

Volumen 4, Número 11 — Enero — Junio — 2020

ISSN 2523-2428

Revista de Ingeniería Civil

ECORFAN®

ECORFAN-Perú

Editor en Jefe

JALIRI-CASTELLON, María Carla Konradis. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Ingeniería Civil, Volumen 4, Número 11, de Enero a Junio, 2020, es una revista editada semestralmente por ECORFAN-Perú. La Raza Av. 1047 No.-Santa Ana, CuscoPerú. Postcode: 11500. WEB: www.ecorfan.org/republicofperu, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: JALIRI-CASTELLON, María Carla Konradis. PhD. ISSN: 2523-2428. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Ingeniería Civil

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de construcción de puentes, desarrollo de la ingeniería ambiental, gestión en construcción de viviendas, infraestructura hidráulicas, mecánica de suelos, ingeniería sanitaria, infraestructura vial.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902 su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Ingeniería Civil es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Perú, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de construcción de puentes, desarrollo de la ingeniería ambiental, gestión en construcción de viviendas, infraestructura hidráulicas, mecánica de suelos, ingeniería sanitaria, infraestructura vial con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD
Center of Research in Mathematics

LARA - ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

VEGA - PINEDA, Javier. PhD
University of Texas

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD
University of Alberta

ROCHA - RANGEL, Enrique. PhD
Oak Ridge National Laboratory

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD
Universidad París XI

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD
Syracuse University

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

Comité Arbitral

GALAVIZ - RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MORALES - IBARRA, Rodolfo. PhD
Universidad Autónoma de Nuevo Leon

ROMO - GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

SALAZAR - PERALTA, Araceli. PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

MORILLÓN - GÁLVEZ, David. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

ALONSO - CALPEÑO, Mariela J. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

ENCISO - CONTRERAS, Ernesto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

SERRANO - ARRELLANO, Juan. PhD
Universidad de Guanajuato

NÚÑEZ - GONZÁLEZ, Gerardo. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

SALAZAR - PERALTA, Araceli. PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

VERA - SERNA, Pedro. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Civil emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandará a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de América-Europa-Asia-África y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de construcción de puentes, desarrollo de la ingeniería ambiental, gestión en construcción de viviendas, infraestructura hidráulicas, mecánica de suelos, ingeniería sanitaria, infraestructura vial y a otros temas vinculados a las Ingeniería y Tecnología.

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Tabique aislante sustentable*, por CRUZ-CAMARGO, Pedro & DOMÍNGUEZ-NORIEGA, Alonso, como siguiente artículo presentamos, *Metodología para el aprovechamiento de la iluminación natural en los edificios y la cuantificación de sus beneficios energéticos*, por HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, Alberto & MORILLON-GÁLVEZ, David, con adscripción en la Universidad Nacional Autónoma de México, como siguiente artículo presentamos, *Simulación energética de prototipo de vivienda de interés social para evaluar el confort térmico*, por TORRES-AGUILAR, Carlos, SERRANO-ARELLANO, Juan, MACIAS-MELO, Edgar y TREJO-TORRES, Betzabeth, con adscripción en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco e Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, como último artículo presentamos, *Vivienda flexible para los barrios periurbanos de la ciudad de Sucre*, por ACHÁ, Napoleón, con adscripción en la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Contenido

| Artículo | Página |
|--|--------|
| Tabique aislante sustentable CRUZ-CAMARGO, Pedro & DOMÍNGUEZ-NORIEGA, Alonso | 1-7 |
| Metodología para el aprovechamiento de la iluminación natural en los edificios y la cuantificación de sus beneficios energéticos HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, Alberto & MORILLON-GÁLVEZ, David <i>Universidad Nacional Autónoma de México</i> | 8-15 |
| Simulación energética de prototipo de vivienda de interés social para evaluar el confort térmico TORRES-AGUILAR, Carlos, SERRANO-ARELLANO, Juan, MACIAS-MELO, Edgar y TREJO-TORRES, Betzabeth <i>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco</i> <i>Instituto Tecnológico Superior de Huichapan</i> | 16-21 |
| Vivienda flexible para los barrios periurbanos de la ciudad de Sucre ACHÁ, Napoleón <i>Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca</i> | 22-32 |

Tabique aislante sustentable**Sustainable insulating partition**

CRUZ-CAMARGO, Pedro†* & DOMÍNGUEZ-NORIEGA, Alonso

ID 1^{er} Autor: *Pedro, Cruz-Camargo*ID 1^{er} Coautor: *Alonso, Domínguez-Noriega***DOI:** 10.35429/JCE.2020.11.4.1.7

Recibido 10 de Enero, 2020; Aceptado 30 de Junio, 2020

Resumen

En la actualidad los métodos de construcción han estado evolucionando y se busca obtener nuevos materiales de construcción de viviendas y edificios buscando que sean más amigables con el medio ambiente e impactando positivamente en el bolsillo de consumidor, sabiendo que ya existen bastantes productos que se utilizan para la construcción de viviendas y edificios y sabiendo que no todos impactan favorablemente al ambiente y la economía, buscamos crear un producto que cumpla con los requerimientos de contribuir favorablemente al medio ambiente al utilizar material que ya es desperdicio y reciclarlo para crear un tabique sustentable que favorece la economía del consumidor al ser un producto aislante, además que este tabique no requiere ser quemado en hornos que generan una gran contaminación. Estos tabiques sustentables son realizados con una mezcla de celulosa en y otros materiales amigables con el medio ambiente y no dañan los ecosistemas al momento de procesar este producto. En este proyecto se utilizó tecnología termografía como parámetro de eficiencia térmica, al realizarle pruebas y compararlo con otros productos similares que se utilizan en la región noroeste del país, dando como resultado que el tabique aislante sustentable presento mejores resultados.

Tabique, Sustentable, Construcción, Termografía infrarroja, Medio ambiente**Abstract**

At present the methods of construction have been evolving and one seeks to obtain new materials of construction of housings and buildings looking that are more amicable with the environment and affecting positively the consumer's pocket, knowing that already there exist enough products that are in use for the construction of housings and buildings and knowing that not they all strike favorably to the environment and the economy, we seek to create a product that expires with the requirements of contributing favorably to the environment on having used material that already is a waste and to recycle it to create a sustainable partition that favors the economy of the consumer to the being an insulating product, besides the fact that this partition does not need to be burned in ovens that generate a great pollution. These sustainable partitions are realized by a cellulose mixture in and other amicable materials by the environment and do not damage the ecosystems to the moment to process this product. In this project technology was in use thermography as parameter of thermal efficiency, on tests having fulfilled him and to compare it with other similar products that are in use in the region northwest of the country, giving as result that the insulating sustainable partition I present better results.

Partition, Sustainable Development, Construction, Infrared thermography, Environment

Citación: CRUZ-CAMARGO, Pedro & DOMÍNGUEZ-NORIEGA, Alonso. Tabique aislante sustentable. Revista de Ingeniería Civil. 2020. 4-11:1-7.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El ahorro de energía eléctrica es de gran importancia, por un lado, se reduce la emisión de contaminantes al medio ambiente y por el otro se genera un ahorro en el gasto familiar

El ahorro que se está planteando es fundamentado en la utilización de un tabique fabricado a base de papel de desperdicio con propiedades aislantes, para ser usado en sistemas constructivos de viviendas o comercios, obteniendo los siguientes beneficios:

- Ahorra costos de energía e instalación.
- Baja conductividad térmica.
- Doble uso: aislante y elemento de construcción.
- Buena resistencia.
- Fácil aplicación (igual que en tabique común).

Se crea valor para todos aquellos jefes o jefas de familia de un nivel socioeconómico bajo a medio que buscan mantener sus espacios con un clima confortable y ahorrar energía eléctrica construyendo sus viviendas con este tabique sustentable. El producto ofrecido está enfocado a un segmento mixto, tanto a viviendas como a empresas dedicadas a la construcción, en donde se pueda usar el producto. La zona de influencia son las regiones áridas y semiáridas de los estados de Sonora y Baja California, sin limitarse a otros estados.

Las características principales son:

- Producto novedoso.
- Precio bajo.
- Ecológico, hecho a base de papel de desperdicio.
- Reducción de consumo de energía eléctrica.
- Pegado similar al común.
- Fabricantes locales.
- No propaga el fuego.

¿Qué me diferencia tiene de la competencia?

- Precio Bajo, (se construye y aísla).
- Ahorro de energía eléctrica al usarlo en muros de viviendas.
- Producción propia y local.
- Ecológico.
- No daña el medio ambiente ni la salud en su producción ya que no requiere hornos para el curado, este se cura al medio ambiente

Fundamentado en lo antes descrito la solución a esta problemática se basa en la producción de un tabique térmico, encauzando de una forma autosustentable el papel de desperdicio y reduciendo el impacto negativo al ambiente.

Otra problemática que se presenta son las grandes cantidades de contaminación al ambiente por la utilización de hornos de quemado en la fabricación del tabique tradicional (Figura 1), afectando de gran manera la salud de los habitantes de esa zona.



Figura 1 Contaminación ambiental y visual del lugar de fabricación del tabique tradicional

Desarrollo y análisis del tabique aislante sustentable

La normatividad de la Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE) tiene como propósito contribuir a la mejora de la calidad de los productos, procesos, sistemas y servicios.

Para el estudio del tabique Aislante Sustentable se basa en la norma NMX-J-C-I-489-ANCE-ONNCCE-NYCE-2014 estableciendo los requisitos para el diseño, construcción y operación de las edificaciones sustentables y energéticamente eficientes denominadas centros de datos de alto desempeño (CDAD).

Entre los requisitos de esta norma se incluyen, los criterios:

- De diseño, construcción y operación que aseguren la eficiencia energética y sustentabilidad.
- Que establecen el balance de los riesgos y enfocan las oportunidades en el uso de la tecnología de información.

Para el uso de:

- Materiales y equipos que incluyan un estudio de análisis del ciclo de vida.
- Una métrica de eficiencia energética.
- Las mejores prácticas de instalación de los sistemas involucrados.

Un sistema de clasificación de los centros de datos que integren los temas de: sustentabilidad, eficiencia energética, gobernabilidad, riesgo y cumplimiento

Esta norma mexicana es aplicable a las edificaciones especializadas que alberguen CDAD y que se ubiquen en territorio nacional, públicas o privadas; en conjunto de edificios urbanos y sus obras exteriores, nuevas o usadas parcialmente o en la totalidad de su superficie y en cualquier modalidad: en operación, construcción nueva, remodelación, reestructuración y ampliación.

El requisito de estudio que se analizara es el de métricas de eficiencia energética en los tabiques, con el propósito de conocer la disipación de calor que este producto tiene.

Datos técnicos del producto

El producto que se está manejando para su estudio (Tabique Aislante Sustentable), tiene las siguientes características:

Medidas promedio: 5in * 2.5in * 10in lo cual tiene un volumen promedio de 125 in³, quitando el hueco del tabique de medidas promedio de 1.5in * 5.5in * 0.5in, (Figura 2). El Tabique Aislante Sustentable tiene un volumen promedio total de 120.87 in³.

Convirtiendo estas medidas al sistema internacional se obtiene un volumen de 0.00198070443 m³.



Figura 2 Medición de tabique térmico

Este producto tiene un peso promedio de 2.18 kg, los cuales son 21.3785 Newton que convirtiéndolo a masa el material tiene una densidad de 1100.19 kg/m³.

Comparado con el producto típico de construcción en esta región (Tabique tradicional de Arcilla) este tiene un volumen de 0.00171605 m³ que también es igual a 104 in³, con un peso de 2.03 kg. El material tiene una densidad de 1182.94 kg/m³.

Por lo tanto, la construcción de 1m² de tabique aislante sustentable es de menor peso que la de 1m² de tabique típico en un 7%.

Se le tomaron imágenes termográficas con equipo especializado (Figura 3), esto sirvió para tomar temperaturas y observar el comportamiento térmico de los tabiques (figura 5, figura 6), dándonos las métricas de los productos.

Métrica de eficiencia energética

Según la norma NMX-J-C-I-489-ANCE-ONNCCE-NYCE-2014 establece que se debe tener una métrica, la cual será la disipación de calor con respecto al tiempo.

El tabique térmico se expuso a una temperatura de 0 °C, exponiéndolo a una temperatura ambiente de 26.4 °C, disipando calor del punto más caliente al más frío comportándose como muestra el grafico 1. Las lecturas de la prueba se tomarán cada 5 min para tener el parámetro del tiempo. En el grafico 1 y 2, figura 5 y 6, podemos observar el comportamiento.

De igual manera en la siguiente prueba el tabique térmico se expuso a una temperatura de 197 °F, exponiéndolo a una temperatura ambiente de 26.4 °C, disipando calor del punto más caliente al más frío comportándose como muestra el grafico 1. Las lecturas de la prueba se tomarán cada 5 min para tener el parámetro del tiempo. En el grafico 1 y 2, figura 5 y 6, podemos observar el comportamiento.

Inclusión de gráficos, Figuras y Tablas



Figura 4 Medición de tabique térmico



Figura 3 Cámara termográfica

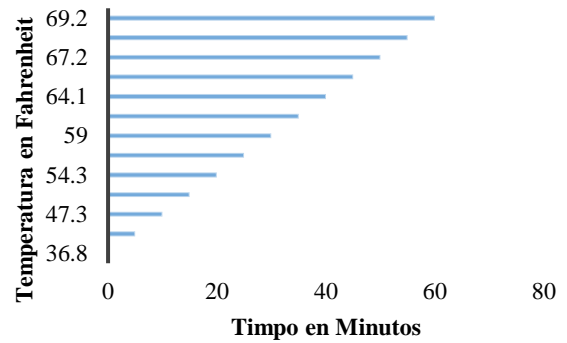


Gráfico 1 Temperatura de disipación con respecto al tiempo a 0°C (tabique común)

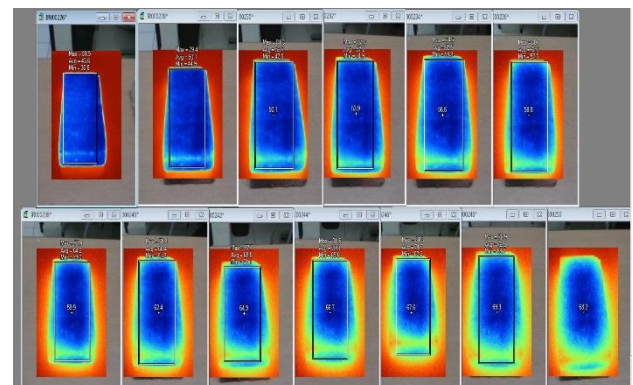


Figura 5 Comportamiento térmico del tabique común con respecto al tiempo sometido a 0°C

| Temperaturas de tabique común con respecto al tiempo | | |
|--|--------|----------------------|
| Máxima | Mínima | Tiempo de disipación |
| 81.5 | 36.8 | 0 |
| 79.4 | 44.9 | 5 |
| 81.3 | 47.3 | 10 |
| 77 | 51.9 | 15 |
| 74.7 | 54.3 | 20 |
| 80.7 | 57.3 | 25 |
| 77.4 | 59 | 30 |
| 76.4 | 61.3 | 35 |
| 77.7 | 64.1 | 40 |
| 81.5 | 65.6 | 45 |
| 81.3 | 67.2 | 50 |
| 78.9 | 68.7 | 55 |
| 78.8 | 69.2 | 60 |

Nota: Temperatura en Fahrenheit y tiempo en minutos

Tabla 1 Comportamiento de la temperatura máxima y minina con respecto al tiempo a 0°C (tabique común).

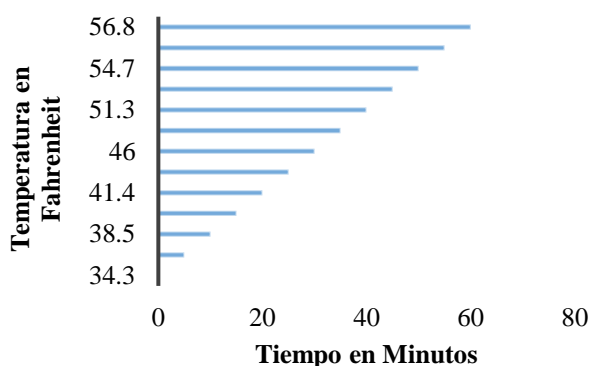


Gráfico 2 Muestra la temperatura de disipación con respecto al tiempo a 0°C (tabique aislante sustentable)

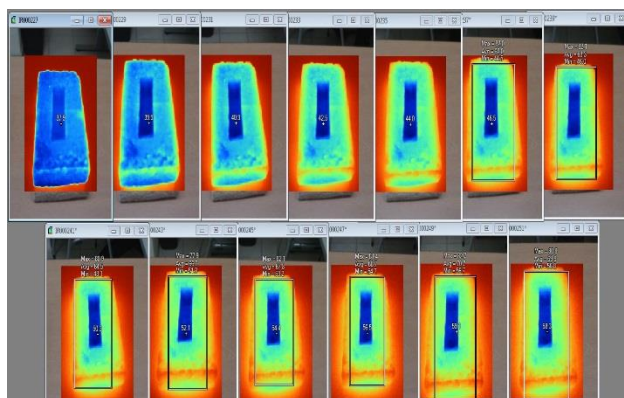


Figura 6 Comportamiento térmico del tabique Aislante Sustentable con respecto al tiempo sometido a 0°C

| Máxima | Mínima | Tiempo de disipación |
|--------|--------|----------------------|
| 81.7 | 34.3 | 0 |
| 82 | 37.3 | 5 |
| 82.2 | 38.5 | 10 |
| 82 | 40 | 15 |
| 82.1 | 41.4 | 20 |
| 82 | 44.5 | 25 |
| 82.1 | 46 | 30 |
| 80.9 | 48.1 | 35 |
| 77.9 | 51.3 | 40 |
| 82 | 53.2 | 45 |
| 81.4 | 54.7 | 50 |
| 82.7 | 56.7 | 55 |
| 80.6 | 56.8 | 60 |

Nota: Temperatura en Fahrenheit y tiempo en minutos

Tabla 2 Comportamiento de la temperatura máxima y mínima con respecto al tiempo a 0 °C (tabique aislante sustentable)

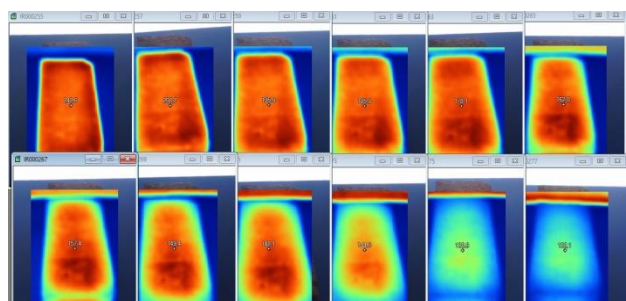


Figura 7 Comportamiento térmico del tabique común con respecto al tiempo sometido a alta temperatura

| Máxima | Tiempo de disipación |
|--------|----------------------|
| 195.9 | 0 |
| 185.3 | 5 |
| 178.1 | 10 |
| 162 | 15 |
| 157.4 | 20 |
| 149.4 | 25 |
| 148.1 | 30 |
| 144.3 | 35 |
| 133.6 | 40 |
| 132.1 | 45 |
| 131.8 | 50 |
| 130 | 55 |
| 129.6 | 60 |

Nota: Temperatura en Fahrenheit y tiempo en minutos

Tabla 3 Comportamiento de la temperatura máxima y mínima con respecto al tiempo sometido a alta temperatura (tabique común)

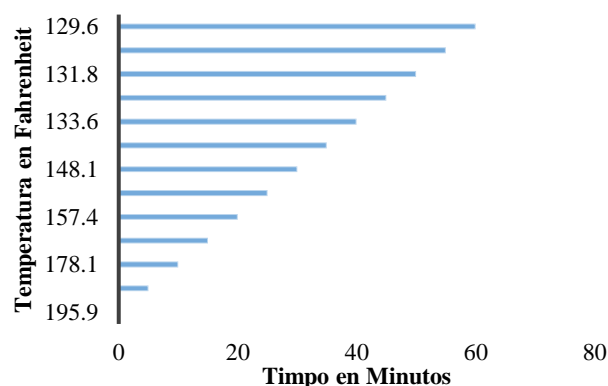


Gráfico 3 Temperatura de disipación con respecto al tiempo sometido a alta temperatura (tabique común)

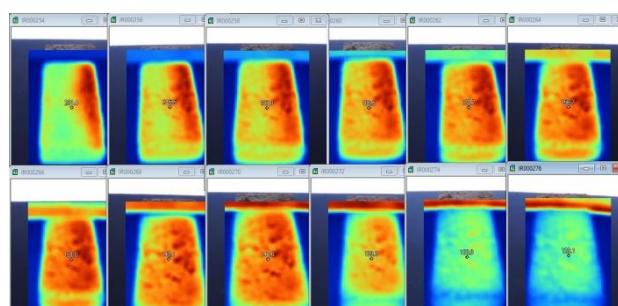


Figura 8 Comportamiento térmico del tabique Aislante Sustentable con respecto al tiempo sometido a alta temperatura

| Temperaturas de tabique aislante con respecto al tiempo | |
|---|----------------------|
| Máxima | Tiempo de disipación |
| 197 | 0 |
| 180.5 | 5 |
| 170.7 | 10 |
| 156.7 | 15 |
| 151 | 20 |
| 143.1 | 25 |
| 141.1 | 30 |
| 139.3 | 35 |
| 130.9 | 40 |
| 129.1 | 45 |
| 127.8 | 50 |
| 125.9 | 55 |
| 124.6 | 60 |

Nota: Temperatura en Fahrenheit y tiempo en minutos

Tabla 4 Comportamiento de la temperatura máxima y mínima con respecto al tiempo sometido a alta temperatura (tabique aislante sustentable)

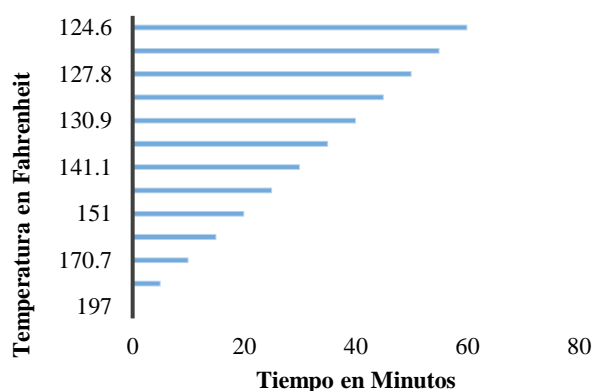


Gráfico 4 Temperatura de disipación con respecto al tiempo sometido a alta temperatura (tabique aislante sustentable)

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Q_{\text{incidente}} = Q_{\text{reflejada}} + Q_{\text{absorbida}} \quad (1)$$

Una parte del calor en el producto de estudio es reflejada por la misma naturaleza del material y otra es absorbida (calor específico).

Por lo que el propósito de este estudio es determinar el calor que se absorbió por el material y disipado por el mismo.

Metodología por desarrollar

La técnica utilizada para este estudio es la Termografía Infrarroja, en donde podemos identificar las zonas de concentración de calor en el material de estudio teniendo resultados visuales y cuantitativos.

Esta técnica de análisis permite controlar, de forma continua o periódica, el estado de calentamiento de un material, comparándola a un estado normal o un valor preestablecido. Es importante recordar que solo permite visualizar el nivel calórico de una superficie mediante la radiación térmica considerada en la medición. Algunos parámetros como el viento en la superficie influyen en las mediciones, en particular sobre las superficies expuestas al exterior, como los transformadores eléctricos, fachadas de edificios, etc. El efecto de almacenamiento de la radiación infrarroja solar es casi nulo por la mañana, lo que no ocurre al final de la tarde por el tiempo que el material ya se expuso dicha radiación. (Souris, 1992, pag. 111)

La termografía infrarroja no solo sirve para buscar fallos, también puede ayudar a la construcción de instalaciones de equipos o de productos térmicamente equilibrados. Puede ir desde la definición óptima de la conductividad térmica del palo de un bombón helado hasta la puesta a punto de una plancha o el ajuste de las presas que realizan piezas plásticas termomoldeadas. (Souris, 1992, pag. 114)

Para el estudio termográfico se utilizó el equipo de la figura No. 2 y el software SmartView 3.5 donde se analizaron las imágenes capturadas del material (Tabique Aislante Sustentable, fig 1), y se obtuvieron los resultados.

Resultados

Se produce tabique térmico para la construcción de muros en viviendas o comercios que requieran mantener sus espacios en una zona de confort y al mismo tiempo ahorrar en el consumo de energía eléctrica.

Podemos observar el comportamiento térmico de los productos de estudio así se obtuvo métricas de comparación de los tabiques, comprobando que, para zonas de altas temperaturas, el tabique aislante sustentable es de gran ayuda por la disipación de calor que tiene este.

Las tablas y gráficos que se muestran en el documento, observamos el comportamiento y la métrica que nos sirve como parámetro para hacer cumplir con este punto de la norma NMX-J-C-I-489-ANCE-ONNCCE-NYCE-2014.

De igual manera hay una canalización de una forma autosustentable para el papel de desperdicio.

Las ventajas del producto son:

- Se reduce el impacto negativo al ambiente, al reutilizar material de desperdicio, así como se agrega valor del aislamiento.
- Fabricado con materiales de desecho.
- Apoya en la reducción del consume de energía eléctrica.
- Económico
- Fácil pegado con pasta del mismo material o mortero común.
- No propaga el fuego.
- Económico.
- Puede ser usado en obra nueva, remodelaciones o ampliaciones.

Agradecimiento

El proyecto de Tabique Aislante Sustentable fue desarrollado con ayuda de la Universidad Tecnológica de San Luis Río Colorado, en el estado de Sonora por proporcionarlos las herramientas tecnológicas para poder realizar este estudio de una manera satisfactoria.

Conclusiones

Estamos creando valor para todos aquellos jefes o jefas de familia de un nivel socioeconómico bajo a medio que buscan mantener sus espacios con un clima confortable y ahorrar energía eléctrica construyendo sus viviendas con este tabique sustentable. El producto que ofrecemos está enfocado a un segmento mixto, tanto a viviendas como a empresas dedicadas a la construcción, en donde se pueda usar el producto. Nuestra zona de influencia son las regiones áridas y semiáridas de los estados de Sonora y Baja California, sin limitarse a otros estados.

Referencias

Jean-Paul Souris. (1992). Técnicas Utilizables en Mantenimiento. El mantenimiento, fuente de beneficios (111, 112, 114). Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.

Norma Mexicana NMX-J-C-I-489-ANCE-ONNCCE-NYCE-2014.

ONNCCE. (2014). 58 normas relacionadas con la construcción publicadas en 2014. -, de ONNCCE Sitio web: <http://www.onncce.org.mx/index.php/carrusel/69-58-normas-relacionadas-con-la-construccion-publicadas-en-2014>.

Metodología para el aprovechamiento de la iluminación natural en los edificios y la cuantificación de sus beneficios energéticos

Methodology for the use of natural lighting in buildings and the quantification of its energy benefits

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, Alberto†* & MORILLON-GÁLVEZ, David

Universidad Autónoma de Campeche

ID 1^{er} Autor: *Alberto, Hernández-Hernández*

ID 1^{er} Coautor: *David, Morillon-Gálvez*

DOI: 10.35429/JCE.2020.11.4.8.15

Recibido 15 de Enero, 2020; Aceptado 30 de Junio, 2020

Resumen

La iluminación natural tiene como objetivo principal el uso racional de la energía para satisfacer necesidades de iluminación de manera total o parcial del tiempo con horas diurnas en los edificios, provocando un ahorro de energía eléctrica que regularmente es generada con energía convencional. La metodología propuesta consiste en tres etapas, inicialmente se evalúa el potencial de la iluminación natural mediante la estimación de iluminancia exterior en superficies horizontales y verticales en su componente global y difusa, posteriormente se realiza un estudio del bioclima que da como resultado las sensaciones horarias de frío, calor y confort concentradas en un diagrama de isorrequerimientos, información que permite definir como aprovechar la iluminación natural de forma directa o indirecta, finalmente se muestran algunos de los beneficios energéticos que se obtienen al considerar la iluminación natural en los edificios en un horario de 6:00 - 9:00 horas cuando se dispone del recurso solar. Para el caso de estudio realizado en una vivienda de interés social en Texcoco, Estado de México, es posible aprovechar la iluminación natural en sus componentes difusa o global en superficies horizontales y verticales hasta 91.3% del tiempo con horas diurnas, obteniendo un ahorro de energía eléctrica de 75.06 kWh/año.

Iluminación natural, Diagrama de Isorrequerimientos, Beneficios energéticos

Abstract

Natural lighting has as main objective the rational use of energy to meet needs of lighting in total or partially of time with daylight hours in buildings, resulting in a saving of electric power that is regularly generated with conventional energy. The proposal methodology consists of three stages, initially evaluates the potential of natural lighting through the estimation of outdoor illuminance on vertical and horizontal surfaces in its global and diffuse component, then it's performed a study of the bioclimate which gives as a result the feelings of cold, heat and comfort concentrated in a diagram of hygro-thermal comfort, information that allows you to define how to take advantage of natural lighting in direct or indirect way, finally is show some of energy benefits that are obtained to consider the lighting natural in the buildings in a time of 6:00-9:00 hours when is available the solar resource. For case study performed in social interest housing in Texcoco, Mexico, it is possible to take advantage of natural lighting in diffuse or global components on horizontal and vertical surfaces until 91.3% of the time with daylight hours, obtaining electrical energy savings of 75.06 kWh/annual.

Daylighting, Diagram of hygro-thermal comfort, Energy benefits

Citación: HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, Alberto & MORILLON-GÁLVEZ, David. Metodología para el aprovechamiento de la iluminación natural en los edificios y la cuantificación de sus beneficios energéticos. Revista de Ingeniería Civil. 2020. 4-11:8-15.

*Correspondencia del Autor (Correo electrónico: ahernandezh@iingen.unam.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Para satisfacer los requerimientos lumínicos, así como de confort térmico en los edificios, se recurre al uso de iluminación artificial o calefacción, etc., son sistemas activos que necesitan el uso de energía convencional, provocando de forma indirecta la emisión de gases de efecto invernadero para generar esa energía. El objetivo de este trabajo es proponer una metodología que permita el aprovechamiento de la iluminación natural en los edificios, mediante un correcto diseño desde la construcción del edificio, satisfaciendo sus requerimientos lumínicos de manera total o parcial en horas diurnas, además de provocar con el uso de iluminación directa o indirecta sensación de confort térmico en los usuarios.

La hipótesis de este trabajo es que, mediante la utilización de la iluminación natural en los edificios, es posible satisfacer las necesidades de iluminación hasta 100% del tiempo con horas diurnas variando los resultados según el tipo de clima y localización geográfica. En la metodología propuesta para este trabajo se describe inicialmente la evaluación del potencial estimado de la iluminación natural mediante el conocimiento de la iluminancia exterior en superficies horizontales y verticales en su componente global y difusa, posteriormente se presenta una metodología para aprovechar la iluminación natural de forma directa e indirecta en los edificios concluyendo con algunos de los beneficios energéticos obtenidos al utilizar la iluminación natural en los edificios.

Antecedentes

La iluminación natural es un recurso disponible en prácticamente cualquier parte del mundo durante horas diurnas, inclusive en días nublados y lluviosos, aunque para aprovechar la iluminación natural de forma correcta según los requerimientos de iluminación de los edificios deben tomarse en cuenta una gran cantidad de variables para un correcto diseño de su utilización en interiores y exteriores, por ello (Gillette, Pierpoint, & Treado, 1984) desarrollan un modelo para el cálculo de la iluminancia directa normal, que además integró el caso de la iluminancia difusa horizontal, más tarde (Pérez, Ineichen, & Seals, 1990) elaboran un modelo que considera brillo del cielo, vapor de agua contenida en la atmósfera y la turbulencia atmosférica.

Este modelo fue calculado experimentalmente tomando como base los datos de irradiancia e iluminancia horaria. Se realizaron mediciones hasta de tres años en partes de Norteamérica y Europa, se obtuvieron buenos resultados en cuanto a iluminancia global y difusa, aunque es complicado en algunos lugares tener los recursos necesarios para realizar mediciones físicas.

Para la correcta estimación de los niveles de iluminación natural en superficies exteriores e interiores, es necesario conocer la cantidad de irradiancia incidente en superficies horizontales e inclinadas. (Almanza & Cajigal, 2005) Desarrollan un modelo para estimar los niveles de irradiación global, directa y difusa, para superficies inclinadas y horizontales, utilizan algunos de los modelos de mayor aceptación internacional, utilizan datos de fácil acceso como número de días lluviosos, latitud, humedad relativa y ubicación del lugar respecto al mar.

Proporcionan una gran variedad de mapas de isohelias de la República Mexicana para la irradiación global, directa y difusa en superficies inclinadas y horizontales, para cada mes del año, además de desarrollar un software con los datos obtenidos de este atlas llamado Solartronic, se utiliza este software debido a la fiabilidad de sus datos para el cálculo de la irradiación incidente en superficies horizontales e inclinadas, en este caso será para estimar la cantidad del recurso solar de una región.

A través de las últimas décadas, en México se ha desarrollado una cantidad considerable de trabajos enfocados al aprovechamiento de la iluminación natural, que se han publicado en las memorias de la Semana Nacional de Energía Solar que organiza la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) con el objetivo general de divulgar y promover el uso de las energías renovables.

Una de las bases para el presente trabajo corresponde a una propuesta publicada en las XXXIV memorias de ANES por (Olvera & Morillón Gálvez, 2010) donde interrelacionan algunas de ellas para evaluar el potencial de la iluminación natural y su aprovechamiento en los edificios, parten del cálculo de las eficacias luminosas e iluminancias exteriores en superficies verticales y horizontales en su componente global y difusa mediante reconocidos modelos matemáticos, para posteriormente indicar mediante una metodología cuando aprovechar la iluminación natural en los edificios de forma directa o de forma indirecta, el aprovechamiento de la iluminancia en forma directa se propone para momentos en los que se presenta frío según un diagrama de isorrequiserimientos que indica las sensaciones horaria de frío, calor y confort en el lugar de estudio, y aprovechar la iluminancia indirecta en momentos de calor y confort para evitar ganancias adicionales de calor en el edificio.

Ambas formas de aprovechamiento se proponen en horas en las que se cuenta con el recurso solar, a diferencia de la metodología propuesta en este trabajo no presentan qué tipo de iluminancia global o difusa es la más propicia para provocar confort además de no mencionar beneficios energéticos que se pueden obtener.

Más tarde en Australia realizan un estudio para medir los beneficios de tener un sistema guiado de iluminación natural para un edificio con uso de oficinas (Leung, Rajagopalan, & Fuller, 2013), la metodología proporciona un método viable para predecir los niveles de iluminación interior utilizando un sistema guiado en el espacio de oficina basado en los datos de medición al aire libre, puede aprovecharse hasta un 70% adicional de iluminancia sobre el plano de trabajo, además el sistema también puede proporcionar protección contra el deslumbramiento y una distribución uniforme de la luz diurna difusa al espacio de oficina.

Metodología

Evaluación del potencial de la iluminación natural.

Para conocer el potencial del recurso solar en superficies verticales y horizontales es posible utilizar métodos numéricos, métodos gráficos, mediciones físicas o por el uso de información existente, utilizando para este trabajo Biosol (Preciado Olvera & Morillón, 2010).

Se considera la estimación de la iluminación exterior mostrando el abundante recurso solar aprovechable con iluminación natural aunado a un correcto diseño lumínico se puede reducir el uso de la iluminación artificial de manera total o parcial en horas diurnas. Se requieren datos de entrada para realizar la estimación de iluminancia global y difusa en Biosol, los cuales son datos de latitud, longitud, altura, temperaturas máximas y mínimas promedio mensuales del sitio, e irradiancias global y difusa mensuales en superficies horizontales. En la Tabla 1 y Tabla 2 es presentada la iluminancia global horizontal horaria y la iluminancia difusa horizontal horaria, respectivamente, para Texcoco, México.

| Localidad | Texcoco, Estado de México | Latitud | 19.511258 | Longitud | -98.990569 | Altitud [m] | 2250 | ESTIMACIÓN DE ILUMINANCIA HORARIA MEDIA MENSUAL SOBRE SUPERFICIES HORIZONTALES | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------------------------|---------|-----------|----------|------------|-------------|--------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | | Iluminancia Global Horizontal [klux] | | | | | | | | | | | | |
| Horas/Mes | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago |
| 01:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 02:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 03:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 04:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 05:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 06:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 07:00 | 7.164 | 10.911 | 15.900 | 19.859 | 22.079 | 21.840 | 21.115 | 18.170 | 15.012 | 10.467 | 6.977 | 5.631 | 25.382 | 31.179 | 35.481 | 39.001 | 40.313 | 38.948 | 38.441 | 35.355 |
| 08:00 | 25.382 | 31.179 | 35.481 | 39.001 | 40.313 | 38.948 | 38.441 | 35.355 | 33.489 | 28.305 | 24.659 | 22.719 | 42.453 | 50.283 | 56.069 | 58.757 | 58.870 | 56.075 | 50.199 | 32.728 |
| 09:00 | 42.453 | 50.283 | 56.069 | 58.757 | 58.870 | 56.075 | 50.199 | 32.728 | 28.305 | 24.659 | 22.719 | 21.209 | 59.061 | 65.238 | 71.064 | 76.019 | 74.940 | 70.906 | 71.303 | 68.787 |
| 10:00 | 59.061 | 65.238 | 71.064 | 76.019 | 74.940 | 70.906 | 71.303 | 68.787 | 69.805 | 63.616 | 60.802 | 55.481 | 70.599 | 77.081 | 82.975 | 84.105 | 82.325 | 80.971 | 81.662 | 79.427 |
| 11:00 | 70.599 | 77.081 | 82.975 | 84.105 | 82.325 | 80.971 | 81.662 | 79.427 | 81.544 | 75.252 | 72.748 | 66.657 | 74.695 | 81.268 | 87.170 | 88.049 | 85.888 | 84.524 | 85.324 | 83.195 |
| 12:00 | 74.695 | 81.268 | 87.170 | 88.049 | 85.888 | 84.524 | 85.324 | 83.195 | 85.712 | 79.391 | 73.871 | 70.627 | 70.536 | 77.006 | 82.894 | 84.035 | 82.186 | 80.949 | 81.642 | 79.402 |
| 13:00 | 70.536 | 77.006 | 82.894 | 84.035 | 82.186 | 80.949 | 81.642 | 79.402 | 81.513 | 75.213 | 72.704 | 66.594 | 59.034 | 65.184 | 70.996 | 75.971 | 74.905 | 70.885 | 71.280 | 68.759 |
| 14:00 | 59.034 | 65.184 | 70.996 | 75.971 | 74.905 | 70.885 | 71.280 | 68.759 | 69.776 | 63.585 | 60.774 | 55.446 | 42.489 | 50.283 | 56.081 | 58.767 | 58.871 | 56.001 | 50.208 | 32.735 |
| 15:00 | 42.489 | 50.283 | 56.081 | 58.767 | 58.871 | 56.001 | 50.208 | 32.735 | 28.305 | 24.659 | 22.719 | 21.209 | 25.240 | 30.246 | 35.557 | 39.073 | 40.368 | 39.883 | 38.472 | 35.991 |
| 16:00 | 25.240 | 30.246 | 35.557 | 39.073 | 40.368 | 39.883 | 38.472 | 35.991 | 33.453 | 28.056 | 24.715 | 22.777 | 17.200 | 19.969 | 15.959 | 19.929 | 22.145 | 21.889 | 21.156 | 18.193 |
| 17:00 | 17.200 | 19.969 | 15.959 | 19.929 | 22.145 | 21.889 | 21.156 | 18.193 | 15.049 | 10.498 | 7.012 | 5.662 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Tabla 1 Iluminancia global horaria en superficies horizontales, para Texcoco, México

| Localidad | Texcoco, Estado de México | Latitud | 19.511258 | Longitud | -98.990569 | Altitud [m] | 2250 | ESTIMACIÓN DE ILUMINANCIA HORARIA MEDIA MENSUAL SOBRE SUPERFICIES HORIZONTALES | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------------------------|---------|-----------|----------|------------|-------------|--------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | | Iluminancia Difusa Horizontal [klux] | | | | | | | | | | | | |
| Horas/Mes | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago |
| 01:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 02:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 03:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 04:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 05:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 06:00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 07:00 | 4.815 | 7.419 | 9.665 | 12.609 | 13.718 | 14.182 | 13.825 | 11.532 | 11.064 | 7.841 | 5.529 | 4.097 | 12.292 | 15.203 | 18.183 | 21.156 | 21.639 | 21.872 | 21.721 | 21.378 |
| 08:00 | 12.292 | 15.203 | 18.183 | 21.156 | 21.639 | 21.872 | 21.721 | 21.378 | 20.735 | 17.450 | 14.333 | 11.934 | 19.573 | 21.989 | 25.122 | 28.121 | 28.066 | 28.092 | 28.094 | 28.522 |
| 09:00 | 19.573 | 21.989 | 25.122 | 28.121 | 28.066 | 28.092 | 28.094 | 28.522 | 25.270 | 21.870 | 18.642 | 16.642 | 24.181 | 27.494 | 30.426 | 33.118 | 32.670 | 32.553 | 32.667 | 33.306 |
| 10:00 | 24.181 | 27.494 | 30.426 | 33.118 | 32.670 | 32.553 | 32.667 | 33.306 | 34.181 | 30.948 | 27.397 | 24.339 | 26.676 | 30.222 | 33.099 | 35.645 | 34.982 | 35.180 | 35.366 | 36.241 |
| 11:00 | 26.676 | 30.222 | 33.099 | 35.645 | 34.982 | 35.180 | 35.366 | 36.241 | 37.504 | 34.312 | 30.696 | 27.177 | 27.731 | 31.076 | 33.925 | 36.445 | 36.638 | 36.024 | 36.236 | 37.180 |
| 12:00 | 27.731 | 31.076 | 33.925 | 36.445 | 36.638 | 36.024 | 36.236 | 37.180 | 38.564 | 35.377 | 32.117 | 28.078 | 26.825 | 30.157 | 33.026 | 35.577 | 34.843 | 35.131 | 35.321 | 36.181 |
| 13:00 | 26.825 | 30.157 | 33.026 | 35.577 | 34.843 | 35.131 | 35.321 | 36.181 | 37.431 | 34.222 | 30.802 | 27.122 | 24.149 | 27.445 | 30.382 | 33.010 | 32.583 | 32.492 | 32.612 | 33.239 |
| 14:00 | 24.149 | 27.445 | 30.382 | 33.010 | 32.583 | 32.492 | 32.612 | 33.239 | 34.109 | 30.873 | 27.334 | 24.307 | 19.615 | 22.052 | 25.172 | 28.146 | 28.070 | 28.087 | 28.089 | 28.325 |
| 15:00 | 19.615 | 22.052 | 25.172 | 28.146 | 28.070 | 28.087 | 28.089 | 28.325 | 28.570 | 25.315 | 21.941 | 18.718 | 12.423 | 15.366 | 18.368 | 21.349 | 21.780 | 21.967 | 21.804 | 21.482 |
| 16:00 | 12.423 | 15.366 | 18.368 | 21.349 | 21.780 | 21.967 | 21.804 | 21.482 | 20.857 | 17.597 | 14.486 | 12.074 | 4.858 | 7.490 | 9.827 | 12.812 | 13.906 | 14.327 | 13.949 | 11.655 |
| 17:00 | 4.858 | 7.490 | 9.827 | 12.812 | 13.906 | 14.327 | 13.949 | 11.655 | 11.184 | 7.94 | | | | | | | | | | |

Los valores máximos estimados de la iluminancia global horizontal (Tabla 1) se muestran en los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto, debido a la alta cantidad de irradiancia que se presenta en esos meses.

Los valores máximos de iluminancia difusa horizontal (Tabla 2) se tienen en los meses de abril a septiembre, esto debido a que en esos meses se presentan la temporada de lluvias en Texcoco, provocándose por el factor lluvia una mayor nubosidad.

También es posible obtener la iluminancia global y difusa en superficies inclinadas. Biosol toma los valores de los ángulos de orientación e inclinación seleccionados para la estimación de la irradiancia en superficies inclinadas.

Para el cálculo de la iluminación natural en interiores se requiere conocer la disponibilidad de la luz natural exterior en las cuatro paredes que rodean a un edificio. Por tal motivo se estima la iluminancia exterior en las cuatro fachadas principales (norte, sur, este y oeste).

En las tablas 3 y 4 se muestra la estimación de la iluminancia global y difusa promedio mensual en superficie horizontal y en las cuatro fachadas verticales principales.

| Mes/Fachada | Sur | Norte | Este | Oeste | Horizontal |
|-------------|-------|-------|-------|-------|------------|
| Ene | 37.66 | 6.45 | 19.61 | 19.61 | 37.20 |
| Feb | 31.52 | 6.84 | 21.02 | 21.02 | 42.21 |
| Mar | 22.45 | 6.98 | 22.29 | 22.27 | 46.93 |
| Abr | 11.88 | 8.63 | 23.32 | 23.29 | 50.07 |
| May | 7.40 | 13.30 | 22.95 | 22.93 | 50.40 |
| Jun | 7.74 | 16.79 | 22.39 | 22.36 | 48.93 |
| Jul | 7.64 | 13.66 | 22.51 | 22.48 | 48.84 |
| Ago | 11.50 | 8.58 | 21.37 | 21.34 | 46.14 |
| Sep | 21.98 | 7.90 | 21.38 | 21.36 | 45.44 |
| Oct | 30.44 | 7.56 | 20.09 | 20.06 | 40.59 |
| Nov | 37.28 | 7.04 | 19.24 | 19.23 | 37.81 |
| Dic | 38.84 | 6.41 | 18.66 | 18.65 | 34.93 |

Tabla 3 Iluminancia global promedio mensual (klux) en superficies horizontales y verticales, para Texcoco

En la tabla 3 se puede observar que, en los meses de diciembre y enero, la iluminancia promedio mayor se presenta en la fachada sur debido a la baja altura solar en esa orientación para esos meses, para el resto de los meses esos valores de iluminancia promedio mayor transcurren en superficie horizontal. Aunque la altura máxima solar que alcanza el Sol en esa latitud es en junio, la máxima iluminancia horizontal promedio ocurre en los meses de abril y mayo, debido a la alta cantidad de irradiancia solar que incide en esos meses.

Así como se observa un comportamiento prácticamente simétrico en las fachadas este y oeste.

| Mes / Fachada | Sur | Norte | Este | Oeste | Horizontal |
|---------------|-------|-------|-------|-------|------------|
| Ene | 16.10 | 6.45 | 10.39 | 10.41 | 15.64 |
| Feb | 15.28 | 6.84 | 11.49 | 11.51 | 18.15 |
| Mar | 12.82 | 6.98 | 12.37 | 12.39 | 20.55 |
| Abr | 9.35 | 7.92 | 13.74 | 13.77 | 23.41 |
| May | 7.40 | 9.82 | 13.71 | 13.74 | 23.70 |
| Jun | 7.74 | 11.61 | 13.94 | 13.96 | 23.92 |
| Jul | 7.64 | 10.20 | 13.93 | 13.95 | 23.81 |
| Ago | 9.38 | 8.05 | 13.68 | 13.69 | 23.48 |
| Sep | 14.02 | 7.90 | 13.75 | 13.77 | 23.29 |
| Oct | 16.72 | 7.56 | 12.60 | 12.62 | 20.55 |
| Nov | 17.47 | 7.04 | 11.25 | 11.27 | 17.84 |
| Dic | 16.63 | 6.41 | 10.14 | 10.16 | 15.43 |

Tabla 4 Iluminancia difusa promedio mensual (klux) en superficies verticales y horizontales, para Texcoco

En la tabla 4 presenta la siguiente información, la iluminancia difusa promedio mayor se presenta en el mes de junio sobre el plano horizontal, coincidiendo con la máxima altura solar correspondiente a esa latitud. Por otro lado, la iluminancia difusa promedio menor se presenta en el mes de diciembre sobre la fachada norte.

La iluminancia global y difusa promedio en superficies horizontales es mayor a cualquiera de las demás superficies verticales (fachada norte, sur, este y oeste).

Además, se debe considerar una serie de factores determinados en un edificio que se quiere iluminar con luz natural, como superficies vidriadas, las condiciones del cielo, etc., como ya observamos la luz natural exterior que llega a una superficie horizontal e inclinada en Texcoco en sus componentes global y difusa, puede ayudar a cubrir parcial o totalmente cualquier actividad visual a desarrollar en un edificio por los usuarios sin presentar complicaciones (confort lumínico).

El aprovechamiento de la iluminación natural puede cubrir las necesidades de iluminación en horas diurnas de hasta el 100% del tiempo.

Aprovechamiento de la iluminación natural

a. Estudio del bioclima

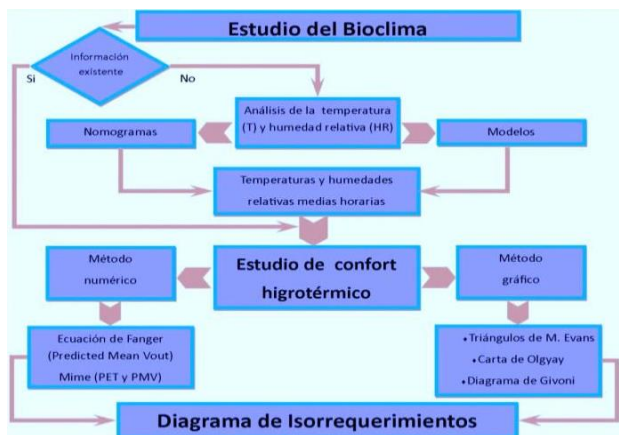


Figura 1 Diagrama con las etapas del estudio del bioclima

Como resultado del estudio del bioclima se obtiene el diagrama de isorrequerimientos con las sensaciones higrotérmicas horarias de frío, calor y confort vertido en 24 filas que constituyen las horas del día y 12 columnas representando los meses del año, en esta parte del trabajo los resultados obtenidos son de la carta bioclimática de Olgyay (Figura 2):

Fuente: Elaboración propia mediante datos de las cartas bioclimáticas mensuales de Olgyay

b. Aprovechamiento de la iluminación natural directa e indirecta

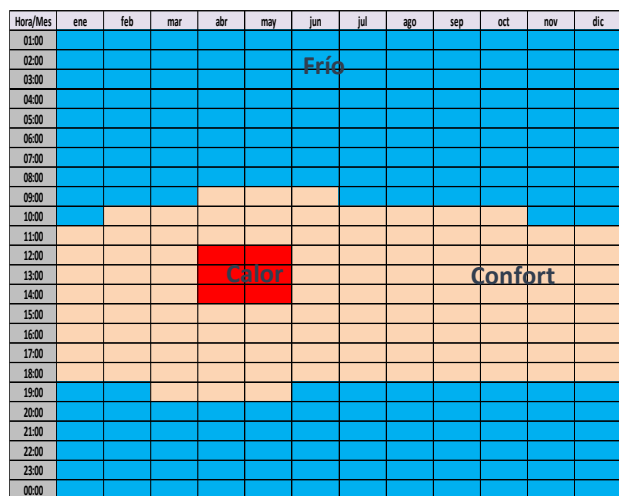


Figura 2 Diagrama de isorrequerimientos para Texcoco, México

- Se estableció un horario entre las 6 horas y las 18 horas (según datos del Diagrama de isorrequerimientos DDI y de la iluminación exterior horaria), intervalo que puede variar según la latitud.

- Se determinaron las horas en las que se presentan sensaciones de calor y confort en el DDI (Figura 2) en el horario seleccionado de 6:00-18:00 horas, y sobreponer los valores de iluminancia difusa horaria de la fachada norte en esas horas en el DDI (Tabla 5), seleccionando la iluminancia difusa de la fachada norte debido a que cuenta con los valores más bajos en comparación del resto de los valores de iluminancia difusa incidente en superficies verticales y horizontales mostrando que puede realizarse cualquier actividad visual inclusive con la iluminancia difusa que presenta los menores índices de iluminancia, en este intervalo de tiempo se propone utilizar la iluminación natural indirecta (iluminancia difusa) evitando así la radiación.

| Hora/Mes | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic |
|----------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 06:00 | | | | | | | | | | | | |
| 07:00 | | | | | | | | | | | | |
| 08:00 | | | | | | | | | | | | |
| 09:00 | | | | | | 10,15 | 12,74 | 14,22 | | | | |
| 10:00 | | 10,01 | 9,90 | 10,08 | 11,49 | 13,29 | 11,64 | 10,11 | 10,98 | 10,92 | | |
| 11:00 | 9,82 | 9,69 | 8,95 | 7,98 | 8,34 | 11,58 | 9,58 | 9,03 | 10,42 | 10,94 | 10,02 | 10,24 |
| 12:00 | 9,76 | 9,43 | 8,33 | 6,57 | 5,68 | 10,16 | 7,55 | 7,98 | 9,96 | 10,81 | 10,92 | 10,24 |
| 13:00 | 9,80 | 9,67 | 8,93 | 7,97 | 8,33 | 11,56 | 9,57 | 9,02 | 10,40 | 10,91 | 10,78 | 10,22 |
| 14:00 | 9,69 | 10,00 | 9,88 | 10,05 | 11,46 | 13,26 | 11,62 | 10,09 | 10,96 | 10,89 | 10,40 | 9,98 |
| 15:00 | 8,87 | 8,96 | 9,61 | 10,16 | 12,74 | 14,21 | 12,87 | 10,20 | 10,66 | 10,07 | 9,23 | 8,15 |
| 16:00 | 5,92 | 7,03 | 8,02 | 9,46 | 12,52 | 13,73 | 12,62 | 9,56 | 8,93 | 7,90 | 6,77 | 5,80 |
| 17:00 | 2,82 | 4,17 | 4,85 | 7,61 | 10,21 | 11,24 | 10,30 | 6,44 | 5,43 | 4,01 | 3,17 | 2,42 |
| 18:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,04 | 5,84 | 6,50 | 5,62 | 3,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Tabla 5 Valores de iluminancia difusa horaria de la fachada norte (klux), sobrepuestos en el DDI cuando se presentan sensaciones de calor y confort, para Texcoco

- Se determinaron las horas en las que se presenta sensación de frío en el DDI (Figura 2) en el horario seleccionado de 6:00-18:00 horas, y sobreponer los valores de iluminancia global horaria de la fachada norte en esas horas en el DDI (Tabla 6), seleccionando la iluminancia global de la fachada norte debido a que cuenta con los valores más bajos en comparación del resto de los valores de iluminancia global incidente en superficies verticales y horizontales mostrando que puede realizarse cualquier actividad visual inclusive con la iluminancia global que presenta los menores índices de iluminancia, en este intervalo de tiempo se propone iluminación natural directa (iluminancia global) provocando ganancias de calor que se pueden deducir en confort en la temporada de invierno, una forma de climatizar pasivamente.

| Hora/Mes | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic |
|----------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 06:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.34 | 8.82 | 11.06 | 9.42 | 3.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07:00 | 2.79 | 4.13 | 4.77 | 9.96 | 15.98 | 17.48 | 15.44 | 8.70 | 5.37 | 3.95 | 3.14 | 2.39 |
| 08:00 | 5.86 | 6.95 | 7.94 | 10.24 | 10.05 | 10.33 | 17.74 | 10.26 | 8.88 | 7.83 | 6.70 | 5.74 |
| 09:00 | 8.85 | 8.93 | 9.59 | | | | 16.94 | 10.20 | 10.66 | 10.05 | 9.20 | 8.12 |
| 10:00 | 9.71 | | | | | | | | | | 10.48 | 9.99 |
| 11:00 | | | | | | | | | | | | |
| 12:00 | | | | | | | | | | | | |
| 13:00 | | | | | | | | | | | | |
| 14:00 | | | | | | | | | | | | |
| 15:00 | | | | | | | | | | | | |
| 16:00 | | | | | | | | | | | | |
| 17:00 | | | | | | | | | | | | |
| 18:00 | | | | | | | | | | | | |

Tabla 6 Valores de iluminancia global horaria de la fachada cuando se presenta la sensación de frío, para Texcoco.

El Anexo I muestra los niveles mínimos de iluminación (lux) requeridos en los centros de trabajo en México, comparando esos requerimientos de iluminación con los valores mínimos de iluminancia exterior global y difusa horaria en superficies verticales y horizontales, que se encuentran en los 2390 y 2420 luxes, cantidad de luxes suficientes para satisfacer la tarea visual más compleja en los centros de trabajo de México, iluminación natural de la que se dispone 91.3% del tiempo con horas diurnas para Texcoco.

Beneficios energéticos por el uso de la iluminación natural en los edificios

Para cuantificar algunos de los beneficios de la iluminación natural que se pueden lograr en los edificios se sugiere seguir la siguiente guía:

- Se consideran las iluminancias horarias según el tipo de iluminación natural que se requiera (directa o indirecta), entre 6:00-9:00 horas mostrado en la Tabla 7 (horario en el que se requiere la iluminación para realizar diversas actividades aunque lo recomendable sería conocer el tipo de actividades a desarrollar en el edificio).

| Hora/Mes | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic |
|----------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 06:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.34 | 8.82 | 11.06 | 9.42 | 3.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07:00 | 2.79 | 4.13 | 4.77 | 9.96 | 15.98 | 17.48 | 15.44 | 8.70 | 5.37 | 3.95 | 3.14 | 2.39 |
| 08:00 | 5.86 | 6.95 | 7.94 | 10.24 | 10.05 | 10.33 | 17.74 | 10.26 | 8.88 | 7.83 | 6.70 | 5.74 |
| 09:00 | 8.85 | 8.93 | 9.59 | 10.15 | 12.74 | 14.22 | 16.94 | 10.20 | 10.66 | 10.05 | 9.20 | 8.12 |

Tabla 7 Valores de iuminancia difusa (color blanco) y global (color azul) horaria en fachada norte (klux) sobrepuestos en el DDI según los requerimientos de iluminación natural, con horario de 6:00-9:00 horas, para Texcoco.















- Se identifica el tipo de demanda energética que se tiene en el horario seleccionado (6:00-9:00 horas), para México se cuenta con demanda intermedia entre las 6:00 y las 18:00 horas –Comisión Federal de Electricidad-, seleccionando ese horario porque se requiere iluminación para comenzar actividades laborales, escolares, domésticas, etc., el rango de cuatro horas por día en el mes para aprovecharse con iluminación natural es para no sobreestimar los beneficios energéticos, además que ese horario se encuentre en demanda intermedia donde se requiere buena cantidad de energía para cubrir las necesidades energéticas, lo recomendable sería conocer las actividades a desarrollar como ya se había mencionado anteriormente.
- Conocer las horas promedio mensuales en las que se requiere la iluminación utilizando focos en el edificio de estudio. Se considera la siguiente información: la Secretaria de Energía en el informe de Indicadores de Eficiencia energética en México (2011), explica que en una vivienda habitada por 3 a 5 integrantes, las horas de utilización de la iluminación con focos se encuentra en 150 horas en promedio mensual.
- Se contabilizan las horas que hay niveles de iluminancia con un valor >0 (klux) entre las 6:00-9:00 horas, ese calculo se realiza por mes, el número de horas que salga en cada mes se multiplica por el número de días del mes y al final se suman las horas resultantes de cada mes, por ejemplo en enero se cuenta con 3 horas con iluminación y se multiplica por el número de días del mes que es 31 con un resultado de 93 horas, se realiza el mismo procedimiento para el resto de meses.
- El número de horas total que se tiene iluminancia con valores >0 (klux), en este caso de estudio es de 1251 horas, se multiplican por 60 W potencia correspondiente a un foco incandescente.

Resultados

Para conocer el potencial de aprovechamiento de la iluminación natural directa e indirecta en los edificios se cuantifican las horas de la iluminancia difusa y global sobrepuestas en el diagrama de isorequerimientos para condiciones de frío, calor y confort (Figura 4 y 5), que cuentan con un valor de 0 klux, para nuestro caso es de 14 horas, equivalente al 8.97%, debido a ello, el 91.3% restante del tiempo de horas diurnas se puede suministrar iluminación natural directa o indirecta en sus componentes difusa o global en superficies horizontales y verticales, evitando las ganancias de calor en condiciones de calor y confort, así como captando iluminación directa en periodos de frío cuidando el deslumbramiento. Los beneficios energéticos se miden al multiplicar las 1251 horas en las que se tienen valores >0 (klux) por 60W equivalentes a un foco incandescente, la cantidad resultante se convierte a kWh obteniendo el siguiente resultado: 75.06 kWh/año de ahorro utilizando la iluminación natural, según datos del INEGI (2015) 40.6% de las viviendas en México cuenta con una cifra de 6 a 10 focos.

Anexo I

Niveles de iluminación (lux) requeridos en distintas áreas de trabajo en México comparados con los mínimos valores horarios de iluminancia global y difusa para Texcoco, marcando con “✓” si cumple o con “X” si no cumple

| Tarea visual del puesto de trabajo | Niveles mínimos de iluminación (lux) | Mínimo valor de iluminancia difusa horaria en fachada norte: 2420 luxes | Mínimo valor de iluminancia global horaria en fachada norte: 2390 luxes |
|---|--------------------------------------|---|---|
| En exteriores: distinguir el área de tránsito | 20 |  |  |
| En interiores, distinguir el área de tránsito | 50 |  |  |
| En interiores | 100 |  |  |
| Requerimiento visual simple | 200 |  |  |
| Distinción moderada de detalles | 300 |  |  |
| Distinción clara de detalles | 500 |  |  |
| Distinción fina de detalles | 750 |  |  |

| | | | |
|--|------|---|---|
| Alta exactitud en la distinción de detalles | 1000 |  |  |
| Alto grado de especialización en la distinción de detalles | 2000 |  |  |

Agradecimiento

A CONACYT por el apoyo brindado para la realización de mis estudios de posgrado.

Conclusiones

La utilización de la iluminación natural permite satisfacer los requerimientos de la iluminación en los edificios, además de provocar sensaciones de confort térmico a los usuarios al utilizarse de manera correcta la iluminación natural indirecta y directa. Algunos de los beneficios que se pueden obtener con la iluminación natural se muestran en el caso de estudio en Texcoco, Estado de México, donde se propone una metodología que estima el potencial de iluminancia exterior en los edificios, posterior se sugiere el tipo de iluminación que se debe utilizar (directa o indirecta) según los requerimientos de climatización obtenidos en el diagrama de isorequerimientos (frío, calor o confort) y se conoce cuanto tiempo de horas diurnas se dispone de iluminación natural para aprovecharse que para el caso de estudio fue 91.3%, y se finaliza con una propuesta que permite estimar algunos de los beneficios energéticos por el uso de la iluminación natural en los edificios que se pueden obtener, para este caso fue un ahorro de 75.06 kWh/año. Se puede aprovechar la iluminación natural en los edificios de forma directa o indirecta hasta 100% del tiempo de horas diurnas satisfaciendo los requerimientos de iluminación además de provocar confort térmico en los usuarios resultado que puede variar según el clima y localización geográfica, se considera relevante el uso de la iluminación natural por lo mostrado en este trabajo donde si se suman exponencialmente los beneficios energéticos en edificios residenciales y no residenciales son bastantes, adicionalmente se contribuye a la mitigación de gases de efecto invernadero como el CO₂.

Referencias

Almanza, R., & Cajigal, V. (2005). Irradiaciones global, directa y difusa, en superficies horizontales e inclinadas, así como irradiación directa normal, en la República Mexicana. México. Serie Investigación y Desarrollo, UNAM.

Gillette, G., Pierpoint, W., & Treado, S. (1984). A general illuminance model for daylight availability. *Journal of IES*, 330-340.

Givoni, B. (1976). *Man, climate and architecture*. 2nd Ed. London, Applied Science Publishers, 1976.

Indicadores de Eficiencia energética en México 2011. (2011). Secretaria de Energía.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. México.

Leung, T. C., Rajagopalan, P., & Fuller, R. (2013). Performance of a daylight guiding system in an office building. *Solar Energy*, 253-265.

Morillón Gálvez, D. (2004). *Atlas del bioclima de México*. México, D.F.: Serie Investigación y Desarrollo, UNAM.

Norma oficial mexicana: NOM-025-STPS-2008. (2008). Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. México.

Olgay, V. (1963). *Design with climate*. Princeton University Press, Princeton.

Pérez, R., Ineichen, P., & Seals, R. (1990). Modelling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance. *Solar Energy*, 271-289.

Preciado Olvera, O. U., & Morillón Gálvez, D. (2010). Metodologías para la evaluación del potencial de la iluminación natural y su aprovechamiento en los edificios: caso de estudio Pachuca, Hidalgo. *Memorias XXXIV de la Asociación Nacional de la Energía Solar*.

Preciado Olvera, O. U., & Morillón, G. D. (2010). BIOSOL: Software para el estudio del bioclima, control solar e iluminación natural. *Memorias de la IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y*

XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVIIISPES).

Preciado Olvera, O. U., & Morillón Gálvez, D. (2011). Potencial estimado de la iluminación natural en México. Tesis, UNAM.

Servicio Meteorológico Nacional. (1981-2010). *Normales Climatológicas*. Comisión Nacional del Agua. México.

Simulación energética de prototipo de vivienda de interés social para evaluar el confort térmico

Energy simulation of a social interest housing prototype to evaluate thermal comfort

TORRES-AGUILAR, Carlos†, SERRANO-ARELLANO, Juan*´, MACIAS-MELO, Edgar y TREJO-TORRES, Betzabeth´

División de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura, Col. Magisterial, Vhsa, Centro, Tabasco, C.P. 86040, México.

´División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, C.P. 42411. México.

ID 1^{er} Autor: *Carlos, Torres-Aguilar*

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Serrano-Arellano*

ID 2^{do} Coautor: *Edgar, Macias-Melo*

ID 3^{er} Coautor: *Betzabeth, Trejo-Torres*

DOI: 10.35429/JCE.2020.11.4.16.21

Recibido 20 de Enero, 2020; Aceptado 30 de Junio, 2020

Resumen

Se realizó una simulación energética de un prototipo de vivienda de interés social de la ciudad de Pachuca Hgo., el prototipo se analizó bajo un programa comercial para determinar las cargas térmicas. Se realizó un modelo tridimensional de la vivienda con sus componentes y elementos que la constituyen con parámetros reales. Se obtuvieron datos del clima de la región y se importaron al programa de análisis. El modelo de estudio se comparó con distintas configuraciones en cuanto a los materiales empleados para su construcción tomando en cuenta condiciones de sombreado y orientación con respecto al sol. Se presentó un análisis térmico con los beneficios del modelo de estudio. Finalmente, se realizó un análisis de los resultados obtenidos a partir de las distintas configuraciones en la simulación, en el que se presenta un incremento en la eficiencia térmica del 35%. Con el análisis se mostró el uso adecuado de elementos bioclimáticos combinado con elementos constructivos de la región.

Bioclimática, Eficiencia térmica, Simulación numérica

Abstract

An energetic simulation of a prototype social interest housing was made for the Pachuca City Hgo., the prototype was analyze with a commercial software to determinate the thermal loads. A tridimensional model of house with his respective real parameters, components and elements was made. The real weather data of the region were obtained and were imported to the software to analyze it. The fisical model was compare with different material sets used in typical constructions, where the shading devices and orientation respective to sun were considered. A thermal analysis with benefits of fisical model was shown. Finally, an analysis of the results obtained in different sets in the simulation was made, an increment in the thermal efficiency of 35% was obtained in the results. In this work the correctly use of bioclimatic elements coupled with typical elements of the region coupled are shown.

Bioclimatic, Thermal efficiency, Numerical simulation

Citación: TORRES-AGUILAR, Carlos, SERRANO-ARELLANO, Juan, MACIAS-MELO, Edgar y TREJO-TORRES, Betzabeth. Simulación energética de prototipo de vivienda de interés social para evaluar el confort térmico. Revista de Ingeniería Civil. 2020. 4-11:16-21.

*Correspondencia del Autor (Correo electrónico: jserrano@iteshu.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Actualmente son notables los cambios en el medio ambiente como el aumento de la temperatura en la atmosfera, la disminución de la capa de ozono entre otros aspectos. Todo esto como una consecuencia de la creciente explotación de los recursos naturales y la contaminación generada por el consumo de energía. De acuerdo con “Energy Information Administration” (EIA) de los Estados Unidos, las emisiones de CO₂ y el consumo principal de energía han aumentado del 85% al 75% de 1980 a 2012 con un promedio anual de incremento de 2% y 1.7% respectivamente [1]. Las proyecciones a futuro con respecto al consumo de energía, el uso de carbón mineral y la emisión de CO₂ predicen que todo esto aumentara en un 32%, 19% y 16% respectivamente del 2012 al 2035. Esto quiere decir que la degradación de nuestro entorno natural aumenta y es alarmante para los gobiernos de todos los países en todo el mundo.

Una de las razones por las que se ha incrementado la demanda energética durante los últimos años recae en el estilo de vida de las personas ya que estadísticas muestran que los personas pasan el 80% de sus vidas dentro de viviendas, oficinas, centros comerciales, entre otras edificaciones [2], y esto se traduce en el uso de sistemas y aparatos eléctricos que nos permitan vivir en comodidad. Una de las formas en el que el ser humano basa su criterio de comodidad es en el “confort térmico” en las edificaciones. Durante años, nuestros antepasados construían sus hogares con base en formas y materiales que, más allá del aspecto estético, fueran lugares adecuados para vivir en climas extremos.

Es por ello que, en los últimos años, se han estado estudiando elementos arquitectónicos para construir viviendas y edificaciones bioclimáticas, amigables con el medio ambiente y que ayuden a reducir el alto consumo de energía por el uso de sistemas de aire acondicionado y calefacción para alcanzar el estado de confort.

En el estudio y análisis de edificaciones se encuentran los métodos experimentales para la medición de las temperaturas al interior, sin embargo, este método suele ser más costoso y puede llevar más tiempo su implementación, sin mencionar el hecho de que debe estar construido completamente la edificación, por esta razón las modelaciones numéricas de edificaciones reducen el costo del que depende la compra de instrumentos para la medición. Como en el trabajo de Stefanovic et al (2016), en el que realizó la simulación de un edificio de oficinas ubicada en Madrid España, para analizar el consumo de energía debido a las cargas térmicas que se generaban al interior.

En este trabajo se reportan los resultados obtenidos a partir de la simulación energética en un prototipo de vivienda de interés social de la ciudad de Pachuca, en el estado de Hidalgo. Se analizaron distintos materiales para observar su comportamiento térmico y evaluar los beneficios energéticos y de confort térmico para futuros diseños. Se empleó el programa TRNSYS para la simulación de la edificación 3D y una base de datos de una estación meteorológica del lugar para el análisis.

Descripción del método

Caso de estudio



Figura 1 Prototipo de vivienda de interés social

En la Figura 1 se muestra el modelo de la vivienda de interés que se tomó como prototipo para la simulación energética, en ella se encuentran marcadas las dimensiones del modelo físico. Este modelo en particular es originario de la ciudad de Pachuca, Hidalgo; una vivienda de una sola planta que cuenta con dos habitaciones, cocina, sala-comedor, y un sanitario. La distribución de tales habitaciones no se consideró para este estudio sino solo las dimensiones de sus elementos externos y los materiales que lo conforman.

La orientación de esta edificación está dada con respecto a los puntos cardinales. El frente de la edificación está orientado hacia el oeste. Cuenta con dos puertas, una delantera que se muestra en la figura, y una trasera ubicada hacia la pared este del modelo; cuatro ventanas, todas del mismo tipo de cristal y propiedades físicas; y dos elementos de sombreado externo que son la casa adyacente a la vivienda y una marquesina ubicada al frente superior de la entrada principal, ambos elementos se encuentran en la Figura 1 como los objetos color púrpura. Los materiales empleados para la construcción del modelo y que fueron usados para las configuraciones de dos simulaciones que se llevaron a cabo, se muestran en la Tabla 1 a continuación:

| Elemento | Conductividad térmica (kJ/hmK) | Densidad (Kg/m ³) | Calor específico (KJ/kgK) |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Mortero de revoco gris | 0.028200 | 1400 | 0.83716 |
| Ladrillo macizo | 21 | 2312.5 | 1.05 |
| Concreto (mezcla para losa) | 0.030 | 1600 | 0.83716 |
| Roca natural porosa | 1.980 | 1600 | 1 |

Tabla 1 Propiedades físicas de los materiales empleados para la simulación

La primera simulación que se realizó fue con paredes construidas con ladrillo macizo recubiertos con mortero de revoco gris, materiales comunes en el mercado de la construcción. La segunda simulación empleó roca natural porosa como elemento principal para las paredes. Esto último debido a que en el estado de Hidalgo se cuenta con abundantes yacimientos de piedra de toba, elemento natural extraído de las canteras localizadas principalmente en la zona conocida como Valle del Mezquital y comúnmente empleado por los habitantes como materia prima para sus viviendas.

Para las simulaciones del modelo físico, se realizó el dibujo en tres dimensiones en un programa CAD y posteriormente se trasladó al simulador. Para este caso se realizó la simulación en Simulation Studio de TRNSYS 17, programa que se enfoca en la simulación de sistemas térmicos.

Por medio de programación en bloques, se establecieron las condiciones de frontera, propiedades de los materiales y se añadieron las condiciones meteorológicas de la región, para luego configurar el intervalo de tiempo en el que se realizaron las simulaciones el cual fue de un total de 168 horas, equivalente a una semana.

Ecuaciones Gobernantes

Para la simulación de las edificaciones en TRNSYS 17, se empleó un modelo de balance de energía [4]:

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_{surf,i} + \dot{Q}_{inf,i} + \dot{Q}_{vent,i} + \dot{Q}_{g,c,i} + \dots \quad (1)$$

En donde:

Q_i : representa el flujo de calor total al interior de la vivienda.

Q : ganancia por convección de las superficies interiores

$Q_{inf,i}$: ganancia por infiltración por parte del flujo del exterior.

$Q_{vent,i}$: ganancias por ventilación debido a una fuente definida por el usuario.

$Q_{g,c,i}$: ganancias internas como lo son iluminación, equipos, personas, etc.

$Q_{cplg,i}$: ganancias de habitaciones aledañas a la del análisis.

$Q_{solair,i}$: fracción de radiación solar que se transfiere por las ventanas y por convección al aire interior.

$Q_{ishcci,i}$: radiación solar absorbida por los elementos internos de sombreado y que pasan por convección al aire interior.

La modelación de los muros es importante en el análisis térmico de edificaciones.

Como se mencionó anteriormente, la programación de la solución general es mediante diagramas de bloques, que estos a su vez, están conformados por las funciones de transferencia de cada uno de los componentes de la edificación. Tales como se muestran a continuación:

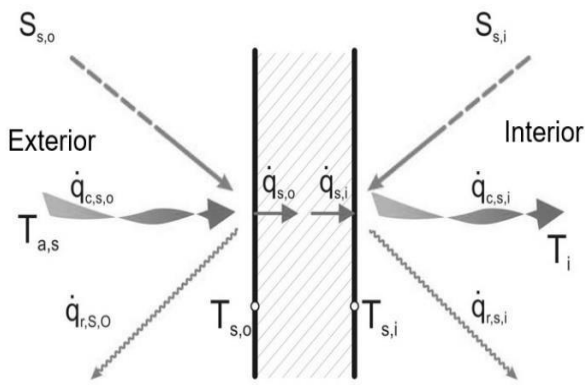


Figura 2 Modelación de los muros en TRNSYS 17

$$\dot{q}_{s,i} = \sum_{k=0}^{N_{s,i}} b_s \cdot T_{s,i}^k - \sum_{k=0}^{N_{s,i}} c_s \cdot T_{s,i}^k - \sum_{k=1}^{N_{s,i}} d_s \cdot \dot{q}_{s,i}^k \quad (2)$$

$$\dot{q}_{s,o} = \sum_{k=0}^{N_{s,o}} a_s \cdot T_{s,o}^k - \sum_{k=0}^{N_{s,o}} b_s \cdot T_{s,i}^k - \sum_{k=1}^{N_{s,o}} d_s \cdot \dot{q}_{s,o}^k \quad (3)$$

La ecuación 2 y 3, son las relaciones de los flux de calor obtenidas a partir de las funciones de transferencia y son definidas entre la superficie exterior e interior. En donde:

$q_{s,i}$: es el flux de calor de la superficie interior.

$q_{s,o}$: es el flux de calor de la superficie exterior.

a, b, c y d : son los coeficientes de transferencia de calor.

k : se refiere al término del tiempo discreto en el que se evalúa la función.

Continuando con otros elementos, el balance de energía para los cristales se expresa como:

$$\dot{Q}_{abs,i} = 0.5 \left(\begin{matrix} Q_{abs,i} + h_i(T_i - T_{zone}) - \dots \\ \dots - h_{e,p} (T_o - T_{amb}) - \dot{Q}_{sky} \end{matrix} \right) \quad (4)$$

En donde:

Q_{abs} : es la tasa de cambio del flujo de calor absorbido por el cristal.

h_i : es el coeficiente convectivo al interior.

T_i : es la temperatura de la superficie interior.

T_{zone} : es la temperatura del aire al interior.

$h_{c,o}$: es el coeficiente convectivo exterior.

T_o : es la temperatura de la superficie exterior.

T_{amb} : es la temperatura ambiente.

Q_{sky} : es la tasa de cambio del flujo de calor de la bóveda celeste.

Resultados

Los resultados que se obtuvieron fueron a partir de los cambios en la selección de materiales en muros y techos, la geometría y orientación del modelo permaneció sin modificaciones. A continuación, se muestran los gráficos de las simulaciones que se obtuvieron:

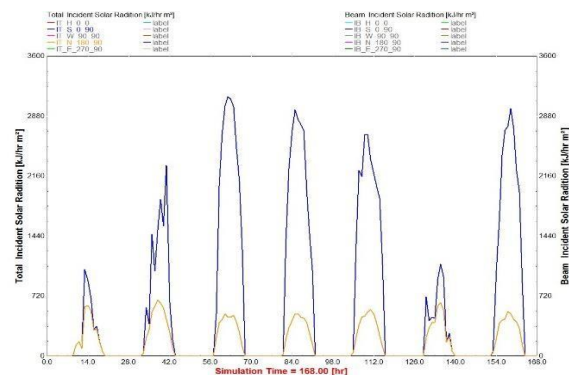


Figura 3 Radiación total incidente máxima y mínima

En la Fig. 1, se muestra la radiación máxima recibida durante el día (línea azul) a lo largo de la semana, la cual se presenta en la dirección de la pared sur, en comparación con la radiación mínima (línea amarilla) la cual fue sobre la pared norte. Es importante la orientación de las paredes con mayor área, ya que, si estos elementos son orientados hacia las zonas de mayor radiación incidente, las ganancias de calor hacia el interior aumentan y esto se traduce en elevaciones de la temperatura ambiente interior, como consecuencia principal decaería el confort térmico de la edificación. Este gráfico es el mismo para ambas simulaciones con distintos materiales.

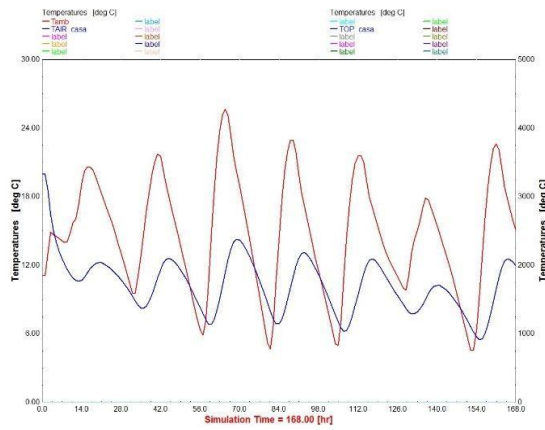


Figura 4 Temperaturas exterior e interior promedio. Configuración 1

En la Fig. 2, se muestran las oscilaciones de las temperaturas ambiente exterior e interior promedio del modelo en el que las paredes son conformadas de ladrillo macizo y mortero de revoco gris. La temperatura ambiente exterior promedio (línea roja) muestra un pico superior de 26.5°C en el día más caluroso, sin embargo, la temperatura interior promedio (línea azul) se reduce a 14.5°C . Una de las razones por las que existe una reducción considerable entre ambas temperaturas es debido al elemento de sombreado que cubre la pared sur, y como se menciono anteriormente, la mayor cantidad de radiación solar se presenta en esta dirección.

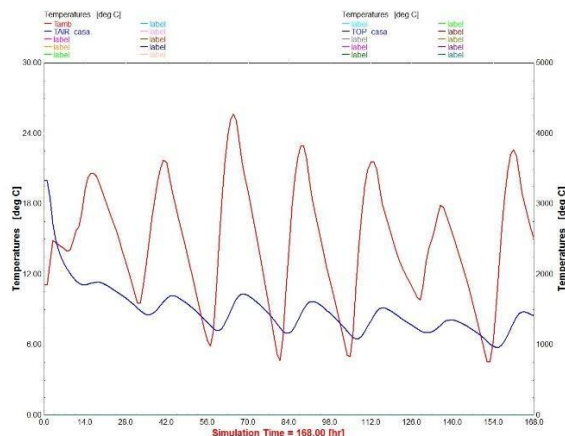


Figura 5 Temperaturas exterior e interior promedio. Configuración 2

En la Fig. 3, se muestra las oscilaciones de la temperatura ambiente exterior promedio (línea roja), y la temperatura ambiente interior promedio (línea azul), para el modelo con paredes de roca natural porosa. Observando el mismo día con la temperatura máxima exterior de 26.5°C , es notable la reducción de la temperatura ambiente al interior de la edificación, con una lectura de 9.7°C .

Lo que significa que la diferencia entre las configuraciones 1 y 2 es de 4.8°C bajo las mismas condiciones climatológicas y sin cambios en la orientación.

Conclusiones

En este trabajo se presentó el resultado de las simulaciones energéticas de una edificación con el fin de evaluar el confort térmico. Como se observan en los resultados, la mayor reducción de temperatura se presenta en la edificación con materiales típicos de la región. La eficiencia térmica de esta configuración aumento en un 35% con respecto a aquella con materiales comerciales. Por lo que su aplicación a climas más cálidos ayudaría a mejorar el confort térmico y reducir el uso de sistemas de aire acondicionado en viviendas.

En este estudio se resalta la importancia del análisis de sistemas con elementos bioclimáticos, como lo son considerar la orientación de los muros y dispositivos de sombreado, junto con el uso de elementos constructivos típicos de la región para analizar el confort térmico y el aprovechamiento de la energía.

Agradecimiento

Al Instituto Tecnológico Superior de Huichapan y a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por el apoyo y las facilidades para la realización de este trabajo.

Referencias

Cao, X., Dai, X., & Liu, J. (2016). Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings during the past decade. *Energy and Buildings*, 128, 198-213. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.089>

Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F. G., Sabio-Ortega, A., & García-Cruz, A. (2015). Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 736-755. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.095>

Solar Energy Laboratory, 2005, University of Wisconsin-Madison, TRNSYS 17 Volume 5 Multizone Building modeling with Type56 and TRNBuild.

Stefanović, A., & Gordić, D. (2016). Modeling methodology of the heating energy consumption and the potential reductions due to thermal improvements of staggered block buildings. *Energy and Buildings*, 125. 244-253. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.04.058>

Soutullo, S., Sánchez, M. N., Enríquez, R., Olmedo, R., Jiménez, M. J., & Heras, M. R. (2016). Comparative thermal study between conventional and bioclimatic office buildings. *Building and Environment*, 105,95-103. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.05.017>

Vivienda flexible para los barrios periurbanos de la ciudad de Sucre

Flexible housing for the peri-urban neighbourhoods of the city of Sucre

ACHÁ, Napoleón†*

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Facultad de Ciencias Agrarias, Calle Calvo N° 132, Sucre, Bolivia.

ID 1^{er} Autor: Napoleón, Achá

DOI: 10.35429/JCE.2020.11.4.22.32

Recibido 25 de Enero, 2020; Aceptado 30 de Junio, 2020

Resumen

El proyecto de —vivienda flexible para los barrios periurbanos de la ciudad de Sucre se enfoca en dar solución a las necesidades funcionales, espaciales reflejadas en la repartición de los ambientes interiores de la vivienda. El equipo de investigación interviene en identificar los barrios periféricos de la mancha urbana para comprender la problemática generada y dar solución a las necesidades funcionales y espaciales al interior de la vivienda, proponiendo una solución de ampliación o reducción de ambientes de acuerdo a la necesidad presente de los usuarios, donde los usuarios podrán adaptar las funciones de los ambientes a las necesidades funcionales que permita reducir el costo de construcción y el tiempo de elaboración aprovechando la superficie del predio ya que cada año que pasa sube el costo de la misma. La propuesta está enfocada en la elaboración del prototipo de vivienda flexible que se lograra a través del desplazamiento horizontal de planos que al accionar los mismos permitirá ampliar o reducir los ambientes que así lo requieran, para el mismo se utilizara un sistema que permita accionar los planos desplazables a través de la utilización de materiales que reúnan las condiciones óptimas para el buen vivir de sus habitantes.

Vivienda flexible, Vivienda transformable, Prototipo, Espacio habitable, Planta libre, Planta móvil.

Abstract

The project "flexible housing for peri urban areas of the city of Sucre " focuses on providing solutions to the reflected functional space needs in the distribution of the indoor housing environments. The research team involved in identifying the suburbs of the urban area to understand and solve problems generated in the functional and spatial needs within the housing, proposing a solution enlargement or reduction of environments according to the present need for users , where users may adapt the functions of the environments to the functional needs to help reduce the cost of construction and the processing time leveraging the surface of the field as each passing year increases the cost of it. The proposal is focused on the development of prototype flexible housing that was achieved through the horizontal displacement of planes to operate them will zoom environments that require, for the same system that allows driving was used planes adjustable using materials that meet the optimal conditions for the good life of its inhabitants.

Flexible housing, Housing transformable, Prototype, Living space, Open floor plan, Mobile plant

Citación: ACHÁ, Napoleón. Vivienda flexible para los barrios periurbanos de la ciudad de Sucre. Revista de Ingeniería Civil. 2020. 4-11:22-32.

*Correspondencia del Autor (Correo electrónico: vlatpit@hotmail.com)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El comité de derechos urbanos de naciones unidas en su observación general n° 4, define y aclara lo que significa una vivienda digna, en la actualidad una vivienda no debe interpretarse en un sentido simplemente de cobijo, sino que debe considerarse más bien como el espacio donde los individuos o las familias puedan vivir en seguridad, paz y dignidad.

En otras leyes y constituciones, estos conceptos se amplían relacionando ciudad y vivienda, como también lo ha reconocido la comisión de asentamientos humanos y la estrategia mundial de vivienda, donde el concepto de vivienda digna y adecuada significa también que se construyan en un espacio adecuado, con seguridad adecuada, iluminación y ventilación adecuada, infraestructuras, zonas verdes, equipamientos, etc.

Para que una vivienda sea digna y adecuada, debemos considerar se ubiquen en espacios plenamente equipados, en barrios dotados de servicios urbanos, accesibles, con espacios intermedios de relación que permita la comunicación vecinal, estamos hablando de viviendas en unas ciudades vivas donde es posible el desarrollo familiar y personal a todos los niveles que la sociedad avanzada demanda.

Una vivienda debe ser fija y habitable, se debe planificar, proyectar, ejecutar, utilizar y conservar de tal forma que se cumplan los requisitos básicos de funcionalidad, seguridad, habitabilidad y accesibilidad, establecidos por las normas de cada país. donde cumpla con los requisitos de confort, aislamiento climático (frío, humedad, lluvia, calor), seguridad estructural, calidad constructiva, entre otros.

Una vivienda adecuada debe contener ciertos servicios indispensables para la salud, la seguridad, la comodidad y la nutrición. todos los beneficiarios del derecho a una vivienda adecuada deberían tener acceso permanente a recursos naturales y comunes, a agua potable, a energía para la cocina, la calefacción y el alumbrado, a instalaciones sanitarias y de aseo, de almacenamiento de alimentos, de eliminación de desechos, de drenaje y a servicios de emergencia.

Antecedentes

Las viviendas —flexibles‖ presentan espacios multiusos en los que la intimidad se consigue mediante las divisorias que se corren o recorren según las necesidades de las personas. las casas japonesas con paredes regulables, las casas flotantes asiáticas, los igloos o las chozas africanas ofrecen a las personas soluciones prácticas y económicas para acotar el espacio y compartimentarlo. En Europa después de la primera guerra mundial se empezó a teorizar sobre el concepto de —vivienda mínima‖ debido a la escasez de suelo y a la consiguiente subida del precio de vivienda, en 1929 en España se convocó el primer —concurso de la vivienda mínima‖ para poder encontrar diversas soluciones constructivas para las viviendas orientadas a las clases populares.

Podemos afirmar que las transformaciones ocurridas hacia fin de siglo han producido una radical modificación de la vida familiar y que el desarrollo implica un enriquecimiento de la experiencia humana en términos de creación de: alternativas de valores e ideas, formas y estilos de vida, maneras de apropiación y organización del territorio, modos de producción y de satisfacción de necesidades.

En nuestro país el campo de la construcción eventual y su investigación es todavía escaso incidiendo en la construcción de vivienda con sistemas tradicionales todavía con un enfoque general del espacio habitable, por lo que se debe incluir las actuales formas de vida en el pensamiento proyectual lo cual es una necesidad imprescindible a la hora de dar respuestas reales y concretas a las nuevas demandas sociales.

A esto se atañe el compromiso de las universidades, mediante iniciativas y planes de acción que nos afecta a todos, individual y colectivamente. Por lo tanto, el plan estratégico institucional de universidad tendrá como propósito contribuir y forjar relaciones más armónicas entre la sociedad y la vivienda, que promueva acciones a diferente nivel y escala, estimulando la iniciativa denominada —modelo de vivienda flexible de interés social para las familias de la población peri urbana de sucre‖ cuya intención central es impulsar gradualmente un sistema de construcción que garantice mejores niveles de vida.

Planteamiento del problema

Uno de los problemas que plantea la compra de la vivienda, es que los inmuebles, como su nombre indica, son inmóviles, no se pueden cambiar de sitio, lo cual ya es un problema.

A lo largo de la vida de una familia, cambian las necesidades de reparto del espacio interior de la vivienda, lo que debería conllevar la posibilidad de remodelar la distribución de la vivienda, de acuerdo con las nuevas necesidades, sin que ello supusiera un gasto excesivo, cambios y más cambios.

Por otra parte, estamos sufriendo un cambio en el modelo de familia donde sus formas de comportamiento han experimentado tantos cambios y de una manera tan rápida. nuestra sociedad tiende a la individualización y diversificación.

De la familia —tradicional, caracterizada por ser extensa y compleja se ha pasado a una familia pequeña y simple, donde hoy se tiende a una disolución del grupo doméstico hacia un modelo de familia mínima, individual y privada.

Por lo tanto, la idea surge como solución a los cambios a menudo y con ello también al entorno habitable. la vida de una persona ya no sigue una línea previsible, sino que está influenciado por etapas discontinuas; trabajo, vida en familia, etc., que hacen que deba ser contemplada la necesidad de cambio.

Importancia o justificación

La razón más importante de las viviendas flexibles es ganar metro cuadrados gracias al uso y elementos flexibles, capaces de ser transformados y adaptados a múltiples funciones, estas casas tecnológicamente son eficientes, con distribuciones racionalizadas y estéticamente innovadoras, las cuales son representantes en el futuro de la arquitectura para alojar nuevos estilos de vida que están en constante evolución. sin duda la vivienda flexible contempla factores muy importantes como la diversidad, la variabilidad, la movilidad, y otros factores que no han sido tomados en cuenta como el estado de ánimo, el clima, la hora del día, etc.

En la casa futuras se utilizarán materiales sanos, naturales y carentes de emisiones, reutilizables y reciclables.

Los recursos proyectuales y tecnológicos empleados hoy en la construcción de viviendas procuran dificultosamente adecuarse a las nuevas formas de habitar sin resolver todas las consecuencias de permanente mutabilidad del hombre y de su vida con relación a la vida útil de la vivienda.

Basado en los principios de la flexibilidad *nakedhouse*, del japonés *shigeru ban*, consta de una sola habitación interior que pueden utilizar hasta cuatro personas. la empresa japonesa *nenda* ha creado una cosa indudablemente transformable, en Australia el arquitecto *Sean Godsell*, con su creación *futurehack*, nos presenta una casa para uso en caso de emergencia, se monta en 24 horas, se puede transportar y tiene una simple estructura de contenedor.

La propuesta del diseñador italiano *Luigi Colani*, que ya apareció en *flyosophy*, es la *honselcolani rotor house*, como cuenta la revista *mocoloco*, su interior es un espacio con un cilindro de 6 metros cuadrados formado por el dormitorio, el baño y la cónica, mediante control remoto el cilindro gira y queda a la vista cada una de las dependencias, este diseño está pensado para estudiantes que necesitan poco espacio.

En Inglaterra *Piercy Conner* ha creado el sistema de apartamentos para zonas urbanas, *microflat*, el baño y el dormitorio son independientes, el resto de diáfano tiene una gran ventana y un balcón, el interior se puede consto mizar a gusto del comprador.

En España el ministerio de la vivienda lanzó una propuesta habitacional basada en proyecto *aptm*, presentado el pasado abril en *construmat*, las 6 propuestas están basadas en el bajo coste, sostenibilidad y ahorro energético, en un espacio mínimo de 30 metros. este proyecto está apoyado por distintos arquitectos los cuales apoyan con soluciones técnicas, constructivas y con sus grandiosas ideas con el fin de diseñar una vivienda que cumpla con las expectativas del ser humano. uno de los mejores ejemplos de flexibilidad se encuentra en la ciudad de Japón.

El primer hogar para muchas parejas es a menudo considerado como un —aperitivo de lo que será su verdadera y definitiva casa, que por lo general es pequeña y fácil de mantener. entonces, como los niños vienen por lo general con la compra de la primera casa, la cual se hace demasiado pequeña, por lo tanto, requiere la costosa y perturbadora tarea de realizar cambios necesarios. cuando los niños están creciendo la casa se hace pequeña y con los años luego de realizar ciertos cambios y renovaciones se convierte en súper grande, los hijos hacen sus propios hogares y nos dejan con una casa que resulta grande para dos personas en vías de envejecer. por lo tanto, los hogares que sean flexibles tendrán día tras día, mayor demanda, esta flexibilidad no sólo es beneficiosa para el hogar, en el sentido que no habrá cambios de casas ni mudanzas innecesarias, sino también será muy beneficioso para las diferentes urbanizaciones o zonas residenciales, al crear un sentido de comunidad, debido a que las familias vivirán en la misma zona por muchos años.

Objetivos de la investigación

Realizar el proyecto de viviendas flexibles, con el conocimiento de que puede ser capaz de ser transformada y pueda acoplarse con las necesidades de las familias haciendo su vida más fácil y cómoda, teniendo en cuenta las soluciones técnicas, constructivas e ideas arquitectónicas que son muy importantes para la creación de una vivienda —flexible, dejando de ser una iniciativa administrativa o una propuesta académica sino un proyecto integral

Objetivo general

Impulsar a la iniciativa de diseñar viviendas —flexibles para alojar estilos de vida a través de soluciones técnicas, constructivas, proyectos e ideas arquitectónicas.

Objetivo Específico

- Presentar este proyecto a través de soluciones técnicas e ideas arquitectónicas para que las diferentes funciones de las viviendas flexibles sean capaces de ser transformadas y adaptadas a múltiples funciones.

- Establecer los tres tipos de transformación que puede sufrir una vivienda en la actualidad con el fin de satisfacer las necesidades de las familias y sus deseos de exposición o aislamiento a través de las transformaciones que sufre la planta libre (si tiene una estructura mínima en el interior).
- La planta móvil (si posee algún elemento divisorio movable) y planta de recinto neutro (con espacios fijos utilizables de distintas maneras por su tamaño).
- Analizar las distintas clases de viviendas que existen en el mundo como las casas flotantes asiáticas o chozas africanas, casa japonesa. con el fin de conocer qué soluciones nos pueden ofrecer estas viviendas y cómo podemos tener comodidad y orden con pocos elementos.

Hipótesis

Que, a partir del cambio de las necesidades de reparto del espacio interior de la vivienda en la vida de una familia, se plantea el diseño de la vivienda flexible, que desarrolle e implemente la posibilidad de remodelar la distribución de la vivienda a través de la aplicación de un sistema desplazable inmediatamente aplicable a nuestro medio social que garantice las nuevas necesidades de los usuarios.

Operación de variables

Variable independiente

Aplicación de materiales de nuestro medio en sistemas en función a criterios constructivos, tecnológicos.

Variable dependiente

La generación de un sistema constructivo flexible y factible en nuestro medio.

Desarrollo metodológico

Materiales y Metodología

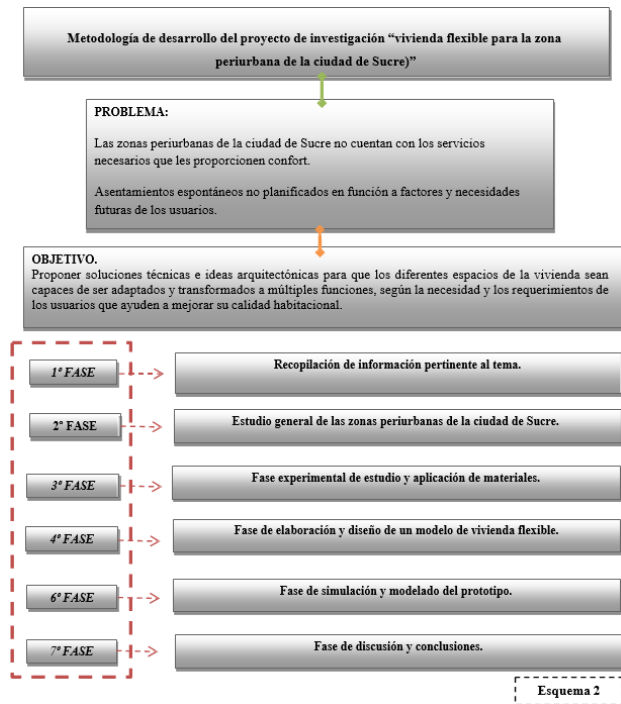


Figure 1

Modelos de aplicación flexible en viviendas



Figure 2

Básicamente, una vivienda flexible es aquella que permite cambios en su disposición sin tener que recurrir a grandes obras ni procesos externos, en ocasiones, los promotores inmobiliarios etiquetan sus proyectos como "vivienda flexible" cuando entregan la casa a medio hacer o permiten elegir al comprador entre diferentes disposiciones. Lo cierto es que si, tras esa elección primera, la casa ya no es fácilmente modificable más adelante, su "flexibilidad" es más bien limitada.

Este experimento de vivienda flexible se compone de dos módulos: uno "del día" y otro "de la noche". el módulo del día es el volumen del frente, que contiene una zona social y de servicios donde, además de la entrada principal, se encuentra la cocina y el baño.

El módulo de la noche es el volumen posterior, que puede correrse sobre unos raíles hacia la parte de atrás para crear así un patio de 160 pies cuadrados (15 metros cuadrados) entre ambos bloques. el módulo de desliza sobre los raíles con facilidad, una sola persona puede empujarlo haciendo un poco de fuerza.

La estructura de soporte está construida con elementos de pino radiata de 1.57x3.15 pulgadas (4x8 centímetros) que se utilizan como columnas, cerchas y vigas laminadas. el material de recubrimiento es el tablero osb.

Según restrepo, esta casa "es una reflexión sobre la flexibilidad del uso espacial, la prefabricación, el montaje ágil de la vivienda y la habitación contemporánea en relación con las condiciones del clima y del lugar".

"Es la arquitectura y el entorno integrados a través del espacio y de los mecanismos utilizados para su construcción".

Grupo de investigación del laboratorio de estudios y experimentación técnica en arquitectura de la universidad pontificia bolivariana de Medellín.

Estudio de criterios teóricos para su aplicación en el prototipo Aislamiento acústico:

El desarrollo de esta prueba consistió en la aplicación y fusión de materiales que permitan atenuar el impacto del ruido generados al interior o exterior de los ambientes de la vivienda, para este hecho se utilizó materiales como trupan, polietileno y calamina plana con un sistema de sujeción a través de perfiles metálicos.

| Aplicaciones | Tabla de pesos específicos recomendados | | Densidad polietileno |
|----------------|---|------------------------|----------------------|
| Cámaras | Techos | | 20 |
| | Paredes | | 20 |
| | Pisos | | 20 |
| | Cañerías | | 12 - 20 |
| Edificios | Techos | Planos no transitables | 12 |
| | | Planos con sobrecarga | 20 |
| | | Galpones Industriales | 20 |
| | | Ventilados | 12 |
| | Cielorrasos | Plancha cortada | 12 |
| | | Plancha moldeada | 25 |
| | Pisos flotantes | | 12 |
| | Paredes | Entre dos muros | 8-12 |
| | | -sándwich | 12 |
| | | Aisl. Exterior | 12 |
| Aisl. Interior | | 12 | |

Tabla 1

Placas de polietileno para aislamiento térmico de muros. la pared es un elemento constructivo que además de cumplir muchas veces con la función estructural como muro portante, es siempre el filtro ambiental que nos protege entre otras, de las condiciones meteorológicas adversa como la lluvia, la nieve, el granizo, el viento, el calor, el frío y la humedad. para obtener las características térmicas adecuadas, es necesario incorporarle el debido aislamiento de tipo sándwich.

| Dimensiones en cm. | | |
|--------------------|-------|---------|
| Ancho | Largo | Espesor |
| 100 | 100 | 2.5 |
| 200 | 100 | 2.5 |
| 100 | 100 | 3 |
| 200 | 100 | 3 |
| 100 | 100 | 4 |
| 200 | 100 | 4 |
| 100 | 100 | 5 |
| 200 | 100 | 5 |
| 100 | 100 | 7 |
| 200 | 100 | 7 |
| 100 | 100 | 10 |
| 200 | 100 | 10 |

Tabla 2



Figura 3 Paneles de Trupan

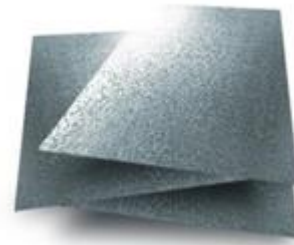


Figura 4 Calamina Plana



Figura 5 Perfiles metálicos

Aislamiento térmico:



Figura 6 Polietileno



Figura 7 Modulo Desplazable

La fusión de los materiales como ser el Trupan, polietileno y calamina plana permitió lograr el aislamiento térmico de los ambientes internos.

| Especificaciones Técnicas | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------|-----------|
| Denominación | Espesores* (mm) | Dimensiones | |
| | | Ancho (m) | Largo (m) |
| TRUPAN Melamina | 15 - 18 - 25 | 1.83 | 2.75 |

Figura 8

| Propiedades Físico-Mecánicas | | |
|---------------------------------|-------------------|----------------|
| TRUPAN Melamina | | Espesores (mm) |
| | | 15 - 18 - 25 |
| Densidad Promedio | kg/m ³ | 725 |
| Humedad | % | 8 |
| Cohesión Interna | N/mm ² | 0.9 |
| Módulo de Ruptura | N/mm ² | 38 |
| Módulo de Elasticidad | N/mm ² | 3.200 |
| Tracción Superficial | N | >1.200 |
| Absorción de Agua (24 Hrs.) | % | <20 |
| Hinchamiento Espesor (24 Hrs.) | % | <7 |
| Retención de Tornillos en Cara | N | 1.500 |
| Retención de Tornillos en Canto | N | 1.100 |

Figura 9

Especificaciones técnicas de materiales proporcionados por agencias proveedoras de materiales de construcción. Propuesta de prototipo Ubicación.

La propuesta de prototipo de vivienda flexible para las zonas periurbanas de la ciudad de sucre se debe al crecimiento acelerado y no planificado de las mismas, ya que la proyección futura de este tipo de viviendas no es planificada desde su etapa inicial.

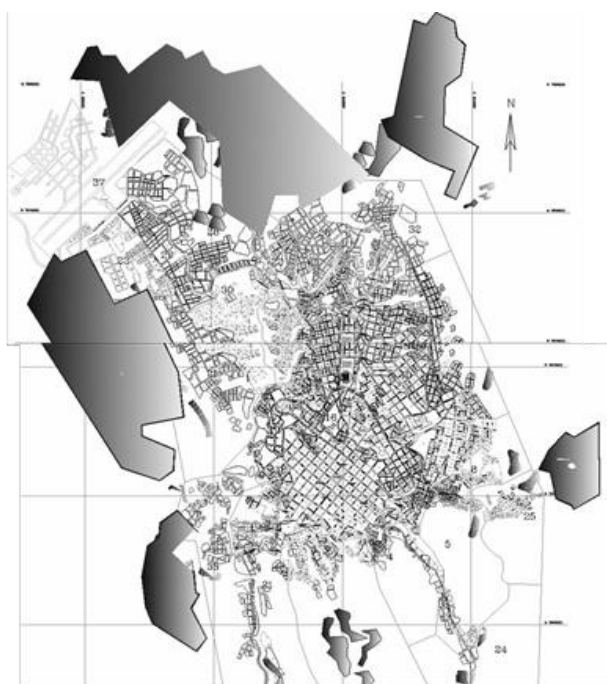


Figura 10 Zona Peri Urbanas de la ciudad de Sucre

Identificación del proceso de construcción en las zonas periurbanas de la ciudad de Sucre

El proceso de construcción en las zonas periurbanas de la ciudad de Sucre es desarrollado con tecnología tradicional sin considerar la flexibilidad funcional y el crecimiento de esta que necesitara a futuro.

El proceso de construcción del habitad humano tiene la necesidad de mejorar para brindar la comodidad necesaria a los usuarios a partir de la implementación de la vivienda flexible que se adaptara a las necesidades de los usuarios.



Figura 11 Vivienda en la zona de Lajastambo



Figura 12 Vivienda en la Zona de Aza



Figura 13 Vivienda en la Zona de Lechuguillas



Figura 14 Viviendas tipo en el Barrio Pueblo Nuevo

Identificación de tipos de predios para el emplazamiento del prototipo

De acuerdo con los estudios realizados en las zonas peri-urbanas de la ciudad de sucre, se han identificado una variedad de terrenos en cuanto a dimensión y perímetro de los predios destinados a la construcción de las viviendas; por tanto, para el desarrollo del prototipo se ha decidido considerar las normativas urbanas, de división y lotificación de predios.

El prototipo se genera en función a una superficie mínima, siendo este 150 m², considerando una longitud mínima de 6m en la parte frontal; estos parámetros nos permitieron desarrollar un prototipo de vivienda que puede ser adaptado a cualquier superficie.

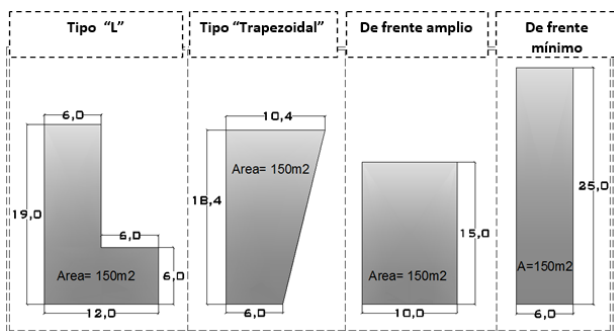


Figura 15 Tipos de predios identificados en el análisis realizado

Módulo de crecimiento

Para la creación del prototipo se unifica las áreas húmedas y secas ya que a partir de las mismas se logrará el crecimiento y reducción de ambientes, logrando de este modo la flexibilidad necesaria de acuerdo con la demanda funcional de los usuarios.

El crecimiento modular se genera a partir del módulo central, logrando su crecimiento en dos direcciones (longitudinal y transversal).

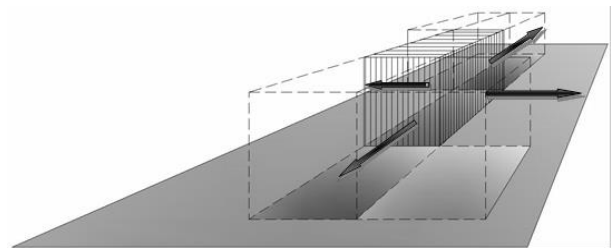


Figura 16 El crecimiento modular

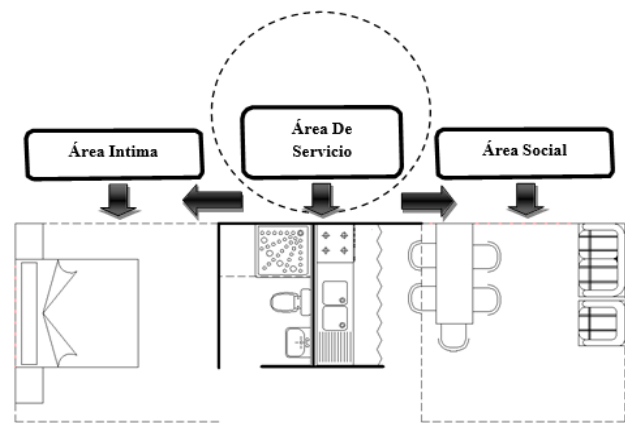


Figura 17 Centralización de áreas húmedas en perspectiva y centralización de áreas húmedas en planta

Unidad básica de crecimiento (etapa 1)

A partir de unidad básica de crecimiento se considera las posibilidades de ampliación o reducción de ambientes a partir de la acción horizontal de planos.

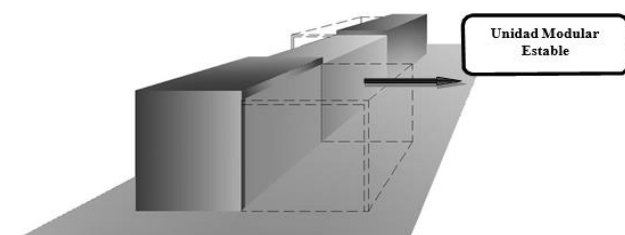


Figura 18 Unidad básica de crecimiento de las áreas social e íntima

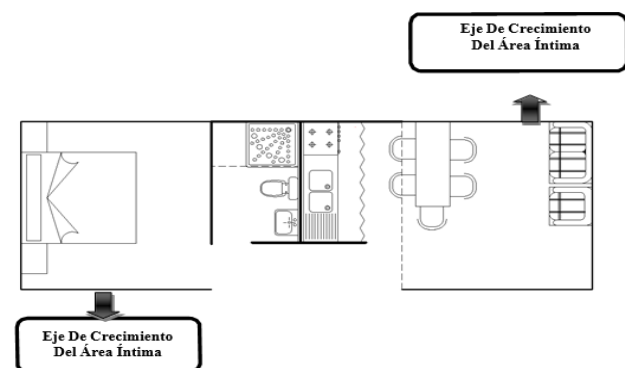


Figura 19 Unidad básica de crecimiento de las áreas social e íntima

Unidad básica ampliada (etapa 2)

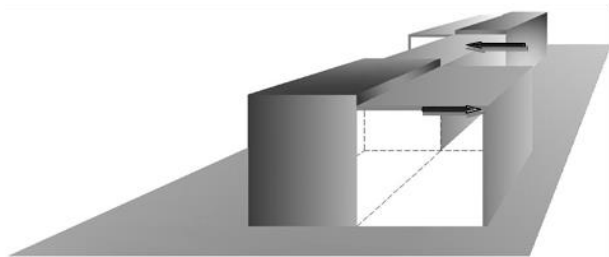


Figura 20 Aplicación de la flexibilidad a partir del desplazamiento horizontal

El crecimiento de los ambientes al interior de la vivienda se da a partir de los dos extremos accionando los planos de manera horizontal, llegando a generar otros ambientes paralelos, logrando de este modo la flexibilidad funcional requerida por los usuarios.

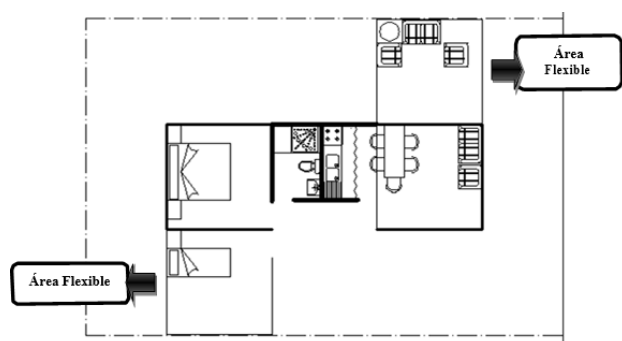


Figura 21 Flexibilidad de ambientes en planta

Aplicación de materiales

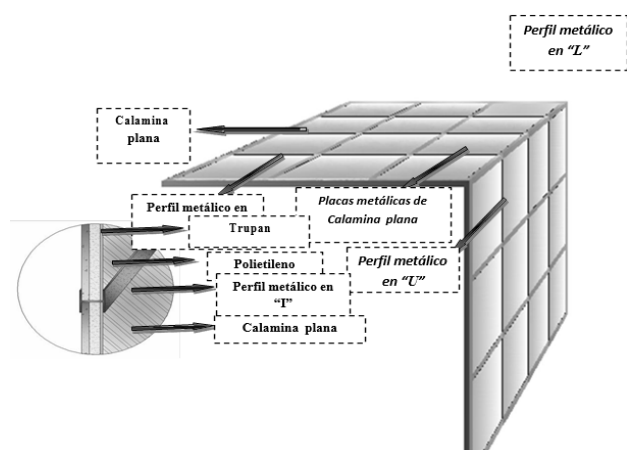


Figura 22 Módulo de desplazamiento

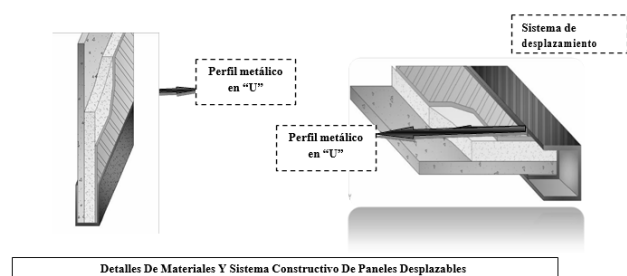


Figura 23

Marco contextual

El éxodo rural se transformó en uno de los fenómenos sociales más importantes, la población urbana se sufre aumento al punto de triplicar a la rural, en un ritmo que se incrementa año tras año donde el volumen de los desplazamientos hacia la ciudad ha superado por amplio margen los aumentos en la demanda de trabajo de la economía urbana.

Las características de la vivienda en nuestro medio dependen del clima, del terreno, de los materiales disponibles, de las técnicas constructivas y de los factores simbólicos como la clase social o los recursos económicos de sus propietarios, donde en algunas zonas, las personas han compartido su casa con los animales domésticos.

Hoy las viviendas también disponen de diversas zonas no habitables, como talleres, garaje o habitaciones de invitados, aparte de los diversos servicios que se necesitan en la vida diaria.

Las casas se construyen por encima o por debajo del nivel de suelo, aunque la mayoría de las viviendas modernas están emplazadas en un nivel superior al del terreno y pocas veces sobre sótanos semienterrados.

Los materiales más utilizados son la propia tierra, madera, ladrillos, piedra, y cada vez en mayor medida hierro y hormigón armado, sobre todo en las áreas urbanas. la mayoría de las veces se combinan entre sí, aunque la elección depende del proyecto arquitectónico, de los gustos del cliente y, sobre todo, del precio del material o de la facilidad de su puesta en obra. entre las instalaciones domésticas, cada vez está más extendida la calefacción, cuyo diseño depende del clima y de los combustibles disponibles, el agua corriente caliente y fría.

Marco teórico

Calidad de vida en la vivienda: una ruta para medir el grado de satisfacción de esta necesidad es la estimación de la calidad de la vivienda a partir de tres componentes básicos: calidad de construcción, calidad de habitabilidad, y calidad de servicios básicos.

Para calcular el grado de satisfacción de las insuficiencias de vivienda, se debe tomar en cuenta el contexto, y forma de desarrollo y el crecimiento adecuado de las personas en cuanto al esparcimiento social, cultural y biológico.

El espacio familiar surge en función a una necesidad básica, que debe ser absuelta por medio de los materiales y técnicas constructivas, además de los servicios básicos como: agua potable, instalaciones sanitarias, energía eléctrica.

Espacio habitable: no es un simple 'lugar', es 'el lugar', donde una sociedad, un grupo, un individuo, realiza las actividades más variadas, pero donde también se estabiliza, se desarrolla, procrea, busca su felicidad y pasa sus últimas horas.

Vivienda: la vivienda es un elemento básico para la habitabilidad del ser humano, es el núcleo donde realiza sus actividades cotidianas, de descanso, alimentación, distracción, entre otros.

Por lo que los factores que la condicionan deben ofrecer protección y seguridad a agentes climatológicos, desastres naturales entre otros.

La vivienda arquitectónicamente es el espacio delimitado y destinado a cumplir una función, que es la de satisfacer las necesidades físicas, biológicas y espirituales del ser humano por estar en contacto con el medio natural. la vivienda surge en función a las necesidades de una familia en:

- Función, la forma, espacio y tecnología, de acuerdo con la cultura y costumbres, de sus habitantes, también determinada por el factor económico.
- Vivienda flexible. vivienda que tiene la capacidad de modificar las actividades humanas interiormente sin que ello implique una transformación radical y un costo elevado.
- Vivienda transformable, vivienda en la que se puede sumar o restar ambientes de acuerdo a la necesidad de los usuarios.

- Zonificación: ordenamiento de los elementos, por sectores parciales, en función de sus cualidades homogéneas, con el objeto de lograr mayor eficacia en su utilización y evitar interferencias entre las distintas actividades.
- Prototipo: Diseño sistémicamente organizado de algo nuevo a seguir.

Resultados y discusión

Resultados obtenidos

Resultados directos

La ejecución del proyecto —vivienda flexible para las zonas periurbanas de la ciudad de sucre a través de la aplicación de sistemas constructivos que permitan darle flexibilidad para lograr la acción y desplazamiento horizontal de planos— dará como resultado un mejor uso funcional de los ambientes destinados al uso de los habitantes.

Resultados indirectos

El procedimiento de la presente investigación será un aporte como nueva propuesta tecnológica – constructiva que le otorgará un nuevo valor y visión futura a los sistemas constructivos debido a sus características a través de la fusión de materiales.

Discusión

A través de la aplicación de sistemas constructivos sencillos y ligeros se permitió lograr la flexibilidad funcional al interior de la vivienda, logrando de este modo un prototipo de vivienda flexible aplicable a cualquier tipo y forma perimetral de los predios, donde se busca dar solución inmediata a la problemática planteada a partir de la necesidad de los usuarios.

Con la implementación de un nuevo sistema de desplazamiento de módulos, se logra el carácter flexible que se desea proporcionar a los usuarios a partir de la implementación de un sistema ligero, logrado a través de la adición de materiales que permiten lograr el aislamiento acústico y térmico sin recurrir a costosos materiales de construcción, reduciendo de este modo el costo de elaboración y el tiempo de construcción de las viviendas.

Conclusiones

La vivienda —flexible— dará un gran recorrido ofreciendo a las familias diferentes estilos de vida y cumpliendo con todas sus expectativas y necesidades, estas viviendas son importantes, porque podemos obtener una mayor flexibilidad en espacios más pequeños y gracias a las ideas arquitectónicas podríamos ganar metros cuadrados en la creación y nuevos diseños de viviendas. Estas viviendas son muy representativas en el futuro de la arquitectura ya que estas viviendas son tecnológicamente eficientes, con distribuciones racionalizadas y estéticamente innovadoras, que satisfacen las necesidades de las familias poniendo a su alcance un gran mejoramiento y estilo de vida. Las soluciones técnicas e ideas arquitectónicas son muy importantes para la creación y diseño de los distintos aspectos de una vivienda según las necesidades de las familias y principalmente los materiales que se utilizaran de este aspecto depende que la vivienda se mantenga en pie. Las viviendas pueden sufrir transformaciones en la actualidad, por ejemplo: la planta móvil si tiene una estructura mínima en el interior, planta móvil si posee algún elemento divisorio móvil y la planta de recinto neutro con espacios fijos utilizables de distintas maneras por su tamaño.

En todo el mundo existen grandes ejemplos de viviendas flexibles, la casa japonesa es uno de los mejores ejemplos, esta ofrece comodidad y orden con pocos elementos, las casas flotantes o chozas africanas, ofrece soluciones prácticas y económicas para acotar el espacio y compartimentarlo, esta presenta espacios diáfanos, multiusos en los que la intimidad se consigue mediante telas divisoras.

Recomendaciones

El objetivo principal que tiene la realización de la maqueta es demostrar que los espacios y elementos flexibles pueden ser adaptados a múltiples funciones y sean capaces de ser transformados, el objetivo principal es realizar una vivienda tecnológicamente eficiente, con distribuciones racionalizadas y estéticamente innovadoras que pueda cumplir con las necesidades de las familias, el diseño y creación nos permitió divisar mucho mejor la flexibilidad de una vivienda teniendo en cuenta los factores principales; la movilidad, diversidad y variabilidad.

- Es recomendable utilizar materiales sanos, carentes, reutilizables y reciclables para que a vivienda pueda ser transformada y adaptada a múltiples funciones sin ningún tipo de problema.
- El estudio acerca de viviendas flexibles nos enseña a obtener un mejor conocimiento ya que estas son muy importantes y representativas en el futuro de la arquitectura.
- Debemos tomar en cuenta las soluciones técnicas de distintos arquitectos, estas soluciones nos permitirán solucionar la falta de espacios multifuncionales y polivalentes.
- Es muy importante tomar en cuenta los factores principales que contempla una vivienda: la diversidad, variabilidad, movilidad que permitirán al ser humano encontrar su nuevo hábitat.
- La información de distintas ilustraciones nos enseña más acerca del reino de la arquitectura y sobre todo obtendremos el conocimiento suficiente para tratar la flexibilidad y movilidad en vida doméstica contemporánea, la exploración de lógicas constructivas hace que posibiliten ámbitos de viviendas más flexibles para adoptar la fugacidad del hombre.

Agradecimientos

Los investigadores agradecen a la dirección de investigación ciencia y tecnología (DICYT) de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca por el apoyo brindado en el desarrollo del presente trabajo.

Referencias

- <http://www.mcu.es/novedades/2008/novedades/madridesciencia.html>
- castellsmanuel (1983) —la _cuestión urbanall 9ª edición editorial siglo veintiuno. cerro del agua 248, méxico 20 d.f.
- <http://fc.uni.edu.pe/solar/fv.html>
- http://www.cfg.uchile.cl/semestre1/_2001/arquitectura/modulo4/clase4/texto/estructura.htm

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Ingeniería Civil. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

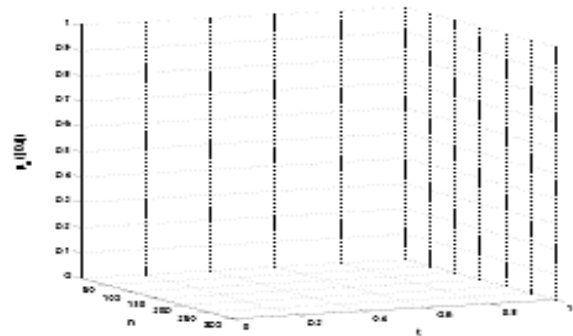


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

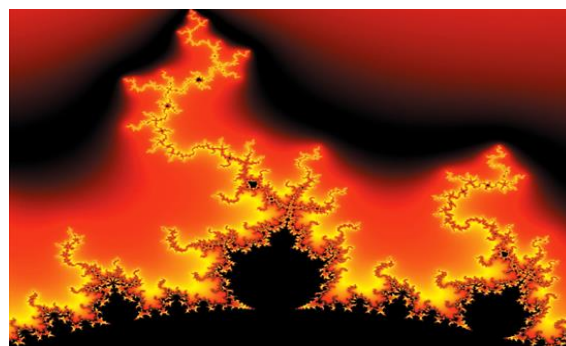


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo, en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

- Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores.
- Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores.

Reserva a la Política Editorial

Revista de Ingeniería Civil se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Civil emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Perú para su Revista de Ingeniería Civil, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

| Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores | Firma |
|---|-------|
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |
| 4. | |

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dada a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

JALIRI-CASTELLON, María Carla Konradis. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Republic of Peru), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

Revista de Ingeniería Civil

“Tabique aislante sustentable”

CRUZ-CAMARGO, Pedro & DOMÍNGUEZ-NORIEGA, Alonso

“Metodología para el aprovechamiento de la iluminación natural en los edificios y la cuantificación de sus beneficios energéticos”

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, Alberto & MORILLON-GÁLVEZ, David

Universidad Nacional Autónoma de México

“Simulación energética de prototipo de vivienda de interés social para evaluar el confort térmico”

TORRES-AGUILAR, Carlos, SERRANO-ARELLANO, Juan, MACIAS-MELO, Edgar y TREJO-TORRES, Betzabeth

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

“Vivienda flexible para los barrios periurbanos de la ciudad de Sucre”

ACHÁ, Napoleón

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca

