los nativos tecnológicos, los introducidos en la tecnología y los nativos tecnológicos. Este escenario común nos permite ver las grandes diferencias entre la concepción del mundo virtual y el mundo real; asimismo en el futuro, las grandes ciudades estarán formadas por los introducidos en un mundo pensando en la ecología y los nativos ecológicos, el escenario será distinto para el desarrollo de nuevas técnicas y nuevas tecnologías. Este pensamiento sustenta mi visión de proyectar una serie de productos pensados desde una base de sostenibilidad, un producto desarrollado por el diseño y pensado desde el diseño.

En algunas décadas la mayoría de la población del planeta vivirá, por tanto, en un ambiente urbano. Gran parte de estas nuevas metrópolis no han sido todavía construidas o están en construcción. El modo en el que estas nuevas ciudades emergerán y las formas de vida que en ellas tendrán lugar, determinarán el grado de sostenibilidad o de insostenibilidad a escala global de la sociedad futura.

Incluso si no podemos dejar de preocuparnos al observar cómo se está desarrollando el fenómeno hoy día, parece necesario pensar en la posibilidad de un cambio que, en algún modo, la evolución hacia esta inmensa megalópolis planetaria pueda orientarse hacia la sostenibilidad (Manzini, 2002, p. 131).

PRODUCTOS DISEÑADOS

Sobre las características técnicas y físicas sobre la caña guadúa existe información muy actualizada y detallada, una de estas fuentes de información es el documento escrito y validado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN: la guía práctica del uso del bambú y la caña guadúa, recomendaciones para el uso en la construcción. Nos proporciona insumos para diseñar un sistema constructivo sustentable.

SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA VIVIENDAS EN CAÑA GUADÚA

Este artículo presenta una propuesta de industrialización de la caña como elemento constructivo de una vivienda en la Costa y Sierra ecuatoriana.

- Diseño y proceso de detalle constructivo para columnas estructurales de viviendas antisísmicas, vigas de anclaje a columnas para estructurar en sentido horizontal (entrepisos, cubiertas).
- Sistema de paredes (exteriores) y de panelería interior en caña (sistema de directrices, generatrices y cortes).
- El producto se estandariza en dimensiones y presentaciones de posible comercialización.
- Tableros de fibras de bambú de alta densidad y durabilidad para interiores y exteriores en varios diseños.
- Lanas de fibra de celulosa de bambú para control acústico y control de temperatura.

DISEÑO Y PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CAÑA GUADÚA

Cimentación y levantamiento de columnas de caña:

Diseñar un sistema constructivo anti-sísmico con caña guadúa es posible y factible por las características físicas de la caña. El detalle constructivo se presenta en el siguiente gráfico:

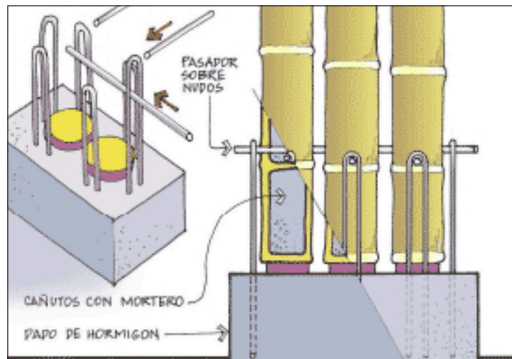


Figura 4. Columnas de caña guadúa conectadas a cimientos (Arquba, 2009, p. 16).

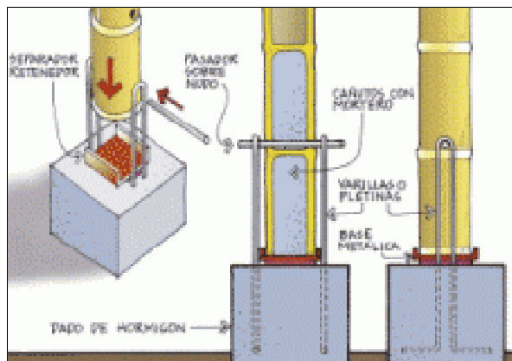


Figura 5. Sistema de estructuración de columnas de caña guadúa (Arquba, 2009, p. 22).

Propuestas alternativas. Cimiento y sobrecimiento:

Para la estructuración de las columnas es necesario considerar un cimiento propio para una vivienda con un sistema de columnas de hormigón armado, hierro o madera. Sobre el cimiento se colocará un sobrecimiento que podrá ser metálico o de hormigón armado donde la columna de caña se amarre con el cimiento a través de varillas de hierro que vayan al interior de la caña, se sujetará con un par de pernos – esto en el primer canuto de la caña que será relleno con un mortero de cemento, arena y gravilla.



Figura 6.: Sobrecimiento de madera y anclaje de caña guadúa (Autoría propia, 2015).

Las columnas podrán ser formadas por una, dos, tres o cuatro cañas según la necesidad del soporte de la estructura, y podrán ser unidas de forma lineal o de combinatoria estructural.

Columnas pre-fabricadas:

Las columnas tendrán el detalle ya indicado de amarre a los cimientos de hormigón y tendrán una altura estandarizada de 2,70m y de 5,40m. Se podrán armar composiciones de varias cañas.

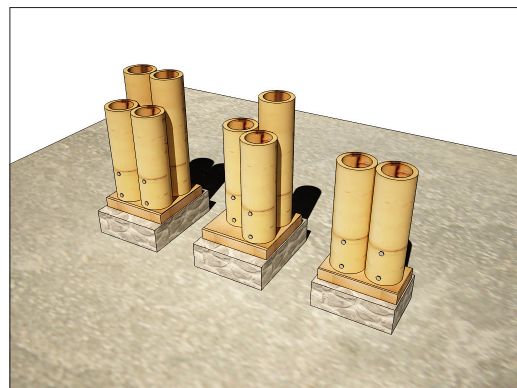


Figura 7. Posibilidades de estructuración de columnas (Autoría propia, 2015).

Paredes y tabiques:

Las paredes estarán compuestas por una serie de cañas que formarán el cuerpo de la pared (generatriz), estas estarán dispuestas de forma lineal y se anclarán a dos guías (directrices) que se encuentran en la base y en la parte superior de la pared. Cada caña se sujetará a las directrices a través de tornillos. La directriz superior e inferior será un molde, elaborado de un proceso industrial con la caña, propio para el anclaje de cada caña. El panel se sujetará al sobrecimiento a través de pernos de anclaje y este se juntará a la columna de estructuración de la vivienda. Sobre la columna de estructuración se colocará una tapa o molde de bambú que se anclará con la directriz superior del panel.

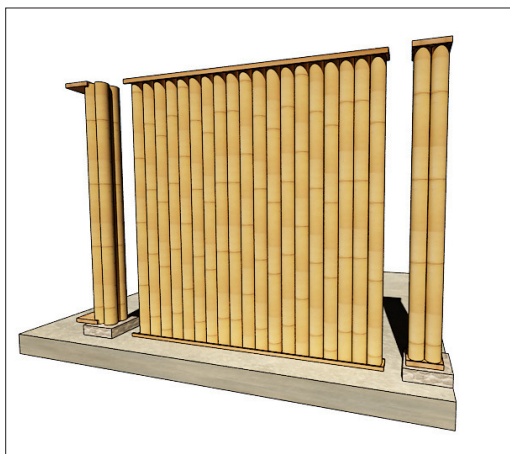


Figura 8. Paredes en caña guadúa (Autoría propia, 2015).

Las paredes tendrán un detalle en la base de madera para poder anclar a través de un canal un tablero de bambú o de fibro cemento de 12mm para que la pared hacia el exterior o interior pueda ser empastada o recubierta con materiales a gusto del constructor. También se podrán incorporar ventanas y puertas. Para este

cometido se elaborarán marcos y cargadores que trabajen como dinteles para las estructuras de las paredes de caña.



Figura 9. Alternativas de recubrimiento (Autoría propia, 2015).

Paredes y divisores para espacios interiores

Para la ambientación y la construcción de panelería interior se pretende crear directrices de varias formas que permitan que la caña guadúa se convierta en líneas generatrices que en la continuidad de la directriz formen una tabiquería en superficie curva.

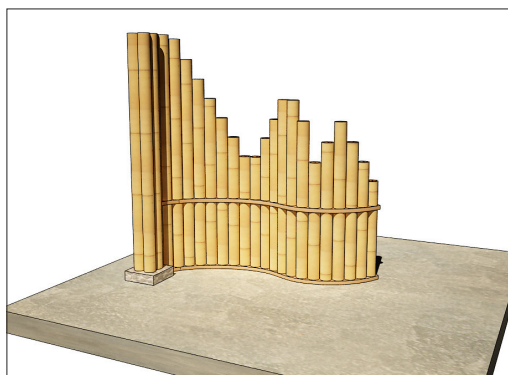


Figura 10. Divisores curvos (Autoría propia, 2015).

CORTES Y TIPOS DE ANCLAJE PARA COLUMNAS Y VIGAS DE ESTRUCTURACIÓN

Juntas permanentes de bambú

El uso del bambú en construcciones permanentes necesita juntas que puedan transportar las fuerzas de presión y tensión de una parte a otra sin causar mayores deformaciones. Como se ha demostrado en algunos ensayos, generalmente las juntas son los puntos más débiles y las fallas se deben envolver con una cuerda o sogá de una fibra sintética, alambre de acero galvanizado o bridas galvanizadas.

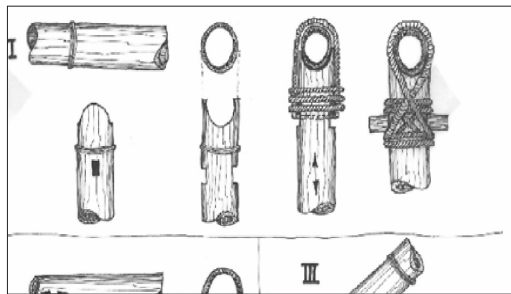


Figura 11. Tipos de anclaje y amarre con caña guadúa (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1976, p. 20).

TABLEROS DE FIBRAS TRITURADAS DE CAÑA GUADÚA

Con los retazos y cortes de rechazo en el proceso de elaboración de cortes para paredes y paneles, así como cañas que no pasan el proceso de control de calidad, se producirán tableros de alta densidad y durabilidad en formatos de 1,20m * 2,50m, similares a los tableros que hoy se conocen con el nombre OSB (Oriented Strand Boards) partículas orientadas por medio de virutas prensadas en muchas capas y unidas).



Figura 12. Ejemplo expresivo con tableros OSB (Alejandro, 2009, p.1).

Las hojuelas son mezcladas con ceras y adhesivos para posteriormente ser sometidas a altas temperaturas y presiones, lo que da origen a los tableros.

Su fabricación es ecológica en el sentido que los adhesivos y las ceras usados en su producción son estabilizadas y curadas durante el proceso de modo que no hay una emisión de gases medible, también hay un mejor aprovechamiento de la madera con respecto a otros tableros (Arcia, 2011, p. 1).

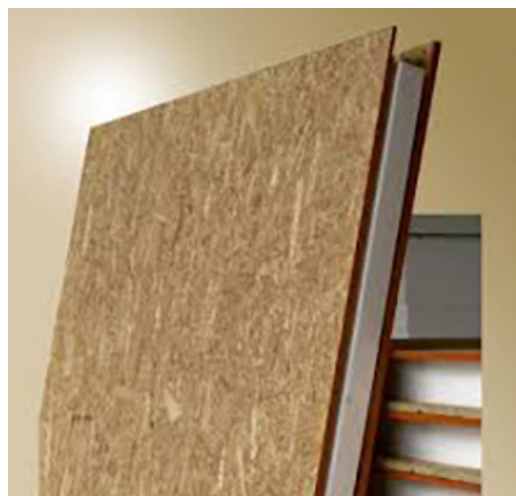


Figura 13. Ejemplo expresivo con tableros OSB (Alejandro, 2009, p.2).



Figura 14. Uso de tableros OSB en la estructuración de paredes (Arcia, 2011, p.1).

Estos tableros son utilizados para construir panelería interior y exterior, como elementos determinantes y constitutivos en el espacio interior.



Figura 15. Uso de tableros OSB en la estructuración de paredes (Golenda, 2016).

LÁMINAS DE CONTROL ACÚSTICO Y CONTROL DE TEMPERATURA

Por último, se ha desarrollado un producto que se obtiene de la celulosa proveniente de la caña guadúa. El objetivo es maximizar el potencial de la caña como materia prima, no olvidemos que este material tiene la capacidad de crear una gran cantidad de productos utilizando

todos los recursos que esta planta presenta.

Las láminas tipo piel son tejidas entre las paredes generadas por los tableros de bambú triturado como el interior de un sánduche. La celulosa será tratada, secada y con una serie de aditamentos y productos de orden químico serán estandarizadas en un formato de 1,22m por 2,44m. Estas láminas serán tejidas con un alambre de amarre galvanizado para mejorar su tensado e instalación.



Figura 16. Simulación de la propuesta de láminas de control acústico mencionadas en el artículo (Zuluaga, 2010).

EXPERIMENTACIÓN

Las etapas de experimentación surgen de las etapas de análisis estructurales y constructivos de la caña guadúa, la versatilidad y propiedades del material, así como su aporte expresivo y funcional.

La primera parte del proceso de análisis se fundamenta en el diseño de una construcción con proyección antisísmica y como este soporte inicial de una losa de hormigón y cimientos podría conjugarse con el manejo de la caña guadua como elemento estructural.

En una segunda etapa se analiza las propiedades de la caña y un diseño de estandarización de paredes prefabricadas con formas dinámicas y determinadas por elementos de directrices y generatrices.

Una tercera etapa consiste en la experimentación del diseño de detalles constructivos que optimicen la técnica y vuelvan más factible su industrialización desde un enfoque constructivo, creativo e innovador. Se debe considerar las posibilidades constructivas y análisis de relación constructiva y morfológica con los elementos del espacio interior del espacio construido para crear tableros de bambú triturado y láminas de control acústico y de temperatura con las celulosas provenientes de la caña guadúa.



Figura 17. Propuesta estructural y expresiva con caña guadúa (Autoría propia, 2015).



Figura 18. Propuesta estructural y expresiva con caña guadúa (Autoría propia, 2015).

CONCLUSIONES

Este artículo reflexiona sobre la sustentabilidad como concepto, explica por qué el sector de la construcción es altamente contaminante y cómo el diseño arquitectónico y de interiores está directamente ligado a este campo. La preocupación por el ambiente presenta oportunidades y también responsabilidades. Por tanto, pensar el diseño desde esta óptica supone desarrollar proyectos factibles y sostenibles en el tiempo y, a través de la investigación, supone innovar hasta encontrar resultados funcionales y atractivos para el entorno social.

Nos alimenta la profunda convicción de que es imprescindible transitar hacia una nueva cosmovisión que sustituya la aún vigente. La idea de sustentabilidad nos está ayudando a diseñar y dibujar una nueva visión, una nueva comprensión, una nueva cosmología, urgente y necesaria para enfrentar los enormes desafíos que enfrentamos. Porque el cambio fundamental de realizar no está tanto en el plano de la tecnología, ni de la política o de la economía, sino que está radicado principalmente en el plano de nuestras creencias, ya que son ellas las que determinarán el mundo que habitemos (Elizalde, 2003, p. 1).

Posteriormente, el artículo dirige el tema al uso de la caña guadúa como material de construcción. Propone que este material tiene un alto potencial para desarrollar proyectos con responsabilidad ambiental y sustentabilidad desde los procesos de construcción para viviendas. Ciertamente, un sistema constructivo en caña guadúa potencia un material con carac-

terísticas ecológicas, ideal para proyectos de sustentabilidad, además permite formular proyectos desde la problemática de construcción de viviendas sociales y calidad en el hábitat, a través del diseño, como recurso productivo.

En el contexto cultural, social, económico e industrial de los países desarrollados, el bambú es visto con desconfianza y como un material extraño a los usos locales de la construcción. Y, efectivamente, lo es, como la mayor parte de los materiales comunes y utilizados actualmente, que con el tiempo han ido siendo aceptados. Entonces, ¿por qué no incluir en esta línea también al bambú? (Sánchez, 2012, p. 7).

En resumen, en el desarrollo de este trabajo me he propuesto desarrollar un pensamiento sustentable y reflexionar sobre el aprovechamiento de la caña guadúa, material abundante en nuestro país y de excelentes características de renovación natural, para sugerir la posibilidad de proyectar soluciones constructivas con alta eficiencia y duración en el tiempo. Además, he buscado aportar y proponer, a través de la investigación y la innovación, el aprovechamiento de este producto de fácil uso e instalación en la construcción de viviendas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arenas, F. (2000). *Los materiales de construcción y el medio ambiente*. Recuperado de: http://huespedes.cica.es/gimadus/17/03_materiales.html
- Arquitecturamexico, (2011). *¿Por qué contamina tanto la industria de la construcción?* Recuperado de: <https://arquitecturamexico.wordpress.com/2011/11/08/%C2%BFpor-que-contamina-tanto-la-industria-de-la-construccion/>
- Brundtland citado en Retamozo y Bengoa. (2014). *Forma y Sustentabilidad: correlaciones y divergencias*. Recuperado de: http://congresoartes.com.ar/portalforma/?page_id=481
- Chambouleyron, M, Arena, A. P. & Pattini, A. (2000). *Diseño de productos y desarrollo sustentable. Estrategias de revalorización de productos manufacturados para su introducción en un nuevo ciclo de vida*. Recuperado de: <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2000/2000-t007-a003.pdf>
- Dávila, V. (2015). *Arquitectura sustentable*. Recuperado de: http://www.academia.edu/24242440/Arquitectura_sustentable
- Doldan, J. (2008). *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación*. Buenos Aires: Universidad de Palermo.
- Elizalde, A. (2003). *Sustentabilidad: ¿para todos o solo para algunos?* Lüneburg: Universidad de Lüneburg.
- Espinel, A. (2014). Tesis: *La caña guadúa en el espacio interior*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Fernández, R. (2014). El diseño como agenciamiento. Edicon. Recuperado de: <http://maestriadicom.org/articulos/el-diseno-como-agenciamiento/>
- García, M., Parra, P. & Mena, V. (2014). *El país de la biodiversidad*. Quito: Ministerio del Ambiente y Fundación EcoFondo.
- Instituto de Recursos Mundiales. (1992). Dimensiones de desarrollo sustentable, los Recursos Mundiales 1992-93, *Una guía al medio ambiente global*. Nueva York.
- Manzini, E. (2002). *Pensar y proyectar el futuro*. Instituto de Diseño di Design.
- Sánchez, A. (2012). *Materiales de arquitectura BAMBÚ*. Barcelona: Lexus.
- Tandazo, J. (2012). Tesis: *Proceso de industrialización de la caña guadúa como material alternativo para la construcción y diseño de vivienda tipo de una y dos plantas, empleando caña guadúa en sus elementos estructurales*. Quito: ESPOL.

FIGURAS

- Figura 1. Arquitecturamexico. (2011). *¿Por qué contamina tanto la industria de la construcción?* Recuperado de: <https://arquitecturamexico.wordpress.com/2011/11/08/%C2%BFpor-que-contamina-tanto-la-industria-de-la-construccion/>
- Figura 2. Cobo, C. (2008). *Edificios de hierba*. Recuperado de: http://www.terraecuador.net/revista_56/56_bambu.html
- Figura 3. Ibídem.
- Figura 4. Arquba. (2008). *Tenzo Arquitectura Ligera - Diseño y construcción*. Recuperado de: <http://www.arquba.com/curso-construccion-sismo-resistente-cana-bambu/uniones/>
- Figura 5. Ibídem.
- Figura 11. Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (1976). *Bambú Caña guadúa. Recomendaciones para el uso en la construcción*. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/4844252/gpe-inen-42--bamb%C3%BA-ca%C3%B1a-guadua>
- Figura 12. Alejandro, J. (2009). *Recomendaciones para construir con tableros OSB*. Recuperado de: <http://vivirhogar.republica.com/carpinteria/recomendaciones-para-construir-con-tableros-osb.html>
- Figura 13. Ibídem.
- Figura 14. Arcia, M. (2011). *¿Qué es el tablero OSB? (Oriented Strand Board)*. Recuperado de: <http://icasasecologicas.com/tablero-osb/>
- Figura 15. Godela, G. (2016). *Spatial Oddities: Breaking up Space in 11 Modular Homes*. Recuperado de: <https://architizer.com/blog/breaking-up-the-space-11-modular-homes/>
- Figura 16. Zuluaga, C. (2010). *Tendinoso sistema constructivo con guadúa*. Recuperado de: <https://www.flickr.com/photos/zuarq/4995146930/in/photostream/>