

Estudio de eficiencia energética del aula académica de un centro educativo bajo la norma NOM-020-ENER-2011

Energy efficiency study of the academic classroom of an educational center under the norm NOM-020-ENER-2011

GARCÍA-RODRÍGUEZ, Francisco Javier^{†1}, SERRANO-ARELLANO, Juan^{*2}, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos² y TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth²

¹Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ingeniería Mecatrónica, ITC-TecNM. Av. García Cubas 1200 Esquina Ignacio Borunda, Col Fovissste, Celaya, Gto. CP. 38010. México

²Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, División de Arquitectura-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411

ID 1^{er} Autor: Francisco Javier, García-Rodríguez / ORC ID: 0000-0001-5342-9052

ID 1^{er} Coautor: Juan, Serrano-Arellano / Researcher ID Thomson: F-1060-2013

ID 2^{do} Coautor: Juan Carlos, Rodríguez-Uribe / CVU CONACYT ID: 166235

ID 3^{er} Coautor: Zaira Betzabeth, Trejo-Torres / CVU CONACYT ID: 774137

Recibido: Septiembre 20, 2018; Aceptado Diciembre 15, 2018

Resumen

La eficiencia energética en la envolvente de un edificio se presenta como una importante alternativa para evitar el uso excesivo de sistemas de climatización artificial, reduciendo así, el consumo energético y los impactos ambientales, sociales y económicos derivados de dicho consumo. En la actualidad se emplea la norma oficial mexicana NOM-020-ENER-2011, eficiencia energética en edificaciones la cual fue diseñada con el fin de mejorar el diseño térmico de las edificaciones, limitando las ganancias de calor por medio de la envolvente. Se estableció a nivel nacional una plataforma de cálculo de la norma NOM-020-ENER-2011, la cual fue diseñada y desarrollada por encargo de la agencia danesa de energía para la CONUEE. El objetivo de la herramienta, es asistir en el proceso de diseño de las edificaciones de uso residencial y ayudar a tomar decisiones informadas sobre el diseño de la envolvente para reducir las ganancias de calor al interior de las edificaciones. Derivado de lo anterior se analizaron las condiciones térmicas en el espacio interior del aula académica en donde para el análisis se introdujeron a la plataforma de cálculo de la norma NOM-020-ENER-2011, los valores correspondientes a los materiales constructivos que conforman al espacio arquitectónico. Con lo anterior resultó que con base a los materiales que actualmente conforma a la envolvente del aula no cumple con los estándares que establece la norma lo que en forma directa se debe de establecer un nuevo diseño de la envolvente que conlleve a disminuir las ganancias de calor hacia el interior del espacio.

Abstract

The energetic efficiency in the presentation of an element is presented as an alternative alternative to avoid the excessive use of artificial air conditioning systems, thus reducing the energy consumption and the environmental, social and economic impacts derived from said consumption. Currently, the official Mexican standard NOM-020-ENER-2011 is used, energy efficiency in buildings that was designed to improve the thermal design of buildings, limiting calorie gains through the envelope. A platform for calculating the standard NOM-020-ENER-2011 was established at the national level, which was designed and developed on behalf of the Danish energy agency for CONUEE. The objective of the tool is to assist the design process of buildings for residential use and help make informed decisions about the design of the envelope to reduce the calorie gains inside the buildings. Derived from the above, the thermal conditions are analyzed in the interior space of the academic classroom where, for the analysis, the values corresponding to the construction materials that make up the architectural space are introduced into the calculation platform of the NOM-020-ENER-2011 standard. . With the foregoing it turns out that based on the materials that are currently designed to meet the standards that meet the standards that set the standard that is in direct form should be established a new design of the envelope that entails a decrease in profits of heat into the interior of space.

Citación: GARCÍA-RODRÍGUEZ, Francisco Javier, SERRANO-ARELLANO, Juan, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos y TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth. Estudio de eficiencia energética del aula académica de un centro educativo bajo la norma NOM-020-ENER-2011. Revista de Tecnología e Innovación. 2018, 5-17: 40-46.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jserrano@iteshu.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La envolvente de un edificio tiene un gran impacto en la cantidad de energía necesaria para mantener la temperatura interior dentro de un rango confortable. La NOM-020-ENER-2011 busca reducir las ganancias de calor en edificios residenciales a través de la envolvente del edificio, y así, disminuir la cantidad de energía necesaria para refrigeración.

La envolvente del edificio está compuesta por: muros exteriores, techos, superficies inferiores, ventanas y puertas. Al mejorar las características térmicas de estos componentes, podemos reducir la cantidad de calor que entra al edificio. Implementar las estrategias de eficiencia energética necesarias para cumplir con la NOM-020-ENER-2011 reduce los gastos en energía para enfriamiento en edificios habitacionales, y mejora el confort térmico de los usuarios del edificio. Adicionalmente, genera ahorros para el gobierno en subsidios a la electricidad. (Agencia Danesa de Energía, 2011) [1].

“Para lograr que un edificio brinde el confort necesario a las personas que lo habitan se tiene que pensar en diversos factores como son el sol, el clima, la estructura o situación del edificio., la iluminación y ventilación natural, los materiales constructivos” [2].

La luz tiene la capacidad de conferir personalidad a los espacios. Sea cual fuere el lugar en que se encuentre el usuario —cerrado o abierto, natural o construido— con un poco de observación caemos en la cuenta de que la iluminación, ya sea natural o artificial, es uno de los grandes factores que definen el ambiente. La luz condiciona la forma en que percibimos el mundo y el cómo nos sentimos, afecta nuestra salud y estado de ánimo e influye en la conducta; por todo esto es importante el diseño de iluminación [3].

Uno de los aspectos esenciales en el desarrollo humano es el educativo; desafortunadamente, los espacios educativos de nuestro país no se han adecuado a las premisas de habitabilidad educativa, y se encuentran ajenos a principios de sustentabilidad.

Los centros educativos deben ser adecuados, sanos, seguros y deben facilitar los procesos de aprendizaje, tanto para alumnos como para docentes; garantizando la calidad de las actividades que ahí se llevan a cabo. Respondiendo fundamentalmente, al contexto físico y cultural del sitio donde se establecen [4].

La Iluminación natural, definida como la iluminación que se puede obtener del sol, juega un papel muy importante al hacerse visible en el entorno, asegurando una conexión con el ambiente exterior, las radiaciones externas y las condiciones de cielo. Aportando, luz natural a la arquitectura, y uniendo las necesidades de racionalizar el gasto energético de los edificios, situando en un lugar preferente a la hora de idear el proyecto arquitectónico [4].

El presente estudio tiene el objetivo de analizar los elementos básicos que impartan en la edificación como muro, ventanas, puertas, y techo para así saber qué tipo de materiales hay en la edificación y con esto meter datos en la NOM-020-ENER-2011, ya que esto nos ayudara a tener un resultado de eficiencia energética que ayudara a tener una mejor mejora de iluminación luz en el área de un cubículo de profesores.

Esta norma tiene el objetivo de optimizar el diseño de edificaciones desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, obteniéndose como beneficios, entre otros, el ahorro de energía por la capacidad de los equipos de enfriamiento y un mejor confort de los ocupantes. Se aplica tanto a edificios nuevos como a edificios ya existentes.

Presenta un método de prueba (cálculo del presupuesto energético), el cual se desarrolla y considera lo siguiente: cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia, determinación del coeficiente global de transferencia de calor (k) de las porciones de la envolvente, barreras de vapor. Orientación [4].

Metodología

Las herramientas a utilizar principalmente son para la propuesta de la eficiencia energética, esta es determinada por la NOM-020-ENER-2011, la cual se enfoca en el análisis de eficiencia energética en las edificaciones, como se muestra en la Figura 1 un aula de clases perteneciente a un IES (ITESHU) en el edificio E, donde se desarrolló el análisis. La metodología que se desarrolló con base al enfoque de la investigación es la siguiente:

- Análisis del sitio y del entorno.
- Climatología.
- Análisis de geometría solar.
- Análisis Bioclimático.
- Análisis del edificio.
- Análisis del usuario.
- Diseño de la propuesta de solución.

El área de estudio es un aula con fines académicos que se ubica en el edificio E de la institución y para su análisis se realizó un levantamiento arquitectónico del espacio que consistió en obtener las dimensiones del recinto, identificar elementos arquitectónicos como puertas y vanos, así como el mobiliario presente. Para poder trabajar con la hoja de cálculo emitida por la NOM-020-ENER-2011, para evaluar la eficiencia energética en edificaciones es necesario inicialmente establecer la planta arquitectónica del espacio a analizar, por lo que se utilizó un programa de tipo CAD para establecer el plano arquitectónico así como también se realizó el renderizado del modelo del aula.



Figura 1 Vista en planta del aula académica analizada
Fuente: *Elaboración Propia*

En la Figura 2 se muestra una vista interior del aula académica con el objetivo de poder dimensionar el espacio a analizar.



Figura 2 Vista interior del aula académica
Fuente: *Elaboración Propia*

Análisis del sitio y del entorno

La IES se localiza en la comunidad de El Saucillo que se localiza en el Municipio Huichapan del Estado de Hidalgo México y se encuentra en las coordenadas: Longitud: -99.707500 y Latitud: 20.317222 [5]. La localidad se encuentra a una mediana altura de 2170 metros sobre el nivel del mar. En la Figura 3 se observa la localización.



Figura 3 Mapa de la localización del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan en la comunidad de El Saucillo Huichapan

Fuente: www.googlemaps.com

Climatología

El territorio municipal se encuentran los siguientes climas con su respectivo porcentaje: Semiseco templado (88.0%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (10.0%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (2.0%). [5].

GARCÍA-RODRÍGUEZ, Francisco Javier, SERRANO-ARELLANO, Juan, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos y TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth. Estudio de eficiencia energética del aula académica de un centro educativo bajo la norma NOM-020-ENER-2011. Revista de Tecnología e Innovación. 2018, 5-17: 40-46

Analisis de geometria solar

Esta sección trata sobre la energía solar de onda corta incidente diario total que llega a la superficie de la tierra en un área amplia, tomando en cuenta las variaciones estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta. La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales leves durante el año.

El período más resplandeciente del año dura 3,1 meses, del 14 de marzo al 16 de junio, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado superior a 6,9 kWh. El día más resplandeciente del año es el 10 de mayo, con un promedio de 7,4 kWh.

El periodo más oscuro del año dura 2,5 meses, del 11 de noviembre al 27 de enero, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado de menos de 5,3 kWh. El día más oscuro del año es el 20 de diciembre, con un promedio de 4,7 kWh.

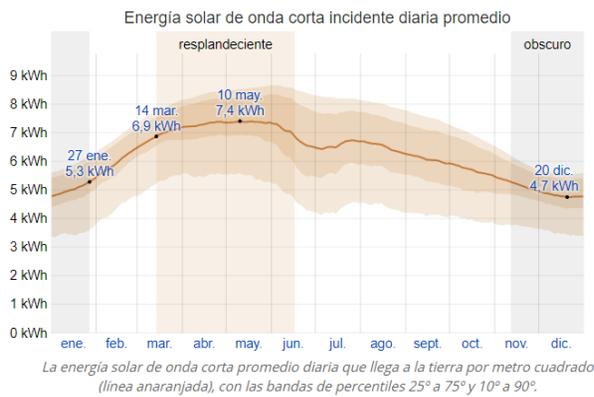


Figura 3 Energía solar de onda corta incidente diario promedio

Fuente: www.es.weatherpark.com

Analisis del edificio

El edificio donde se ubica el aula que analizaremos tipológicamente representa un modulo de sentido rectangular en donde en las fachadas principal y posterior se identifican vanos de distintas dimensiones asi como los materiales presentes en la envolvente son: concreto, acero, mampostería y cristal.

Analisis del usuario

El espacio analizado es utilizado por alumnos de diversos semestres de la carrera de arquitectura (turno matutino y vespertino) así como por los docentes, los cuales imparten clases. Finalizada la etapa anterior, de manera virtual se da inició al análisis por medio de la norma NOM-020-ENER-2011 el cual consiste en introducir en una herramienta de cálculo que la misma norma estipula los datos del propietario, nombre del edificio a realizar, estado, ciudad y los niveles con los que cuenta como se muestra en la Figura 4.



Figura 4 Captura de información en la hoja de cálculo de la NOM-020-ENER-2011

Una vez que se ingresa la información concerniente para dar de alta a la edificación, se procede a realizar la captura de la envolvente de la construcción que se analiza, como son muros, en donde se selecciona la orientación a analizar, el tipo de material con el que está construido el muro, el área del espacio a analizar y de manera general el sistema constructivo con el que cuenta cómo se puede observar en la Figura 5.



Figura 5 Captura del sistema constructivo de la edificación

Fuente: *Elaboración Propia*

Posteriormente, se realiza la captura de techo o superficie inferior, dicha herramienta nos permite seleccionar el tipo de porción, dimensiones y materiales con los que está construido la cubierta del recinto con el objetivo de conocer el material utilizado y las características, físicas, mecánicas, térmicas, acústicas del material, como se puede observar en la Figura 6.



Figura 6 Captura del techo o superficie inferior de la edificación

Fuente: Elaboración Propia

En cuestión de ventanas se requiere colocar el tipo de ventana con la que cuenta la edificación y del mismo modo determinar en campo la orientación de las ventanas con el objetivo de conocer que cantidad de iluminación y radiación solar incide sobre este elemento, del mismo modo se determina el área con la que cuenta respecto a los m² construidos, es necesario determinar el tipo y espesor del vidrio, finalmente se debe determinar si existe algún tipo de elemento arquitectónico que proporcione sombra a la ventana, ya que esto perjudicaría en el diseño de iluminación y radiación del elemento a analizado, todo ello se muestra en la Figura 7.



Figura 7 Selección de materiales y orientación para el elemento constructivo ventana

Fuente: Elaboración Propia

Una vez capturado en la hoja de cálculo de la NOM-020-ENER-2011, los materiales constructivos, el techo o superficie inferior y las ventanas, se procede a realizar la captura de las puertas con las que cuenta la edificación, ingresando datos como son; ubicación de la puerta, superficie de ocupación, materiales con los que cuenta. Posterior a ello se realiza la confirmación de todos los elementos que integran la envolvente, una vez revisados se procede a la confirmación de la información como se muestra en la Figura 8.



Figura 8 Captura del elemento constructivo puerta

Fuente: Elaboración Propia

Ya realizando la captura de todos y cada uno de los elementos que integran la envolvente la hoja de cálculo permite realizar una revisión previa, que permite identificar si existe algún error en cuanto a la captura de los materiales, permite realizar la ratificación de las dimensiones o características de los materiales, dicha norma permite identificar si algunos materiales cumplen o no con la especificación como se muestra en las Figuras 9 y 10.

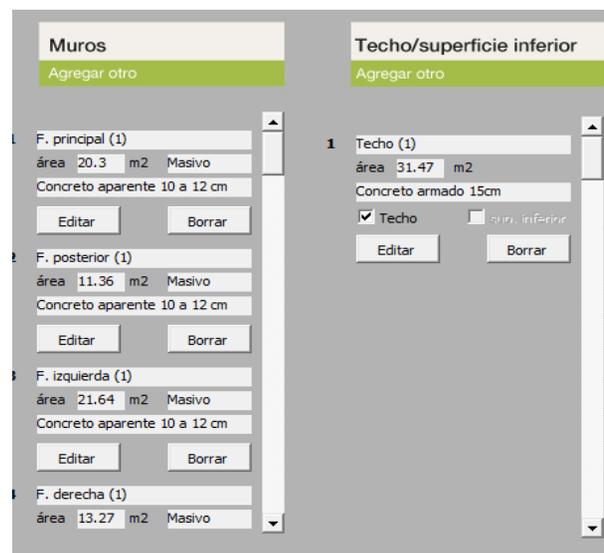


Figura 9 Revisión en el sistema la información capturada

Fuente: Elaboración Propia

Figura 10 Revisión de información capturada den el sistema de ventanas y puertas
Fuente: *Elaboración Propia*

Resultados

Una vez capturada la información en la hoja de cálculo emitida por la NOM-020-ENER-2011, Norma Oficial Mexicana Nom-020-Ener-2011, Eficiencia Energética en Edificaciones. - Envoltente de Edificios. Esta norma optimiza el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envoltente, obteniéndose como beneficios, entre otros, el ahorro de energía (CONUEE, 2011).

Como se puede observar en la Figura 10 los resultados emitidos por el cálculo realizado con anterioridad se puede determinar que el gasto energético en la edificación analizada es mayor al permitido por la NOM-020-ENER-2011, debido a que se identifica un incremento del 87.7%, en comparación con el Edificio de referencia que estipula la norma.

	Conducción (W)	Radiación (W)	Total (W)
Edificio de referencia	267.63	1110.93	1378.56
Edificio proyectado	1452.06	1138.77	2587.83

Cumple con la norma Si No -87.7%

Figura 10 Resultados obtenidos del cálculo de los materiales de la envoltente
Fuente: *Elaboración Propia*

Del presente análisis se puede observar que la conducción de eficiencia energética en el edificio proyectado es alta de acuerdo con el de referencia lo que nos indica que se tiene que proponer un estudio de iluminación que ayude a cumplir con la norma.

Es importante dar a conocer que para el edificio de referencia corresponda al edificio proyectado, el área total de cada una de las componentes para cada orientación debe ser igual para ambos.

Las paredes del edificio para uso habitacional de referencia se consideran con 90% de parte opaca (muro) y 10% de parte no opaca (transparente) y el techo con 100% de parte opaca y 0% de parte no opaca. La ganancia de calor a través de la envoltente del edificio para uso habitacional de referencia, es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar. (CONUEE, 2011).

Conclusiones

Ya realizado el análisis se obtuvo resultados negativos en eficiencia energética de acuerdo con la metodología de la norma, por lo que se reestructuraron las condiciones de la envoltente, se volvió a recalcular hasta cumplir con los valores establecidos por la norma. Por lo tanto, en cuanto al cálculo de la norma y la eficiencia energética se debe cumplir, además, con las especificaciones de la edificación con respecto al edificio de referencia, dicho lo anterior se determina que se debe de tener un estudio de eficiencia energética enfocado al análisis de materiales a emplear en la envoltente de la edificación, del mismo modo realizar otros análisis como el de iluminación ya que el porcentaje de radiación solar es muy alto lo que hace que la edificación acumule mucha energía solar lo que deriva que el espacio se encuentre con una temperatura alta para las actividades a desempeñar en el mismo.

Otro aspecto es que las áreas no cuentan con el confort térmico adecuado para el desarrollo de las actividades académicas.

Derivado de esto se propuso realizar un estudio de los materiales adecuado a utilizar considerando las condiciones climáticas del lugar, así como la orientación de la edificación, esto permitirá que en futuras construcciones enfocadas al desarrollo educativo se tenga de manera natural un confort térmico estable para el usuario. Lo cual permitirá tener el cumplimiento de la norma de Eficiencia Energética para Edificaciones.

Referencias

[1]NOM, N. O. M. 020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones. *Envolvente de edificios para uso habitacional*.

[2]Gómez, A. (2018). Propuesta de arquitectura bioclimática para la localidad de Molinos (Distrito de Molinos, Jauja, Perú).

[3]Paz, O. (2018). La mucha luz es como la mucha sombra: no deja ver... *Revista Digital Universitaria*, 19(3).

[4]Sánchez-Cisneros, B. L. (2016). Propuesta para lograr confort térmico en las aulas de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio en Tepic, Nayarit (Master's thesis, ITESO).

[5]Bardales, J., & Violeta, E. (2018). Sistemas de iluminación natural y confort lumínico aplicado al diseño de un museo marino.

[6]en Edificaciones, E. E. NOM-008-ENER-2011. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), México.