

Aplicación de la NOM-008-ENER-2001 en Edificios de Enseñanza

Área temática: Energía

***Aida López Cervantes, **Jorge Flores González, ***Haydee Pérez Castro.**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ingeniería y Arquitectura

Tel/fax (01 914 33) 6 09 40

*E-mail: arqalo@hotmail.com

Tel: 914 33 60471

**E-mail: jf7001@prodigy.net.mx

Tel: 993 3125066

***E-mail: deargayd@hotmail.com

Tel: 993 3125066

No afiliado a la Somedicyt

Introducción

La dotación de escuelas en México fue resultado de la Revolución, que hacia la tercera década del siglo XX comenzó a sufrir un rezago en la cantidad de locales requeridos. Éste déficit fue resarcándose desde el 23 de Marzo de 1944 gracias a la aparición de CAPFCEⁱ, Sin embargo a la vuelta de los años esta buena intención de dotar de escuelas a la nación con equidad, ha tenido un revertimiento en la rentabilidad de los costos energéticos y en las condiciones ambientales necesarias para un buen aprovechamiento de las aulas, pues aún de querer adaptarse a situaciones climáticas particulares, no se ha logrado en zonas donde las temperaturas son extremas.

Dentro de los esfuerzos encaminados a hacer un uso más eficiente de nuestros recursos energéticos, el gobierno federal así como instituciones de educación superior y organismos afines, han promovido la creación de la primera norma de Eficiencia Energética Aplicada a Edificios No Residenciales, la NOM-008-ENER-2001.

Dentro de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco se han venido observando en los edificios de enseñanza, las siguientes situaciones:

- Problemas de carácter térmico en la envolventeⁱⁱ del edificio, lo que repercute en el ambiente interior.
- La falta de confort ambiental se presenta como un obstáculo para el correcto desempeño de actividades y del rendimiento escolar.

Debido a esto se han implementado sistemas mecánicos de ventilación, iluminación, y enfriamiento, que más de las veces son insuficientes y que por el contrario generan un consumo excesivo de energía.

Es por tanto, tarea primordial de los investigadores de la arquitectura bioclimáticaⁱⁱⁱ en la región indagar, explorar, analizar, evaluar, considerar y proponer las condiciones ambientales de los espacios educativos (aulas).

La investigación tiene como objetivo principal aplicar la “*NORMA Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolvente de Edificios No Residenciales*” para evaluar la envolvente de los edificios en la División Académica de Ingeniería y Arquitectura de la UJAT.

De acuerdo a esto se marcan más específicamente los siguientes puntos:

- Conocer y analizar las ganancias térmicas de la envolvente, en función de sus características de diseño.

- Analizar el consumo energético.
- Elaborar sugerencias a una problemática específica acordes a lo dictado en la norma NOM-008-ENER-2001.

Del carácter del problema se define como enunciado de la investigación que: *“LAS AULAS DE LOS EDIFICIOS EN LA DIVISIÓN ACADÉMICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, NO SON EFICIENTES TÉRMICAMENTE POR SUS CONDICIONES O CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO”*.

Normatividad

En México el tema de ahorro de energía es prácticamente reciente, el 6 de Abril del 2001 es publicada en el Diario Oficial de la Federación, como Norma Oficial Mexicana la NOM-008-ENER-2001, cuyo enunciado es “Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolvente de Edificios No Residenciales”, su campo de aplicación son los edificios nuevos y las ampliaciones de los ya existentes y tiene como objetivo: ***limitar las ganancias de calor de las edificaciones a través de la envolvente, con el objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.***

La Norma se basa principalmente en el cálculo del presupuesto energético de la envolvente^{iv} del edificio, en dos rubros principales que son: ***las ganancias de calor por conducción y las ganancias de calor por radiación***; dejando fuera los aportes de calor consecuentes de usuarios y equipos.

Al respecto se tiene que a la envolvente se debieran sumar una serie de cargas térmicas no contempladas en la Norma y que podrían influir de manera importante en el resultado, considerándose las siguientes:

- Calor por radiación de los materiales
- Calor generado por los usuarios
- Calor generado por equipo eléctrico

Factores Climáticos

Para fines de la presente investigación, se analizaron los datos de humedad relativa y temperatura ambiente proporcionados por el Centro de Investigación y Posgrado de la División Académica de Ingeniería y Arquitectura, los cuales corresponden a los meses de Enero a Julio del 2003.

De los datos obtenidos se deduce que las condiciones más críticas en cuanto a temperaturas altas se presentan durante los meses de abril a junio, estableciéndose como recurso climatológico utilitario el viento presente durante estos meses, con dirección de incidencia proveniente del Norte al Noreste.

Elección de la Muestra

Se definieron como edificios muestra el D y el N. **El edificio N** por presentar características similares al resto del conjunto y **el edificio D**, por el contrario, se destaca por presentar características diferentes.



Consumo Energético

La manera de conocer y cuantificar la cantidad de energía requerida en las aulas, se efectúa mediante un diagnóstico de consumo energético.

El proceso que se siguió para el diagnóstico del consumo energético se conformó de dos grupos de datos. El primero correspondiente al levantamiento de equipos de iluminación, ventilación, y de enfriamiento, y el segundo formado por los patrones de uso de los salones. Mediante la relación de ambos grupos se determinó el consumo energético, donde los indicadores fueron el número de equipos, su potencia (watts) y el tiempo de uso. Para ello los patrones de uso y formas de consumo energético serán indicadores primarios del gasto que implica climatizar artificialmente las aulas.

	<i>EDIFICIO</i>	<i>SEMANA</i>	<i>MES</i>
TABLAS 1 HORARIO ASIGNAD	D	219.4 Kw	877.6 Kw
	N	226.5 Kw	906.0 Kw
TABLAS 2 HORARIO CORRIDO	D	420 Kw	1680 Kw
	N	330 Kw	1320 Kw

Tabla Comparativa de los Consumos Totales Semanal y Mensual de los Edificios D y N; Horario Asignado y Horario Corrido.^v

La tabla muestra la comparativa entre los horarios asignados y los horarios corridos, de ellos se aprecia que el horario corrido provoca que los valores de consumo se vean modificados de forma inversa, a las condiciones establecidas en el horario asignado. De lo anterior se deduce:

Horario asignado

Consumo Energético Edificio D < N Consumo Energético Edificio

Horario corrido

Consumo Energético Edificio D > N Consumo Energético Edificio

Esta relación se debe a que los sistemas de aire acondicionado siempre están controlados en su uso.

Evaluación de la Eficiencia Energética

Una vez efectuado el cálculo bajo la normativa tanto en Excel como en el Software proporcionado por la CONAE se obtuvo que los edificios:

NO CUMPLEN CON LA NORMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

De los resultados negativos en cuanto al cumplimiento de la norma, se detectó que para ambos edificios el mayor problema radica en el cálculo comparativo de las ganancias de calor por conducción de partes opacas encontrándose el edificio N, en el orden del 535.29 % más alto para el edificio real respecto al de referencia. En las ganancias por radiación no se tiene mayor problema, como consecuencia de los volados que protegen de la incidencia solar a las ventanas, en estas el porcentaje es de un 256.21 % menor para el edificio real respecto al de referencia.

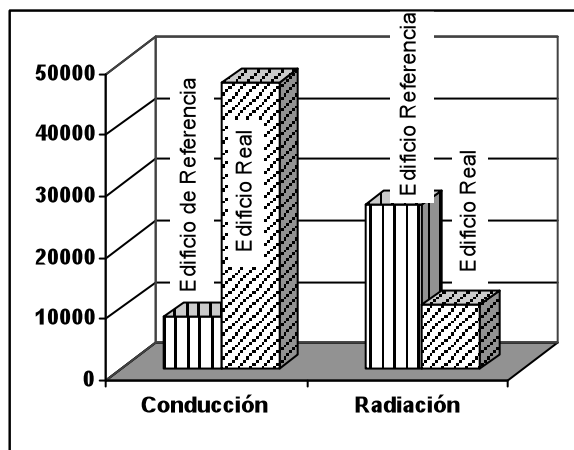
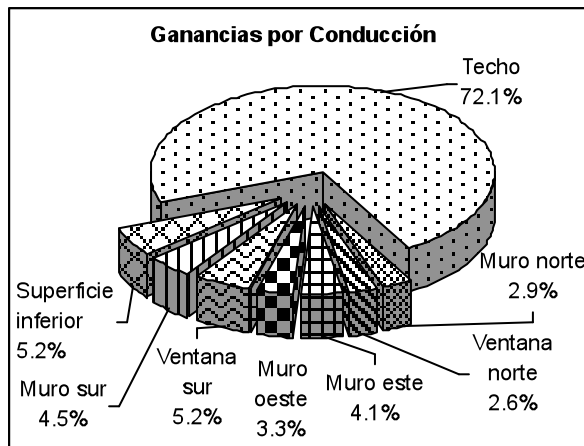


Gráfico de las Ganancias de Calor en los Edificios

En base a lo anterior, se tomó la decisión de realizar propuestas encaminadas a modificar las ganancias por conducción de las partes opacas de la envolvente. De esto resultó que el techo es el de mayor aporte en cuanto a ganancias de calor, con un 72.1% del total por conducción y el resto como son los muros Norte, Este, Sur y Oeste, con el restante 27.9%.



Ganancias de Calor por Conducción del Edificio Real

Las variables determinantes que se involucraron en el cálculo por conducción se encuentran relacionadas en la constitución del techo en cuanto al espesor de las capas que lo conforman y de los valores de conductividad térmica, siendo éstos los principales

valores que determinan la transferencia de calor por conducción del techo. Así, que una reestructuración de ellas modificaría los aportes térmicos por conducción.

Alternativas de Solución

Las consideraciones para la propuesta de modificación se encuentran encaminadas a cumplir con la norma de eficiencia energética de la envolvente. Para lo cual se consideraron cuatro variantes en cuanto a la constitución que pudiera tener la cubierta.

- Adición de capas de material (empastados)
- Aplicación de plafones aislantes
- Cambio de tipo de losa (en nuestro caso losa casetonada)
- Reestructuración en base a un techo escudo.

Determinándose valores diferentes en el coeficiente de transferencia de calor, tal como se muestra en la siguiente tabla:

CASO	COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR (K)	CUMPLIMIENTO CON LA NORMA
Techo_1_real	3.1714	No
Techo_2_yeso	2.8118	No
Techo_3_aislante_vitrocort	1.2879	No
Techo_4_casetonado	1.033	Si
Techo_5_escudo	0.7642	Si

Los valores obtenidos para el caso “Techo_2_yeso”, mostró que la adición de capas de material de recubrimiento como es el caso de yeso, o morteros cemento-arena, cemento-cal-arena, no influyen de manera significativa en la reducción del valor del coeficiente de transferencia de calor, y por lo tanto, esta solución resulta no viable para el cumplimiento de la norma.

Para el caso “Techo_3_aislante_vitrocort”, se propuso un aislante a base de espuma rígida poliuretano, adherida al techo como una capa más como integrante del mismo; los resultados indican que tampoco se cumple con la norma.

En el caso “Techo_4_casetonado”, se evaluó una cubierta casetonada que **si** aprueba la norma.

Y por último, para el caso “Techo_5_escudo” se planteó una doble cubierta con un espacio o cámara de aire, que funge como aislante; en este caso las cámaras de aire deberán encontrarse ventiladas de tal forma que puedan disipar la mayor parte de calor. Con estas características los resultados mostraron que **si** aprueba la norma.

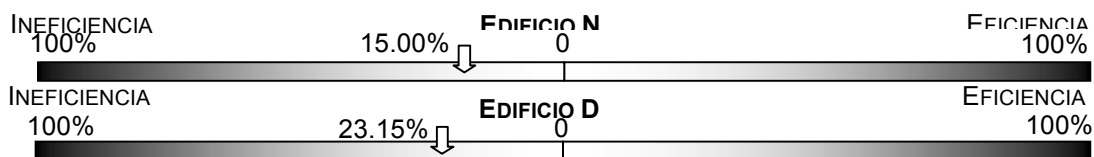
De acuerdo al gráfico mostrado los casos referentes al techo 4 y 5, son los únicos que aprueban. Como se observa la tendencia para cumplir con la norma, se manifiesta cuando los valores casi igualan a la unidad o se encuentran por debajo de la misma.

Conclusiones

Los resultados obtenidos de la evaluación resultan preocupantes, ya que es apreciable la ineficiencia energética bajo la cual se encuentran nuestros edificios, muestra de ello es la siguiente tabulación:

UBICACIÓN	Excel	GANANCIA POR CONDUCCIÓN	GANANCIA POR RADIACIÓN	TOTAL
VILLAHERMOSA	EDIFICIO DE REFERENCIA	36,072.98	3,433.81	39,506.79
	EDIFICIO REAL (EDIFICIO D)	44,480.42	4,173.29	48,653.71
	EDIFICIO DE REFERENCIA	44,549.46	8,378.42	52,927.89
	EDIFICIO REAL (EDIFICIO N)	50,383.11	10,486.23	60,869.23

Por lo que si consideráramos el etiquetado de cada edificio sería descrito de la siguiente manera:



Gráficos que corroboran la percepción de incomodidad térmica de los espacios contenidos en ambos edificios; incomodidad ligada a una cuestión de diseño de la envolvente. En consecuencia, resulta apremiante el cambio de visión, en la concepción de espacios para de esta manera obtener envolventes más eficientes.

Para concluir se sugiere que en los procesos con miras a la eficiencia energética las cargas térmicas proporcionadas tanto por equipo, usuario, y la misma edificación deberían convertirse en elementos programáticos del proyecto de diseño arquitectónico.

Bibliografía

- ALEMANY, Alba, et. Al., **Climatología, Iluminación y Acústica**. Aplicación en la arquitectura, Edición del Departamento de Edición del ISPJAE, La Habana, Cuba, 1986.
- FERNÁNDEZ, García Raúl, **Metodología De La Investigación**, 1997, editorial Trillas, México D.F., 2ª reimpresión 1983, 1983.
- GARCÍA CHÁVEZ, José Roberto, **Trópico Húmedo, Diseño Bioclimático**. UAM, México, 1987.
- GARCÍA CHÁVEZ, José Roberto, **Diseño Bioclimático Para Ahorro De Energía Y Confort Ambiental Integral**, UAM, 1º Ed. 1994. , México, 1996.
- RAMÓN, F., **Ropa, Sudor Y Arquitectura**, Blume, Madrid, 1980.
- SÁMANO, Diego A. y Bernardo Vázquez, “**Ahorro de energía en la vivienda en clima calido-húmedo**”, en la Reunión Nacional Sobre la Energía y el Confort, Instituto de Ingeniería, Mexicali BC, Universidad Autónoma de Baja California, 1988.
- SZOKOLAY, **Arquitectura Solar**, Ed. Blume; Barcelona, 1983.
- YANNAS, Simon, **Solar Energy And Housing Design**, Architectural Association; Vol. 1; Londres, 1994.

Citas Bibliográficas

ⁱ Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas.

ⁱⁱ Se describe como envolvente a la parte formada por el techo, paredes, y vanos que conforman la parte externa de un edificio.

ⁱⁱⁱ Es aquella arquitectura que diseña para aprovechar el clima y las condiciones del entorno con el fin de conseguir una situación de confort térmico en su interior. Juega exclusivamente con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos complejos, aunque ello no implica que no se pueda compatibilizar.

<http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Facility/8776/Pag01E.html>, Marzo del 2004

^{iv} Se describe como envolvente a la parte formada por el techo, paredes y vanos que conforman la parte externa de un edificio.

^v Se estableció como **horario corrido**, a las condiciones que incluyen la estancia de los alumnos dentro de las aulas, aun sin que estos tengan clase asignada, pero que mantienen encendidos los equipos de iluminación y ventilación durante el periodo de las 8:00 hrs a las 14:00 hrs. Y como **horario asignado**, a las condiciones ideales de utilización de los equipos, esto es que una vez terminadas las clases, se apagan ventiladores y luminarias de aulas, talleres y laboratorios.