

# HACIA UN MODELO ERGONOMICO DE CONSTRUCCIÓN ECOEFICIENTE.

Autor: Arq. Julio Lorenzo Palomera, MES  
Colaborador: Arq. Víctor Manuel García Izaguirre, MCA

Apoyo Técnico: LDG Maria Eugenia Calvillo Villicaña; LDG Maria Luisa Pier Castello; LDG Rebeca Isadora Lozano Castro.

## INTRODUCCIÓN.

El área de oportunidad que representa la ergonomía para la arquitectura como herramienta para el desarrollo sustentable, pudiera parecer obvia; ya que al ser creada ésta para el hombre en relación con naturaleza, son considerados los factores necesarios para satisfacer la necesidad de adaptación al entorno, confort y niveles de calidad de vida con un mínimo o nulo impacto ambiental.

En este sentido es prioritario revisar el proceso a través del cual se generan los sistemas habitables, reconociendo en primera instancia que a partir de la observación informal e intuición, reflexionamos respecto a la posible paradoja de diseñar y construir arquitectura descuidando a plenitud el sentido armónico entre el hombre y su espacio de vida, por lo menos en el caso concreto de la ciudad de Tampico, México.

Es aquí de donde se parte en el establecimiento de una relación entre arquitectura y medio ambiente a través de la ergonomía, para responder a la pregunta ¿es la ergonomía un factor de ecoeficiencia en la construcción arquitectónica? Para dar respuesta a esta pregunta, analicemos lo siguiente.

La arquitectura es resultado de un sistema de procesos constituido por modelos de proyecto y de ejecución, para satisfacer la demanda de espacio habitable. En sí, cada etapa implica una serie de acciones de índole mental y física dirigidas a resolver una problemática particular, alrededor de la figura del ser humano en contacto con su entorno. El ambiente envuelve al hombre, en una mutua interacción: por la dinámica de cambiantes necesidades, por la toma de decisiones en la planeación de una mejor calidad de vida, por la cadena de procedimientos para construir la configuración espacial más conveniente, por la manipulación de recursos naturales, por el gasto de energía, por las consecuencias de las actividades en la búsqueda de objetivos.

El compromiso de la arquitectura por satisfacer las necesidades de espacio para el hombre se renueva en el marco de la sustentabilidad, ya que no es suficiente el beneficio aislado para un solo hombre o comunidad, sin pensar en las consecuencias globales de lograr esto. La construcción es lamentablemente uno de las principales fuentes contaminantes, por lo cual es necesario enfocar la atención hacia las acciones, tareas y actividades con las cuales se construyan los edificios, pero considerando que el ser humano es una persona y no solo un recurso para cumplir con las exigencias de tiempo y costo en los programas de proyecto y ejecución.

El modelo de construcción tradicional conlleva un intenso gasto de recursos y energía, una generación de residuos durante la elaboración y transporte de productos, y finalmente en su ejecución la utilización de materiales y procedimientos contaminantes.

Se pretende como profesionales de la arquitectura, transitar desde un enfoque tradicional hacia un modelo ecoeficiente, considerando los procesos de proyecto y de construcción, y cuya oportunidad lo representa la Ergonomía, ciencia que estudia la adecuación al hombre de las condiciones de trabajo, para introducir un Modelo Ergonómico de Construcción como medio para transformar el Modelo de Construcción Convencional (MCC) en un Modelo de Construcción Ecoeficiente (MCE).

## **LA META: UN MODELO DE CONSTRUCCIÓN ECOEFICIENTE.**

Un Modelo de Construcción Ecoeficiente es una propuesta capaz de obtener un producto equivalente al modelo de construcción convencional, consumiendo menos recursos, reduciendo la contaminación y empleando productos no peligrosos. Es decir, se pretende definir un modelo constructivo que permita satisfacer adecuadamente las demandas de construcción de una comunidad minimizando sus consecuencias ambientales y sin hipotecar las posibilidades de las generaciones futuras para disponer de los recursos adecuados y de un medio ambiente de calidad.<sup>1</sup>

Un MCE tiene como metas:

1. Implementar una gestión eficiente de los recursos naturales tendiente a reducir el consumo de materias primas.
2. Reducir y gestionar racionalmente los residuos que se generen como consecuencia del proceso constructivo, durante la elaboración y transporte de productos y su ejecución o montaje en la obra.
3. Desarrollando tecnologías capaces de construir, conservar y demoler las construcciones utilizando materiales y procedimientos "no contaminantes"

Para los alcances de este trabajo la meta de minimización de residuos, un MCE se establece en dos etapas:

### 1. Proyecto

a) Decisiones de diseño. En donde se da respuesta a exigencias y variables planteadas, que han de reducir la generación de residuos en cuanto se minimiza la repercusión de unidades constructivas o se incorporan los residuos generados al principio del edificio.

b) Especificaciones y prescripciones técnicas. Adoptando criterios de coordinación dimensional de los elementos constructivos en función del material más significativo.

### 2. Ejecución.

- ? Directamente relacionada con el grado de calidad del proyecto y supone distintos niveles de decisión.

---

<sup>1</sup> Huete Fuertes, Ricardo. "Aproximación a un modelo de construcción ecoeficiente." Dpto. Construcciones Arquitectónicas I. Universidad de Sevilla.  
<http://tecnologiaedu.us.es>

- ? Mediante la adopción de soluciones constructivas con menor producción de residuos.
- ? Emplear componentes elaborados o prefabricados frente a la construcción “in situ”.

Se considera parte integral de este contexto de ecoeficiencia el concepto de construcción adelgazada y limpia, por lo siguiente. Koskela<sup>2</sup>, Huovila<sup>3</sup>, Howell<sup>4</sup> y otros, han introducido algunos conceptos y ciertos principios para la construcción, en función de los objetivos del TPS (Toyota Production System), para el diseño de un sistema productivo cuyo creador es el ingeniero Ohno, estos objetivos son:

- ? Producir un automóvil de acuerdo a los requerimientos de un consumidor específico
- ? Entregarlo de inmediato
- ? Evitar almacenaje de inventarios en planta y con intermediarios.

Este mismo autor define a la basura como una falla al satisfacer los requerimientos del consumidor, al igual que el tiempo más allá del instante de tener el inventario parado y ocioso.

Estos conceptos perciben a la construcción como una red de flujos de producción cíclica, con actividades que agregan valor al producto final o a productos derivados, y actividades que no lo hacen. Significa que, adicional a la transformación, se tienen etapas de espera, inspección y movimiento, y la administración de producción busca minimizar la cantidad de etapas no productivas del proceso.

Hacer el proceso constructivo más ligero, ‘adelgazado’, consiste en reducir las actividades no generadoras de valor, considerando las necesidades del consumidor.

Howell (1998)<sup>5</sup> ha señalado las dos contribuciones más importantes de la construcción ‘adelgazada’ al desarrollo sustentable:

- ? Identificar y reconocer el valor del consumidor, eliminar todo aquello que no incremente ese valor.
- ? Organizar la producción como un flujo continuo.
- ? Perfeccionar el producto y generar flujos redituables deteniendo el proceso al descubrir fallas, mover el inventario, distribuyendo información y la toma de decisiones.
- ? Buscar la perfección: entregar en orden de acuerdo a cada requerimiento del usuario con nada en el inventario.

Desde el punto de vista dual de ‘adelgazar’ el proceso constructivo y llevarlo a cabo de manera ‘limpia’, respecto a la selección de nuevos materiales, estos deben conocerse a fondo previamente, ya que es prioritario que no generen más residuos que los empleados tradicionalmente, y tener mejor capacidad de almacenamiento y transportación.

Analizando esta cuestión en el marco de un interés medioambiental, es fácil observar que esas actividades, además de no generar algún valor, incrementan los impactos en el ambiente. Por ejemplo: los innecesarios movimientos de material incrementan el consumo de energía y puede además generar residuos; la sobre producción puede relacionarse con la incorporación de materiales en los edificios y, por lo tanto, con el incremento de la cantidad final de residuos de

---

<sup>2</sup> citado en Menezes Degani – Ferreira Cardoso. (2002) IGLC-10

<sup>3</sup> Huovila, Pekka. (1999) VTT Building Technology

<sup>4</sup> Howell, Gregory A. (1999) IGLC-7

<sup>5</sup> Howell, Gregory A. Ibidem

demolición. En conclusión, al minimizar estas actividades que no generan valor alguno, se minimizan los impactos ambientales.

Un Modelo de Construcción Ecoeficiente como herramienta para un desarrollo sustentable, coincide con enfoques de construcción adelgazada y limpia. La meta del MCE de minimizar residuos a través de procesos alternativos en las etapas de proyecto y ejecución es parte del enfoque del concepto de producción adelgazada aplicada a la construcción.

Pero hay que enfatizar algunas cosas: el usuario adquiere un valor fundamental para el proceso constructivo que minimice el impacto ambiental desde un enfoque adelgazado y limpio; y desde esta valoración significativa, los procesos de construcción requieren humanizarse en el sentido de ampliar el concepto de usuario, desde el consumidor hasta el operario en un puesto de trabajo específico. El consumidor de objetos habitables no es el único usuario del espacio sobre el terreno en donde se asientan, todo el grupo de participantes en el proceso constructivo de ese objeto usan el espacio de trabajo, recorren distancias, emplean herramientas, cargan materiales en una serie de tareas. Todo ello conforma un sistema de procesos en los cuales se agrupan subsistemas productivos a los cuales también se aplicaría el concepto de producción adelgazada y limpia con una meta de ecoeficiencia.

Cabría preguntarse desde distintos ámbitos, si ¿el hombre es un elemento de la biodiversidad, o es un recurso natural? Y si se considera un recurso natural, como podría catalogarse: ¿reutilizable, reciclable o desechable?

Si pretendemos asumir un nuevo modelo de construcción, además de la valoración del consumidor desde sus requerimientos, la observación de lo que sucede en el proceso con los operarios también adquiere valor. Y no solamente en cuanto a la prevención de accidentes e higiene laboral, porque de hecho un ser humano es valioso por estar vivo, sino a la manera en que se adecua el espacio y equipo para las actividades a través de las cuales se edifica. De no hacerlo podríamos propiciar un uso inadecuado y estar generando basura.

Por otro lado, en la aproximación al concepto de 'adelgazamiento y limpieza en la construcción' es conveniente considerar la reducción de la variabilidad mediante medidas estandarizadas, con el fin de localizar y eliminar problemas. La reducción del tiempo en los ciclos a través de minimizar tanto distancias como cambios durante el proceso, también disminuye la cantidad de desperdicios.

Visualizar las etapas del modelo constructivo en cuanto al proyecto y ejecución como partes de un proceso adelgazado, limpio y ecoeficiente, aun cuando es amplio el espectro, nos sirve de plataforma para plantear un marco de referencia general. Así entonces, en su momento profundizar en determinada etapa del proceso para observar a detalle y distinguir las actividades productoras de valor, como el usuario y la eliminación de desperdicio, de aquellas que no lo son.

## **HACIA UN MODELO ERGONOMICO DE CONSTRUCCIÓN ECOEFICIENTE.**

Por el alcance del trabajo, nos basamos en la síntesis que hace Mondelo (2000) respecto a la revisión bibliografica del concepto de ergonomía. Tenemos así que:

Ergonomía:

- ? Tradición acumulativa del conocimiento organizado de las interacciones de las personas con su ambiente de trabajo, a partir de un conjunto de experiencias, datos empíricos, y de laboratorio.
- ? Conjunto de actividades planificadas y preparadas para la concepción y el diseño de los nuevos puestos de trabajo, y para el rediseño de los existentes. Es una herramienta en la resolución de problemas, particularmente en el ámbito de los errores humanos y de toma de decisión.
- ? Una nueva visión desde su metodología, posibilita un estudio unitario y flexible de los problemas, tanto laborales como extra laborales, de interacción entre el usuario y el producto / servicio.

Alcance.

- ? Como programa de actividades planificadas, para mejorar el diseño de los productos, servicios y/o las condiciones de trabajo y uso.
- ? Como disciplina aplicada para mejorar la calidad de vida de las personas.
- ? Esta forma de presentar la ergonomía sugiere una perspectiva ecológica en la que el significado de cualquier elemento debe ser visto como algo creado de forma continua por las interdependencias con las fuerzas con las que esta relacionado.<sup>6</sup>

La arquitectura es resultado de un sistema de procesos, etapas y acciones de índole mental y física dirigidas a resolver una problemática particular, alrededor de la figura del ser humano en contacto con su entorno. Asimismo, la sustentabilidad es un proceso - no un estado - que hace referencia a una forma de desarrollo en la que se busca el bienestar humano sin dañar el equilibrio del ambiente y sus recursos naturales, ya que estos, son la base de todas las formas de vida. En este sentido, la ergonomía encaja como anillo al dedo para establecer estrategias por su misma esencia: la adecuación de las actividades del hombre con su entorno.

Hablamos de un mismo proceso de mejora continua para el hombre en relación con su entorno. El ambiente contiene a la arquitectura y esta los espacios para el desenvolvimiento del hombre, en una continua interacción: por la dinámica de cambiantes necesidades, por la cadena de procedimientos para construir la configuración espacial más conveniente, por la manipulación de recursos naturales, por el gasto de energía, por las consecuencias de las actividades en la búsqueda de objetivos, por la toma de decisiones en la planeación de una mejor calidad de vida.

El modelo de construcción convencional busca beneficios sociales a través de proporcionar espacio en donde se realicen las actividades cotidianas. Por su parte la ergonomía tiene por objetivo estudiar las condiciones y los elementos que intervienen en la realización de tareas, y es útil para lograr un ambiente confortable, saludable y no contaminante. El modelo de construcción ecoeficiente es un esquema con el que se pretende transformar el proceso constructivo convencional en uno que no dañe al ambiente. Es necesario establecer nuevas

---

<sup>6</sup> Mondelo, Pedro R. Et al. "Ergonomía 1. Fundamentos". Alfaomega Gpo Editor 2000

relaciones entre la construcción convencional y la ergonomía, ahora dirigidas a minimizar el impacto en el ambiente con objeto de mejorar la calidad de vida.

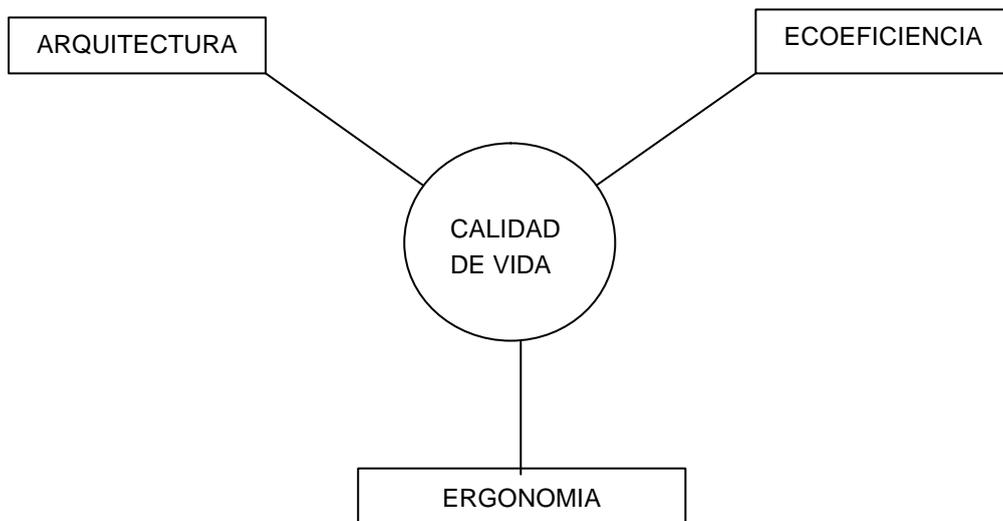


Fig. 1: Objetivo común entre arquitectura, ergonomía y ecoeficiencia a través de mejorar la calidad de vida. Autor: Arq. Julio Lorenzo P.

Las investigaciones sobre ergonomía se fundamentan en el análisis de la actividad del trabajo de las personas identificando factores que puedan constituir un riesgo y un obstáculo para la producción, para la seguridad de las personas o para la seguridad en el funcionamiento de las instalaciones. Por ello, la concepción de la ergonomía como sistema es el resultado de las características de los medios de trabajo, las características de la organización y las características del personal.

### ESTUDIO DE CASO. Tampico, México.

#### Tipología Constructiva.

Como parte de la investigación se han contabilizado los diversos tipos de construcción en la zona urbana del Municipio de Tampico en el Estado de Tamaulipas, realizando un conteo y clasificación de las licencias de construcción otorgadas por la Dirección General de Obras Publicas municipales desde el mes de enero del año 2000 al mes de julio del año 2004.

La tipología más frecuente y con mayor cantidad de superficie construida es la de la vivienda, respecto a la construcción de comercios, oficinas y servicios, y al rubro correspondiente a la afectación de construcciones (ampliación, remodelación, demolición). (Fig. 1).

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL PERIODO ENERO 2000-JULIO 2004				
	Frecuencia	%	M2	%
Afectación a construcciones	1544	39	229,026.87	18
Casa Habitación Unifamiliar	1590	40	236,352.13	18
Vivienda	494	12	372,948.38	29



Un modelo constructivo convencional (MCC), tomando como ejemplo el tipo de vivienda, en el municipio de Tampico, Tam, en México, identifica las siguientes características generales, tecnologías y materiales comúnmente empleados en los sistemas constructivos de su proceso de ejecución:

En su etapa de proyecto, o bien se deriva un programa arquitectónico a través de entrevistas con el cliente, o eligiendo de un menú el tipo de proyecto mas adecuado a las necesidades. El dimensionamiento se basa en tratados con espacios típicos, en los cuales aparecen muebles, objetos y figuras humanas, con sus medidas en diferentes ángulos. El proyecto se presenta en un juego de planos en donde se dibuja por lo menos: plantas, corte sanitario, fachada "principal", es decir, aquella aparente vista desde la calle de enfrente, cortes arquitectónicos generales; un detalle constructivo en corte por fachada; criterios generales de instalaciones; se elabora un documento en donde se desarrollan las especificaciones del proyecto constructivo y una memoria de cálculos estructurales.

Este paquete se presenta en las oficinas municipales de la Dirección de Obras y Servicios Públicos, en donde se revisa y se autoriza en su caso, el permiso de construcción correspondiente. A partir de la autorización, regularmente se supervisa que se cumpla lo establecido en el proyecto y especificaciones.

En su etapa de ejecución, los subsistemas del modelo de construcción convencional son:

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.  
CIMENTACION.  
ESTRUCTURA.  
CUBIERTA.  
SANEAMIENTO.  
ALBAÑILERÍA.  
INSTALACIONES.  
REVESTIMIENTOS.  
PINTURAS.  
CARPINTERÍA.  
SELLADORES Y AISLANTES.

### ***La Ergonomía en Tampico, México.***

Es necesario reconocer que la empleo de la ergonomía en la ciudad de Tampico, México, es limitado.

En el ámbito formativo en las carreras de Arquitectura, Diseño Grafico y de Interiores brilla por su ausencia en los programas de estudio. El alcance en los talleres de arquitectura en cuanto a estudio del usuario, consiste básicamente en transcribir o fotocopiar dibujos de libros sobre antropometría para comprender la forma de dimensionar espacios para solucionar el programa arquitectónico. Esta se inserta como unidad temática de otras disciplinas.

### ***Discusión.***

La tendencia indica el desarrollo de fraccionamientos para vivienda, desde mínima a hasta residencial, siendo los indicadores para superficie construida por vivienda los de 65 m2 y en menor escala 80 m2, 108 m2 y 150 m2. ¿Hasta que punto interviene el factor humano como

valor de servicio para determinar dichas dimensiones? Es decir, ¿estos números son múltiplos de relaciones antropométricas de los habitantes? Probablemente se buscan objetivos de ahorro en material y procedimiento de construcción aplicando el lema ecoeficiente de “hacer mas con menos”, pero de manera menos adecuada a las características del usuario.

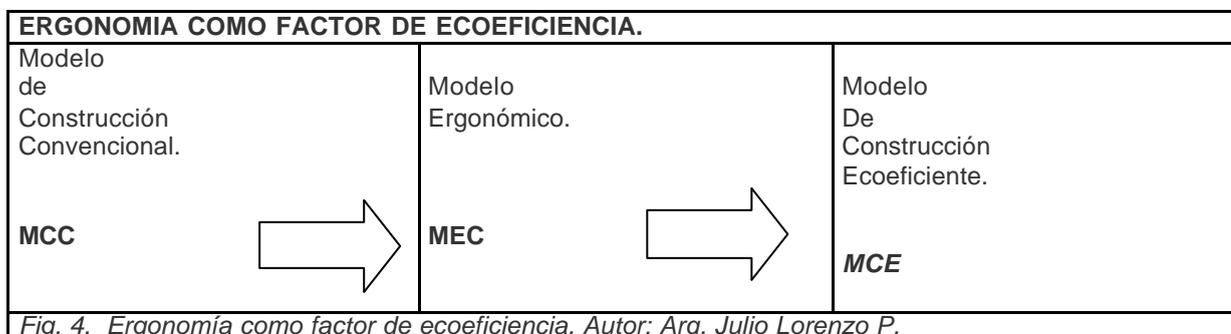
En cuanto al programa arquitectónico casi es un refrán popular el listado de espacios para una vivienda típica: Recibidor, sala, comedor, cocina, ½ baño, cuarto para planchado y lavado, un baño completo, dos o tres recamaras, cochera.

Si bien estos programas son edificados cada vez más rápido, también se observan patrones de solución característicos para vivienda unifamiliar mínima, media o residencial, como por ejemplo la disposición de materiales para alcanzar alturas de fachada, a costa de cortar las piezas ¿Qué aspectos del usuario-consumidor determinan las dimensiones volumétricas y el empleo de materiales? Suponemos que en algún momento de la historia de la arquitectura el programa se derivó de las necesidades del usuario, pero acá el programa pre-establecido esta determinando la calidad de vida.

Lo anterior viene impactando al medio ambiente al generar una construcción que no está completamente acorde con el consumidor, quien al tener posibilidad hará adaptaciones a la vivienda para disfrutarla a su gusto. O bien, en la búsqueda de competitividad entre las desarrolladoras de vivienda, se fabriquen fachadas o visuales atractivas para promocionar estilos de vida redituables, no necesariamente satisfactorias en su diseño y construcción.

Si bien existe normatividad a través de principios de Política Ambiental, como los citados en el artículo 16 del Reglamento Municipal para la Protección y Control de la Calidad Ambiental, de Tampico, Tam., en la practica encontramos que para el tramite de autorización de permisos de construcción, no se solicita estudio de impacto ambiental en los casos de vivienda, sino cuando el desarrollo tiene a partir de una hectárea de superficie. No se requiere un estudio de coordinación dimensional entre elementos arquitectónicos, de soporte estructural, y materiales.

Tampoco se solicita un plan de acondicionamiento del lugar de trabajo para las personas que ejecutaran la obra. El proceso de edificación del modelo de construcción convencional, tan solo referido a la vivienda, en Tampico, Tam., presenta una amplia área de oportunidad para contribuir al desarrollo sustentable. Esto es, iniciar el desarrollo de una cultura ergonómica no únicamente para retomar la medida y calidad de los espacios construidos, sino con un objetivo sustentable.



La propuesta de Modelo Ergonómico se estableció de la siguiente manera.

1) Una revisión de fuentes de información nos permite aproximarnos a un Modelo Ergonómico. Se resumen las referencias en la Tabla Guía de Fundamentos para un Modelo Ergonómico. Se incluyó el ISO 6385:1981, la norma actualizada 2004 aun no se conocía. (Anexo 1)

2) Se identificaron áreas de oportunidad entre MCC, el ME y el MCE. (Anexo 2)

- ? Generación de Residuos.
- ? El usuario.
- ? El proceso, métodos de mejora continua hacia procedimientos adelgazados y limpios.
- ? El espacio de uso humano; sus cualidades y características.
- ? Estandarización métrica.

3) Se establece un marco de referencia general, o Modelo Ergonómico Integral, con el fin de realizar un seguimiento del proceso de construcción arquitectónica a partir de rasgos propios de la ergonomía. Se intenta tener una visión de los elementos contextuales en cada etapa del proceso a analizar, con base en una lista de chequeo para comprobar (Anexo 3)

4) Se establece un marco de referencia particular, o Modelo Ergonómico Especifico, con el fin de concentrar la observación de procedimientos a detalle. Se propone el esquema de una estación de trabajo como célula básica de estudio, a partir de la cual se identifican puntos generadores de residuos y/o basura, es decir tanto elementos materiales producto de un inadecuado diseño o ejecución, como también aspectos que no generan valor desde el criterio de producción adelgazada, como ausencia de requerimientos del usuario y variabilidad de características y cualidades de materiales.

5) A partir de la aplicación de técnicas ergonómicas y de la identificación de puntos de generación de residuos se hacen recomendaciones con el propósito de mejorar el proceso de construcción arquitectónica, incluyendo sus etapas, el espacio de trabajo, al usuario, herramienta y equipo. Surge con ello alternativas para generar nuevas propuestas tecnológicas o rediseñar las actuales.

Se presentan ejemplos de seguimiento ergonómico en construcción arquitectónica:

Ejemplo 1. Generación de Residuos a partir de las decisiones en Proyecto. (Anexo 4)

Ejemplo 2. Generación de Residuos durante la ejecución. (Anexo 5)

Ejemplo 3. Generación de Residuos durante la ejecución. (Anexo 6)

## CONCLUSIONES.

Arquitectura, ergonomía y ecoeficiencia son parte fundamental de estrategias relacionadas con la sustentabilidad en Tampico, México, en el sentido de tener como objetos de estudio al hombre y al medio ambiente con el fin de lograr mejorar la calidad de vida. Vistas como un proceso integrable, la experiencia y resultados alcanzados en cada uno sirven de plataforma interactiva de enriquecimiento. Por ejemplo, los conceptos ecoeficientes de construcción adelgazada y limpia como el reconocer el valor de los requerimientos del usuario, la estandarización métrica, los métodos de mejora continua de calidad en el proceso, el espacio de actividades, son parte de la ergonomía.

Con los ejemplos presentados se intenta demostrar la posibilidad de emplear la ergonomía como herramienta de estudio, ya que por un lado los requerimientos del usuario consumidor no son valorados en la etapa del proyecto equilibradamente; tanto si se le complace en su particular percepción de arquitectura de revistas, como si se le imponen programas, estilos y modas arquitectónicas. Para mantener el trabajo se sacrifica el sentido profesional en aras del negocio, comprometiendo el futuro con el impacto ambiental derivado de la generación de residuos.

Por otro lado, se reconoce el esfuerzo de muchos en procurar la mejora continua en procesos de diseño y construcción. Sin embargo no todo debe quedar en eficiencia económica de producción. El entorno, sus condiciones e impacto en el usuario del espacio de trabajo durante el proceso productivo deben reintegrarse como factores de valor en los procesos. Producir mas con menos debiera traducirse como mejora continua de la calidad, incluso en el ámbito laboral con menos impacto ambiental.

Todavía como planteamiento teórico en proceso de validación, esta propuesta de Modelo Ergonómico de Construcción Ecoeficiente pretende aplicarse gradualmente ya que hay mucho por hacer en Tampico, México, respecto a la ergonomía. Siendo parte del ciclo de vida de la arquitectura, necesitamos cerrar la brecha en los planes de estudio universitarios, a través de la incorporación de materias, talleres y laboratorios, que sirvan de semillero para una cultura ergonómica. Precisamente, en la Unidad Académica de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, estamos en proceso de implantar una línea de investigación en ergonomía dentro del Cuerpo Académico de Diseño, en la UAADU de la UAT.

#### BIBLIOGRAFÍA:

Bridger R.S. "Introduction to Ergonomics" 1995 McGraw Hill

García Criollo, Roberto. "Estudio del Trabajo". 1998 McGraw Hill

Howell, Gregory A. "What is Lean Construction". Proceedings IGLC-7. International Group of Lean Construction. 1999

Huovila, Pekka. "On the way towards Sustainable Building". 1999 VTT Building Technology.  
<http://www.iris.ba.cnr.it/sksb/PAPERS/key04.pdf>

Konz Stephan A. "Diseño de Sistemas de Trabajo". LIMUSA. 1993

McCormick, Ernest J. (1980). "Ergonomía. Factores Humanos en Ingeniería y Diseño." Ed. Gusavo Gili. Barcelona.

Menezes Degani, Clarice – Francisco Ferreira Cardoso. "Environmental Performance and Lean Construction Concepts: Can we talk about a 'Clean Construction'?". Proceedings IGLC-10. International Group of Lean Construction. 2002

Mondelo, Pedro R., Enrique Gregori Torada, Pedro Barau Bombardo. "Ergonomía 1. Fundamentos." Alfaomega Grupo Editor. 2000

Montmollin, Maurice de. "Introducción a la Ergonomía. Los Sistemas Hombre-Maquina". 1967

Nebel, Benjamín."Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño de Trabajo". 2004. Alfaomega Grupo Editor

Oficina Internacional del Trabajo. "Introducción al Estudio del Trabajo". Limusa Noriega Editores. México, 1996.

Osborne, David J. "Ergonomía en Acción. La Adaptación del Medio de Trabajo al Hombre." 1992. Trillas

The Human Factor Section, Health and Safety, and Human Factors Laboratory. "Ergonomic Design for People at Work." 1983. Eastman Kodak Company.

Huete Fuertes, Ricardo. "Aproximación a un modelo de construcción ecoeficiente." Dpto. Construcciones Arquitectónicas I. Universidad de Sevilla. <http://tecnologiaedu.us.es>

Llatas Oliver, Carmen. "Impacto ambiental de los residuos de construcción, cuantificación y minimización." Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. Universidad de Sevilla. <http://tecnologia.edu.us.es>

López Badilla, Gustavo - Iván Antonio Gómez Estavillo. "Ergonomía: técnica de organización." Instituto de Ingeniería-UABC. [www.ideal.es/waste/ergonomia.htm](http://www.ideal.es/waste/ergonomia.htm)

Nieto, Dr. Héctor A. "Ergonomía, una herramienta al servicio de la salud." Boletín de temas de salud de la Asociación de Médicos Municipales de la Ciudad de Buenos Aires  
Suplemento del Diario del Mundo Hospitalario. Año 8 N°66 Abril de 2001. <http://www.medicos-municipales.org.ar/bts0401.htm#INDICE>

Reglamento Municipal para la protección y control de la calidad ambiental, de Tampico, Tam.

European Comisión Telematics Application Programme (Transport Sector) (2000) "Ergonomics Methods and Tools" [En Red] disponible en <http://www.ul.ie/~infopolis/methods/index.html>. Marzo 2005

Seguridad, salud y bienestar en las obras en construcción. "Posiciones de Trabajo, Herramienta y Equipo. Adaptar el trabajo a las personas". [En Red] disponible en [http://training.itcilo.it/actrav\\_cdrom2/es/osh/cinte/3.htm](http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/cinte/3.htm). Mayo 2004.