

## **EVALUACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> Y ENERGÍA CONSUMIDA POR LOS PROCESOS TECNOLÓGICOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO INDUSTRIALIZADO: PANELES DE FIBROCEMENTO**

Por: **Carlos Alberto Díaz Riveros**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Carlos Alberto Díaz Riveros, Corporación Universitaria del Meta, Centro de investigaciones de arquitectura e ingeniería civil “Rogelio Salmona”, Magíster en Patrimonio Cultural y Territorio, Cra. 34b No 32-26 San Fernando Teléfono (8) 6621825 Ext 106, carlos.diaz@unimeta.edu.co

---

Recibido 15 de Abril de 2014 . Aceptado 30 de Abril de 2014 / Received: April 15, 2014 Accepted: April 30, 2014

---

### **Resumen:**

La arquitectura de hoy amerita la búsqueda de soluciones a sus principales problemáticas, de contaminación ambiental, a saber: la reducción energética, fuentes de emisión de CO<sub>2</sub>, energía consumida de los sistemas constructivos, como posible respuesta o solución se infiere ilustrar desde la bioclimática, Ahora bien, se busca puntualizar y profundizar en esta temática, y enfatizar en los sistemas constructivos industrializados y así responder al cuestionamiento ¿Cuál perspectiva proyectual se podrían desarrollar, a partir de los datos hallados en la evaluación de emisión de CO<sub>2</sub> y energía consumida del sistema constructivo industrializado: Paneles de Fibrocemento? para tal fin, se formuló el proyecto “RESPONSABILIDAD EMPRESARIAL SOCIAL EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO”, El objetivo es “Crear un modelo estratégico de responsabilidad social para la construcción a partir de sus buenas prácticas, en el sector empresarial de Villavicencio”. Empleando el método descriptivo: Medición en un 50% de la huella ecológica (tasa de emisión de CO<sub>2</sub>/empleado) en los últimos 5 años; asimismo, se utilizó lo cualitativo: Enunciación de lineamientos de la edición de certificados autodeclarativos de rendimiento energético; y el estudio de caso: Formulación de parámetros para la Acreditación para la obtención de la Certificación LEED (proyecto de nuevos edificios). Como resultado del estudio será generar el conocimiento de los instrumentos para el desarrollo modelo estratégico de prácticas de responsabilidad social en el sector empresarial de la ciudad de Villavicencio. Meta.

**Palabras claves:** Evaluación, Fuentes de Emisión de CO<sub>2</sub>, Energía Consumida, Sistemas Industrializados.

## **EVALUATION OF SOURCES OF CO<sub>2</sub> EMISSION AND ENERGY CONSUMED BY THE TECHNOLOGICAL PROCESSES OF INDUSTRIALIZED CONSTRUCTION SYSTEM: FIBER CEMENT PANELS**

### **Abstract**

Architecture today warrants the search for solutions to the main problems, bioclimatic, energy reduction, sources of CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption of industrialized building systems, the latter seeks to point and delve into this subject, and to respond to questioning What project viewpoint could be developed, based on the data found in the evaluation of CO<sub>2</sub> emission and energy consumption of industrialized building system: Fiber Cement Panels? for this purpose the “CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY IN THE CONSTRUCTION COMPANIES IN THE CITY VILLAVICENCIO” The goal is to “create a strategic model of social responsibility to build from their best practices in the corporate sector project was formulated Villavicencio”. Using the descriptive method: measurement by 50 % of the ecological

footprint (CO<sub>2</sub>/ used emission rate) in the past 5 years; also used qualitative: Citation of guidelines editing Autodeclarative certificates of energetic performance; and case study: Development of parameters for Accreditation for LEED Certification (draft new buildings). As a result of the study will generate knowledge of tools for developing practical strategic model of social responsibility in the business sector of the city of Villavicencio, Meta

**Key words:** Evaluation of CO<sub>2</sub> Emission Sources, Energy Consumed, industrialized systems.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios la arquitectura a través de la bioclimática busca, brindar respuestas a las necesidades y soluciones a las problemáticas que vivencia la comunidad en la medición de Fuentes de Emisión de CO<sub>2</sub>, Energía Consumida de los Sistemas Industrializados de construcción: Paneles de fibrocemento; a través de sus diferentes tipos de estudios: Fuentes de Emisión de CO<sub>2</sub> Según Áreas de Uso y Consumo, Construcciones de Bajo Impacto Ambiental, Energía Incorporada en los Materiales de Construcciones, Material de construcción CO<sub>2</sub> producido (g/Kg.) y Energía Consumida (MJ/Kg), entre otros. El presente artículo dará a conocer una síntesis del proceso del análisis, diagnóstico y resultados que se hace de la medición de los sistemas constructivos industrializados; Según la metodología de basada en las tablas de medición de Fuentes de Emisión de CO<sub>2</sub>, Energía Consumida; Discusión esto se puede develar en la medición aspectos relevantes a tener en cuenta a la hora de implementar el sistema constructivo según Fuentes Pérez (2012).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se presenta el método de análisis de medición por el Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez. M.E.S. Trata tres categorías: Fuentes de Emisión de CO<sub>2</sub> Según Áreas de Uso y Consumo, Construcciones de Bajo Impacto Ambiental y Valor promedio de Consumos de Energía de los materiales en la construcción. Es así como se plantea la calificación de las Fuentes de Emisión de CO<sub>2</sub> Según Áreas de Uso y Consumo, véase imagen 1.

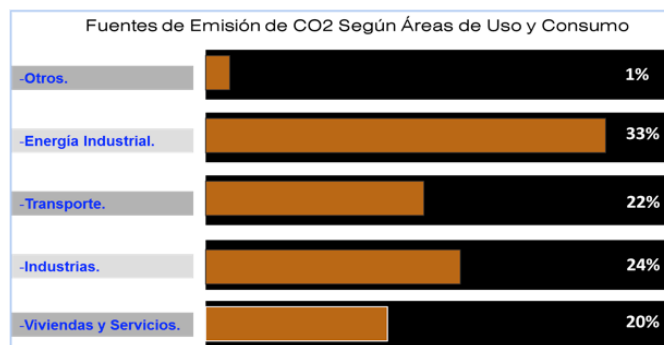


Imagen 1: Tablas de medición. Fuente: Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez. M.E.S. 2010.

Asimismo, Construcciones de Bajo Impacto Ambiental se mide la Energía Incorporada en los Materiales de Construcciones, a través de estos constantes Tipo de Edificio, y Energía (kw/h/m<sup>2</sup>), véase imagen 2

Construcciones de Bajo Impacto Ambiental	
Energía Incorporada en los Materiales de Construcciones	
Tipo de Edificio	Energía (kw/h/m <sup>2</sup> )
Domestico	1,000
Oficina	5,000
Institucional	3,500
Industrial	10,000

Imagen 2: Tablas de medición. Fuente: Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez. M.E.S. 2010.

De igual manera, se busca medir las Construcciones de Bajo Impacto Ambiental, generando Valor promedio de Consumos de Energía de los materiales en la construcción de los materiales de construcción, se midió CO<sub>2</sub> producido (g/Kg.) y la Energía Consumida (MJ/Kg.), véase imagen 3.

**Construcciones de Bajo Impacto Ambiental**

Valor promedio de Consumos de Energía de los materiales en la construcción

Material de construcción	CO2 producido (g/Kg.)	Energía Consumida (MJ/Kg.)
Adobe en Tierra Cruda	5	0,1
Piedra Partida	21	0,3
Bloque de Cemento	125	0,52
Cemento	181	1,4
Revoques Interiores y Exteriores	195	1,5
Hormigón Armado	107,6	1,6
Mortero de Cemento	221	1,6
Yeso	220	2,4
Ladrillo Cerámico Común	225	2,7
Teja Cerámica	350	3,5
Tirante de Madera	281	4,7
Placas de Roca de Yeso	410	5,3
Armadura Metálica Estructural	768	13,0
Vidrio	1,152	28
Fibra de Vidrio	2,130	42,7
Cobre	5,022	78
P.V.C	6,72	90
Aluminio	20,981	410

Imagen 3: Tablas de medición. Fuente: Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez. M.E.S. 2010.

Los sistemas constructivos industrializados plantean una solución rápida en la elaboración de los procesos constructivos, ahora bien, hasta ahora son pocos los procesos evaluados frente a estos factores de CO2 producido (g/Kg.) y la Energía Consumida (MJ/Kg.), por eso se busca establecer estos parámetros a los siguientes sistemas 1.Mampostería estructural reforzada. 2. Sistema estructural. 3. Mampostería confinada. 4. Losas. 5. Paneles de asbesto cemento. 6. Paneles de fibrocemento. 7. Paneles huecos de polivinilo de cloruro. 8. Muros en poliestileno y recubrimiento de mortero lanzado 9. Cerramientos prefabricados de concreto armado. 10. Grandes paneles o placas prefabricadas modulares, 11. Contech o Concretos fluidos empleando formaletas de aluminio, Concretos fluidos empleando formaletas de termoplástico. 12. Outinord o Grandes paneles Túnel fundidos in situ. 13., 14. Híbrido con componente prefabricada, artesanal e industrializada in – situ. 15. Prefabricados en perfilaría de acero. 16. Núcleo de poliestireno expandido y mallas trefiladas de alambre. 17. Grandes paneles prefabricados. y así

obtener resultados de la fase 1.

Es este el primer caso de estudio: Está compuesto por paneles de fibrocemento de 20mm de espesor, hidrofugados y modulados para satisfacer las más variadas exigencias de distribución arquitectónica. La unión vertical entre paneles se logra mediante el ensamble de una estructura cilíndrica de acero y dos flejes de amarre que hacen que el sistema sea totalmente adaptable y resistente a las diferentes exigencias climáticas y solicitudes sísmicas. La conexión de las paredes con la cimentación y con la viga de amarre superior se efectúa por medio de perfiles especiales de acero galvanizado, los cuales transmiten las cargas a la cimentación y garantizan el desempeño estructural ante las solicitudes de sismo y viento, véase imagen 4.

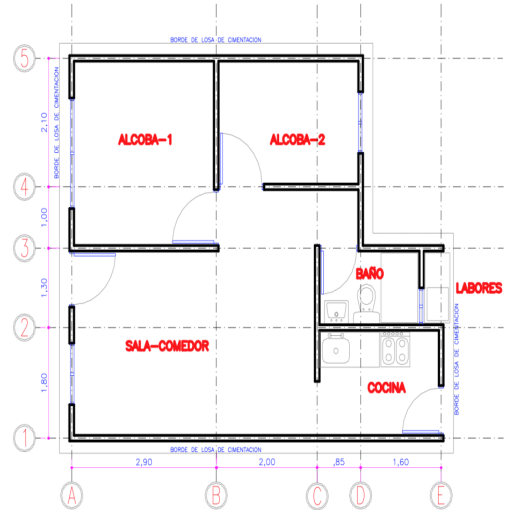


Imagen 4: planta modelo a aplicar medición en el Sistema Constructivo paneles en fibrocemento. Fuente: Sistema de elementos prefabricados para muros, 2010.

**3. RESULTADOS**

Se describirá el proceso del sistema constructivo paneles en fibrocemento, ítem a ítem, desde la cimentación hasta concluir en la cubierta, se busca con este desglose, puntualizar los factores de CO2 producido (g/Kg.) y la Energía Consumida (MJ/Kg.), en todos los materiales.

Se presenta la medición del sistema constructivo paneles en fibrocemento, ítem a ítem, desde la cimentación hasta concluir en la cubierta, se busca

con este desglose, puntualizar los factores de CO2 producido (g/Kg.) y la Energía Consumida (MJ/Kg.), en todos los materiales, así:

Ítem 1: Losa en Concreto y paralelamente cajas de inspección, tubería eléctrica, hidráulica y desagüe, Mide 7.55 x 6.40= 48.32 m<sup>2</sup> x 0.10= 4.8 m<sup>3</sup>. Véase los cálculos

Tabla 1: Emisión de CO2 y Consumo Energético de Losa en Concreto.

MATERIALES A UTILIZAR	EMISIÓN DE CO2	CONSUMO ENERGÉTICO
Cemento 4117,5 Kg x 4.8 m <sup>3</sup> : 19764 Kg,	19764*181: 3577284 g/kg	19764*3460: 68383440 MJ/Kg
Agua 278 L		
7423 Kg Arena.		
Mallas Electrosoldadas 4 (.15 x .15 x 8,5 Diámetro) Peso 84,1 Kg Total: 336,4 Kg	336,4Kg * 768: 258355,2 g/Kg	336,4 Kg* 13.0 : 4373,2 MJ/Kg
Solera inferior, angular laminado		
50X50X3mm Peso = 2,24 KG/M Longitud:37,55mx2,24kg/m= 4,112kg	64598 g/kg	10,93 MJ/Kg

Fuente: Elaboró Luis Alberto Cifuentes B.

Ítem 2: Colocar tubos industriales, como soporte estructural de los muros, tubo cuadrado galvanizado 20 x 20 x 1,5 mm X 2440 mm Peso = 0,83 KG/M.

Tabla 2: Emisión de CO2 y Consumo Energético tubos industriales, Angulo Galvanizado, Fleje V, como soporte estructural de los muros

MATERIALES A UTILIZAR	EMISIÓN DE CO2	CONSUMO ENERGÉTICO
Tubos industriales 87,84mx0,83kg/m: 72,907kg	55993 g/kg	9,4779 MJ/Kg
Tubos industriales 72,907kg x 768g/kg: 55993		
Tubos industriales 72,907kg x 0,13mj/kg: 9,4779		

Angulo Galvanizado 14,64m x 3,65kg/m: 53,436kg	41038,8 g/kg	6,94668 MJ/Kg
Angulo Galvanizado 53,436kg x 768g/kg: 41038,8		
Angulo Galvanizado 53,436kg x 0,13mj/kg: 6,94668		

Fuente: Elaboró Luis Alberto Cifuentes B.

Ítem 3: Colocar de láminas en fibrocemento, con sus respectivas instalaciones en PVC, como cerramiento o muros, mide 1200 x 2440 x 22 mm, Peso: 25,1kg/m<sup>2</sup>, Láminas: 26,291unidades, y 26,291 un x 2,928m<sup>2</sup>: 76,980m<sup>2</sup>.

Tabla 3: Emisión de CO2 y Consumo Energético láminas en fibrocemento, con sus respectivas instalaciones en PVC.

MATERIALES A UTILIZAR	EMISIÓN DE CO2	CONSUMO ENERGÉTICO
Lamina de Fibrocemento 76,980m <sup>2</sup>	973483,42 g/kg	9734,8342 MJ/Kg
Instalaciones Sanitarias, tubos de 2 y 4": 5,78kg	89,66496 g/kg	1201 MJ/Kg
Instalaciones Hidráulicas, 1, ¾ y ½": 2,205kg		
Instalaciones Eléctricas, tubos de ¾": 5,358kg		

Fuente: Elaboró Luis Alberto Cifuentes B.

Ítem 4: Colocar de Fleje V y Fleje V Solera

Tabla 4: Emisión de CO2 y Consumo Energético Fleje V 125 x 2440 x 22 mm y Fleje V Solera 150 x 2350 x 22 mm.

MATERIALES A UTILIZAR	EMISIÓN DE CO2	CONSUMO ENERGÉTICO
Fleje V 125 x 2440 x 22 mm	3483,42 g/kg	34,8342 MJ/Kg
Fleje V Solera 150 x 2350 x 22 mm		

Fuente: Elaboró Luis Alberto Cifuentes B.

Ítem 5: Colocar de Conformar boquete de ventana y puerta

Tabla 5: Emisión de CO2 y Consumo Energético Conformar boquete de ventana y puerta.

MATERIALES A UTILIZAR	EMISIÓN DE CO2	CONSUMO ENERGÉTICO
Conformar boquete de ventana y puerta: 4 Puertas de 1,00*2,00, 1 Puerta de 0,80 x 2,00, 4 und x 0,928m2= 3,712, 1 und: 1,328m2	973483,42 g/kg	9734,8342 MJ/Kg

Fuente: Elaboró Luis Alberto Cifuentes B.

Ítem 6: Integra Colocar paneles y flejes externos colocar paneles internos, colocar flejes verticales internos, Colocar flejes horizontales en puertas y ventanas, Colocar puertas y Colocar Pirlan de coronamiento.

Tabla 6: Emisión de CO2 y Consumo Energético de Paneles y flejes externos; colocar paneles internos.

MATERIALES A UTILIZAR	EMISIÓN DE CO2	CONSUMO ENERGÉTICO
Madera Peso en puertas y ventanas: 150kg x 281g/kg: 42150 150kg x 4,7mj/kg: 705	42150 g/kg	705 MJ/Kg
Vidrio 4mm de 4 ventanas: 4,86 x 10,1= 49,086kg 49,086 kg x 1152g/kg: 56547,07 49,086 kg x 26mj/kg: 1276,236	56547,07 g/kg	1276,236 MJ/Kg

Ítem 7: Colocar estructura de techo, Instalación Cubierta.

Tabla 7: Emisión de CO2 y Consumo Energético estructura de techo, Instalación Cubierta.

MATERIALES A UTILIZAR	EMISIÓN DE CO2	CONSUMO ENERGÉTICO
Lamina de fibrocemento 48m2 x 25,1kg/m2: 1204,8 1204,8m2 x 350g/kg: 421680 1204,8m2 x 3,5mj/kg: 4216,8	421680 g/kg	4216,8 MJ/Kg

Fuente: Elaboró Luis Alberto Cifuentes B.

#### 4.DISCUSIÓN

Retomando los resultados de la medición, se puede observar en la tabla 8 que los totales reflejan, al hormigón armado ocupando el primer lugar,

en cuanto a la Emisión de CO2, y el Consumo energético, siendo el material más contaminante con un 60%, seguidamente, se halla la Lámina de Fibrocemento, claro está que un porcentaje mucho menor el 15 %, de aquí en el adelante los demás materiales disminuyen las emisiones y los consumos a porcentajes apenas perceptibles por la matemática, siendo inferiores a uno.

Tabla 8: Emisión de CO2 y Consumo Energético sumatoria total.

Proceso	Material	Emisión de CO2 G/KG	Consumo energético MJ/KG
Losa de cimentación	Acero, Cemento, Arena, Agua y Triturado	3.900.237	68.387.823
Estructura	Angular Laminado	3.483	34
	Tubo cuadrado Galvanizado	55.993	9
	Angulo Galvanizado	41.039	7
Muros	Lamina de Fibrocemento	973.483	9.735
Cubierta	Lamina de Fibrocemento	421.680	4.217
Instalaciones	PVC	90	1.201
Puertas y Ventanas	Madera	42.150	705
	Vanos	973.483	9.734
	Vidrio	56.547	1.276
<b>Total</b>		<b>6.468.185</b>	<b>68.414.741</b>

Fuente: Elaboró Luis Alberto Cifuentes B.

Es importante reconocer cuales materiales realmente están contaminando el planeta, en este caso las regiones apartadas, ya que no podemos, ni debemos, seguir contaminando en aras de brindar cobijo a las comunidades, con sistemas tradicionales, o industrializados, los que se diferencian en gran medida a los sistemas ancestrales vernáculos.

Otras implicaciones planteadas en el Informe elaborado por un grupo de profesionales, solicitado por el Gobierno Inglés donde se recomiendan acciones para mejorar la construcción (2002) indica que “Existe un consenso creciente sobre la necesidad, para subsistir como industria, de mejorar radicalmente la calidad de sus productos,

su actitud hacia la gente, y su servicio hacia sus clientes”, desde este enfoque se ha dispuesto una serie de altas tecnologías, para mejorar los procesos de limpiar, reducir, o detener la contaminación, en cuanto a la fabricación de materiales para la construcción y sistemas constructivos, ahora bien, Las tecnologías desempeñan un papel central en los procesos de cambio social. Demarcan posiciones y conductas de los actores; condicionan estructuras de distribución social, costos de producción, acceso a bienes y servicios planteado por Thomas (2010); como han sido las propuestas de: Xavier García Casals, Laustsen J., Lorenzen K., Carlos Alberto Fuentes Pérez, Mariella Díaz Santivañez, Mario Fernández Cadenas, Gernot Minke, Luis Maldonado Ramos, Heathcote, K., Jaime Higera, Luis Maldonado Ramos, Luis de Garrido.

Realmente es poco lo realizado hasta hoy, se dan los primeros pasos en ese camino, con la firma y adopción del Protocolo de Kioto, recomendando la regulación de las emisiones de  $CO_2$  al ambiente, Convenio sobre biodiversidad, Agenda 21, La Cumbre de la Tierra celebrada en 2002 del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002 en Johannesburgo, y la Cumbre de Bali de 2007 se propuso el establecimiento de un nuevo protocolo pos-Kioto, entre otros. A nivel internacional una de las autoridades en el tema es Garrido (2011) propone la el diseño arquitectónico desde cuatro parámetros, análisis sostenibles: Optimización de recursos, Disminución del consumo energético, Utilización de fuentes energéticas alternativas, Disminución de residuos y emisiones, y Mejora la salud y el bienestar humano; objetivos: Proyectar una vivienda enterrada, autosuficiente, con elevado nivel bioclimático, que se mantenga fresca, incluso con temperaturas exteriores superiores a  $40^{\circ}C$ ; innovaciones: Recubrimientos a base de láminas impermeabilizantes de caucho, Cubiertas de tejido de brezo, Sistema de refresco de aire con pulverización de agua exterior, e inundación de agua en la cámara inferior al forjado sanitario; y materiales ecológicos: Acabados exteriores: Pintura a los silicatos. Tablero contrachapado de abedul, tratado con aceites vegetales, Acabados interiores: Pinturas vegetales. Solado de hormigón pulido, Puertas de tablero doble de madera aglomerada, chapado de madera de haya, y tratado con aceites

vegetales, y Cubierta ajardinada, con un espesor medio de 25 cm. de tierra.

El tema de estudio gana relevancia, en su inicio debido a las revisiones hechas por expertos de las temáticas derivadas del cambio climático, han abordado el estudio desde diferentes áreas del conocimiento, a saber: Biología, Química, Inmunología, Medicina Preventiva, Salud Pública, Botánica, Ecología, Sociología, Política Agraria, Ingeniería Agroforestal, Edafología, Producción Vegetal, Química Agrícola, Economía Aplicada, Tecnologías del Medio Ambiente; otras áreas se acercan más a la temática de estudio: Análisis Geográfico Regional, Urbanística y Ordenación del Territorio, hábitat, Física de la Tierra, Geodinámica Externa, Geodinámica Interna, Geografía Física, Geografía Humana, Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría, Proyectos Arquitectónicos, Proyectos de Ingeniería, hasta llegar a profundizar aún más en las especialidades que estudian hoy: Ciencia de los Materiales, Estratigrafía, Ingeniería de la Construcción, Ingeniería de los Procesos de Fabricación; son estas áreas en donde los aportes buscan el afianzamiento y consolidación del conocimiento y suministra soluciones a las problemáticas enunciadas.

En el marco de la calidad se esboza el marco legal y legislación relacionada con la calidad de los insumos para la construcción, además de la responsabilidad del profesional respecto de los insumos, así mismo, la normativa de calidad y certificación, y por último, trata de las responsabilidades de los fabricantes de insumos relacionadas con la calidad. En este marco se continuara mejorando.

Se da respuesta al cuestionamiento ¿Cuál perspectiva proyectual se podrían desarrollar, a partir de los datos hallados en la evaluación de emisión de  $CO_2$  y energía consumida del sistema constructivo industrializado: Paneles de Fibrocemento?, y enfrentarlos a los planteamientos de la OMS (Organización Mundial de la Salud) en torno a la definición de SALUD como el estado de bienestar bajo los planos físico, psíquico y social, la salud como aportante de: alimentación sana y equilibrada, el estado anímico y las relaciones con

los demás, ejercicio físico y descanso, e higiene, salubridad y ausencia de radiaciones, esta última, llama la atención, ya que actualmente no se tiene en cuenta en la manufactura de los materiales empleados en la construcción.

Cintora (2010), cuestiona a los profesionales de la fábrica edilicia, a la empresa constructora y a la comunidad en general ¿Qué estamos haciendo hoy en día en relación entre edificación y salud? Hace un llamado a los campos de acción relacionados con la salud: geobiología, realiza la elección de lugares sanos; el urbanismo y la arquitectura, para proponer diseños urbanos y arquitectónicos adecuados; la construcción se trata de los estudios de materiales y sistemas biocompatibles.

Recientemente, en se divulgo la investigación de Ángela Natalia Sánchez y Carmelo Garzón, titulada “Ecomateriales para el mejoramiento de integral del espacio público”, traza un Marco teórico, que trata: Conceptos aplicables a las escalas proyectuales de trabajo, Asentamientos urbanos precarios, La informalidad urbana: una segregación, y Asentamientos urbanos informales en Yumbo. En el Capítulo 2 presenta: parte de un análisis de tres barrios informales en la ciudad de Yumbo, y concluye del análisis del Confort para la determinación del uso ecomateriales en el espacio público. Capítulo 3: Construcción del perfil de calidad y confort ambiental urbano de la ciudad informal. Capítulo 4: Tipologías de espacio público aplicables en la ciudad informal en clima tropical cálido. y Capítulo 5: Propuesta de ecomateriales para el mejoramiento integral del espacio público en clima tropical.

Profundizando en el plano de los materiales, Cintora (2010), proyecta la pregunta ¿pero estamos seguros en casa?, se responde la pregunta a través de autores como (SCHER 2007), Pasamos de media del 85-90% de nuestro tiempo en interiores, las atmósferas interiores pueden contener más de 900 sustancias químicas, partículas y materiales biológicos con efectos potenciales sobre nuestra salud. De igual manera manifiesta, (JRC 2005) La exposición en interiores a sustancias químicas tóxicas, provenientes de diversas fuentes, puede ser significativamente superior que la exposición en el exterior, debido a las condiciones de ventilación.

También reveló Hasta un 20% de los europeos sufren asma debido a sustancias inhaladas en atmósferas interiores. Descubre que las sustancias contaminantes de las atmósferas interiores pueden aumentar el riesgo de cáncer en la población.

se vislumbra la implementación en la futura proyectación de algunos de los materiales empleados actualmente, específicamente los que generen las menores emisiones de co2 y consuman la menor cantidad de energía en los sistemas constructivos prefabricados, como los aglomerados de materiales producto de la naturaleza, a saber: pastos, paja, tierra, asimismo, se puede develar la necesidad de desarrollar nuevos materiales más amigables con el ambiente, tales como: Pinturas sin plomo, concretos sostenibles, industria de la cerámica, productos inorgánicos a base de resinas, cuentas plásticas, y orgánicos con base de bambú, pulpa de caña, bagazo y piedra.

Siendo conclusivos, seria menester vincular otros materiales, más sostenibles, ya que hoy por hoy se empiezan a estudiar nuevos materiales y su comportamiento en los diferentes climas. Así bien, en otras latitudes se establecen los parámetros de medición intrincadamente ligados a la producción de nuevos materiales y la forma de construir como los sellos verdes y mediciones leed.

Se debe asumir la medición de otros sistemas constructivos industrializados, en cuanto a emisiones de co2 y consumo de energía. Asimismo, se deben desarrollar estudios que permitan el desarrollo de nuevos materiales sostenibles o amigables con el ambiente.

## 5. AGRADECIMIENTOS (OPCIONAL)

A la Corporación Universitaria del Meta, A los estudiantes del semillero tecnología constructiva ambiental, se hace una deferencia al estudiante, “Luis Alberto Cifuentes B.”.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. G. Kiely, Ingeniería Ambiental, Fundamentos,

- entornos, tecnologías y sistemas de gestión, Editorial Mc Graw Hill Volumen I, II y III. 2007.
2. G. Tchobanoglous, T. H. Vigil, Gestión Integral de Residuos Sólidos, Editorial Mc Graw Hill, Volumen I y II. 1986.
  3. L. Postigo El mundo de la Energía, Editorial Sopena. 1975.
  4. A. A. Concheiro Viqueira, L. Rodríguez, Alternativas energéticas, Editor Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Centro Cultural Universitario, 1985.
  5. S. V. Szokolay, Solar energy and building, Editor Architectural Press, 1977
  6. A. R Martínez, Conferencia internacional sobre enfriamiento y deshumidificación con energía solar, 1(1980) Editor Pergamon Press, 1981.
  7. R. Cintora, Materiales ecológicos para la salud del habitat. 2010. [diseñosostenibilidad.com/wp-content/.../04/rafa-cintora-solo-texto.ppt](http://diseñosostenibilidad.com/wp-content/.../04/rafa-cintora-solo-texto.ppt)
  8. Scientific Committee on Health and Environmental Risks SCHER. Opinion on risk assessment on indoor air quality. Disponible en: [http://indoor-air-quality.jrc.ec.europa.eu/documents/scher\\_o\\_055.pdf](http://indoor-air-quality.jrc.ec.europa.eu/documents/scher_o_055.pdf). 2007.
  9. Joint Research Centre JRC. Annual Report. Disponible en: [http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc\\_ar\\_2005.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_ar_2005.pdf). 2005.
  10. C. A. Fuentes Pérez y otros. El aprovechamiento del comportamiento térmico y los factores ambientales conforme las ganancias energéticas de la vivienda. En coloquio de diseño. 2012.
  11. M. Díaz, M. Fernández, La certificación energética en edificaciones residenciales de tierra. obra nueva y edificio existente.”. En: Construcción con tierra. Pasado, presente y futuro. Congreso de Arquitectura de tierra en Cuenca de Campos [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2013. P. 219-230. Disponible en: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2013/21in-diaz.pdf>. 2012.
  12. J. Bloem, A. C. Bogdan, Reducing Electricity Consumption for Water Heating in the Domestic Sector. Proceedings of the 4th International Conference EEDAL'06, 21-23 June 2006, London, United Kingdom, EUR 22317 vol. 3 p. 1215-1222. Disponible en: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/8436>. 2006.
  13. J. Bloem, Study of a Hybrid PV Integrated Building Application in a Well Controlled Test Environment. Disponible en: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/10411> 2006.
  14. H. Thomas, De las tecnologías apropiadas a las tecnologías sociales. conceptos / estrategias / diseños / acciones. 2010.
  15. A. Bobadilla, F. Guzmán, J. Hernández, Metodología de Evaluación de Estrategias de Diseño Constructivo y de Estándares de Calidad Ambiental Mediante Monitorización de Aislamiento y Confort Acústico de Edificios Construidos. Paper presentado en Congreso Internacional de Acústica y Audio Profesional – INGEACUS 2011.
  16. BREAcoustics, Building Research Establishment Ltd (BRE). En “Building Bulletin 93 – Acoustic Design of Schools”. Bridget Shield, London South Bank University. 2003.
  17. C. Vásquez, El Vidrio, arquitectura y técnica. Santiago, Chile. Ediciones ARQ. 2006.
  18. F. Lara, Disección de una instalación de climatización (por partes): Encuentro de los posibles problemas acústicos. Paper presentado en: I Jornada de Acústica en Instalaciones de Aire, AINAIR 2006, Madrid. 2006.
  19. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana / Unión Temporal Construcción Sostenible S.A y



Fundación FIDHAP (Consultor). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

20. M. Lopez de Asiain Alberich, Estrategias bioclimáticas en la arquitectura, 2003.
21. EnerAgen Asociación de Agencias Españolas de Gestión de la Energía. Rendimiento de las instalaciones térmicas y demanda energética de los edificios. Edita Ayuntamiento de Pamplona. 2007.
22. Instituto de la vivienda, Acondicionamiento higrotermico de edificios. Manual de aplicación ley 13059. Argentina. 2013.
23. J. Czajkowski, A. Gómez, Diseño Bioclimático y Economía Energética Edilicia Fundamentos y métodos. Colección Cátedra. UNLP. 1994.