

ESTUDIO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA VENTILACIÓN NATURAL EN DIVERSAS CIUDADES DE LA REPÚBLICA MEXICANA

Iván Oropeza Pérez - IOropezaP@iingen.unam.mx

David Morillón Gálvez - damg@pumas.iingen.unam.mx

Instituto de Ingeniería, UNAM Ciudad Universitaria, Coyoacán México D.F.; C.P. 04510

5.1 Arquitectura Sustentable & Energía Solar

Resumen. Como es bien sabido, en las principales ciudades de la República Mexicana existen diferentes tipos de edificios que oscilan entre los tres hasta los cincuenta y cinco pisos de altura, los cuales consumen una cantidad de energía considerable. Este gasto de energía se debe en buena parte a la energía eléctrica que se utiliza para enfriar el edificio mediante sistemas de aire acondicionado. Es por esto que se requieren formas innovadoras de ahorro de energía que permitan contrarrestar el gasto excesivo que se presenta en el consumo energético de los edificios. Tal es el caso de la ventilación natural, que como su nombre lo indica, mediante la circulación de aire fresco, busca obtener un confort térmico dentro de un inmueble de forma natural, sin necesidad de utilizar cierto tipo de energía para que esto se lleve a cabo. El presente trabajo tiene como finalidad mostrar los beneficios que se presentan al utilizar la ventilación natural como un sistema pasivo de climatización en diferentes zonas de México.

Palabras clave: Ventilación natural, pasivo, atlas, ahorro de energía

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se analizará la posibilidad que hay de introducir la ventilación natural como un sistema pasivo de climatización en sustitución del aire acondicionado.

Se mostrará la factibilidad que hay para que esto suceda y se analizarán los beneficios que se pueden obtener por la utilización de este método.

El estudio de la ventilación natural ha venido aumentando gradualmente durante los últimos años debido a que el hombre se ha dado cuenta de los grandes beneficios de ventilar un inmueble naturalmente en términos de salud, confort y bienestar; así también de los grandes ahorros energéticos y económicos que se consiguen al evitar o reducir la ventilación mecánica y los sistemas artificiales de acondicionamiento de aire. Ahora hay estudios con apoyo de herramientas como los programas computacionales, modelos a escala, tubos de viento etc. para conocer a fondo el comportamiento de la ventilación natural. En México investigadores como Manuel Rodríguez Viqueira, Víctor Fuentes Freixanet y José Roberto García Chávez de la UAM Azcapotzalco han hecho numerosos estudios sobre este tema.

2. METODOLOGÍA

2.1 Obtención del factor de ahorro

Por medio de un modelo matemático caracterizado al ahorro de energía en los edificios, se analizarán diferentes ciudades en diferentes regiones climáticas de la República Mexicana con el fin de conocer cuál será su factor de ahorro al introducir la ventilación natural como sistema de climatización.

$$PT = 0.30 \cdot (EqNumDPI) + 0.40 \cdot \left\{ \frac{EqNumCA \cdot AC/AU}{\left[\left(1 - AC/AU \right) \cdot 5 \right]} \right\} + 0.30 \cdot \left\{ EqNumCA \cdot AC/AU + \left[\left(1 - AC/AU \right) \cdot 5 \right] \right\} \quad (1)$$

donde

- P Factor de ahorro energético debido al uso de la ventilación natural
EqNum Equivalente Numérico para los niveles de eficiencia: A = 5, B = 4, C = 3, D = 2, E = 1, en este caso no se toma en cuenta, ya que es un factor particular de cada edificio
AC/AU Relación de horas en confort con y sin aire acondicionado

En donde la parte subrayada es la que corresponde al rubro de la climatización del aire. De esta manera se evalúa solamente esta parte sin tomar en cuenta un equivalente numérico para los niveles de eficiencia ya que estos tienen que ser evaluados exclusivamente para cada edificio en particular.

Con base en los estudios del viento de diferentes regiones del país, se estudiará la factibilidad del uso de la ventilación natural como sistema pasivo de climatización en estas regiones. Y con esta información, se procederá a la construcción de un atlas de la ventilación natural que indique el potencial de ahorro de energía que se tendría por la inclusión de este sistema pasivo de climatización.

El factor denominado AC/AU tendrá un valor desde 0, cuando el edificio está totalmente ventilado naturalmente, hasta 1, cuando el edificio estará totalmente climatizado. De esta manera, con la ayuda del Atlas del Bioclima de México de Morillón, se encuentra la cantidad de horas que se estará en confort para las ciudades de la República Mexicana a analizar y en las que se tendrá un sistema natural de climatización.

Así, se encuentra un factor de ahorro de energía en los sistemas artificiales para la climatización del aire, denominado P, para las ciudades antes mencionadas en los diferentes meses del año.

Este factor será multiplicado por el consumo de energía en concepto de aire acondicionado, expresado en kWh, y se obtendrá el ahorro obtenido.

2.2 Atlas de la ventilación natural en México

Con el estudio anterior se puede crear un sistema de información que servirá para el conocimiento del aprovechamiento de la ventilación en las diferentes regiones de México. Las secciones fueron delimitadas de acuerdo a los factores de ahorro de cada ciudad y la región climática predominante.

Los siguientes mapas muestran el factor de ahorro que se tiene en el país para los diferentes meses del año. Las grandes regiones se han agrupado en cuatro grupos: las regiones con factores de 0.10 a 0.19, de 0.20 a 0.29, de 0.30 a 0.39 y de 0.40 a 0.49.

Es importante mencionar que todo el territorio nacional tiene opción de ahorro por concepto de aire acondicionado.

Esto se debe a que la ecuación de Lamberts ofrece esta posibilidad ya que aunque hay casos en que no existen horas de confort durante todo el día, se considera que puede existir como mínimo un 10% de ahorro en consumo energético por uso de otros métodos de climatización.

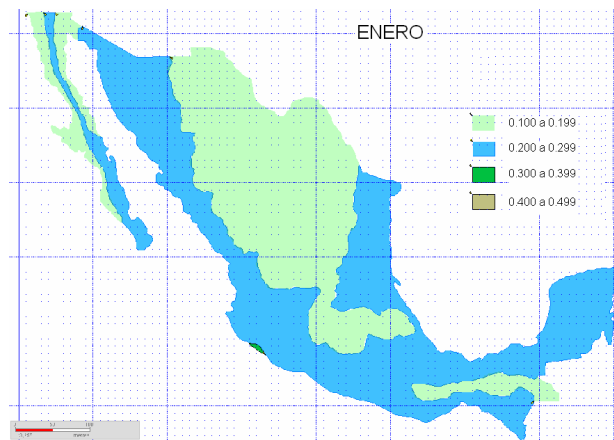


Fig. 1. Factores de ahorro de aire acondicionado para enero



Fig. 2. Factores de ahorro de aire acondicionado para febrero



Fig. 3. Factores de ahorro de aire acondicionado para marzo

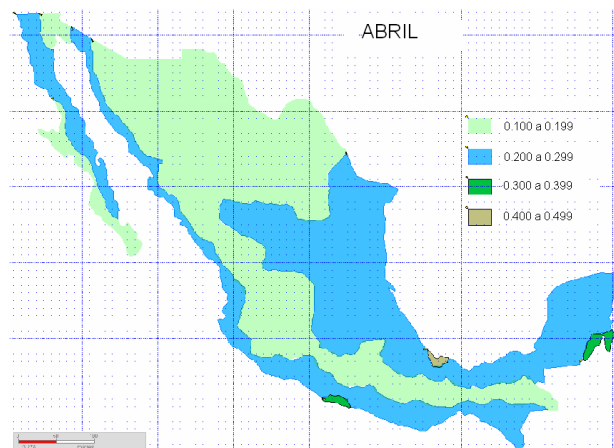


Fig. 4. Factores de ahorro de aire acondicionado para abril

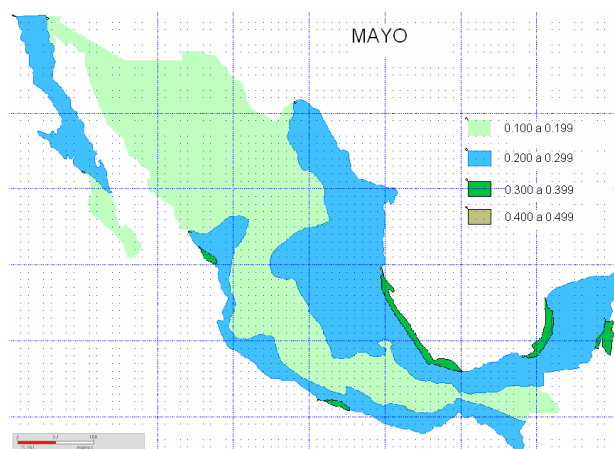


Fig. 5. Factores de ahorro de aire acondicionado para mayo

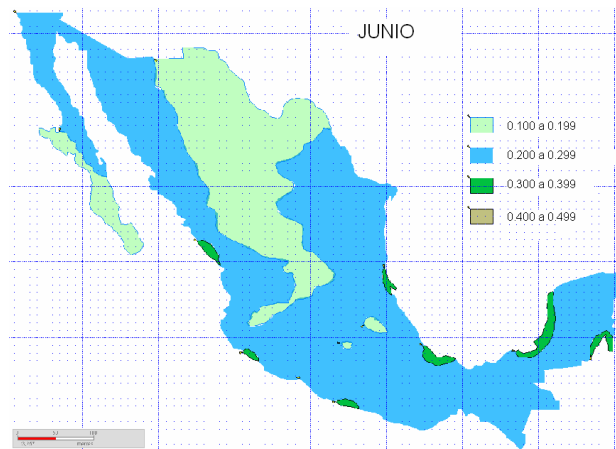


Fig. 6. Factores de ahorro de aire acondicionado para junio

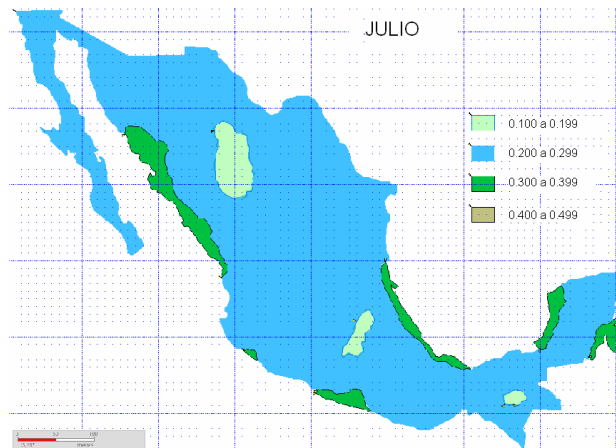


Fig 7. Factores de ahorro de aire acondicionado para julio

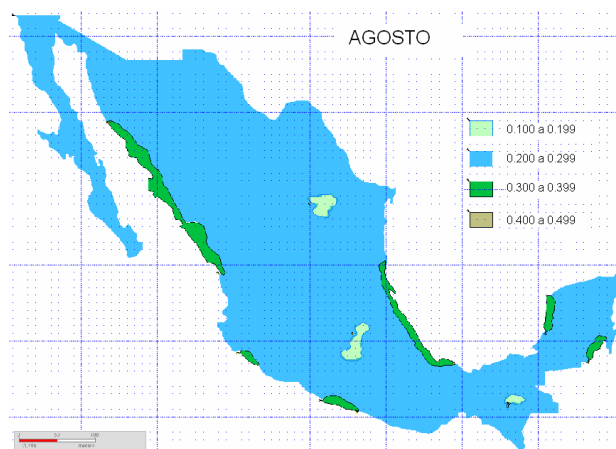


Fig. 8. Factores de ahorro de aire acondicionado para agosto

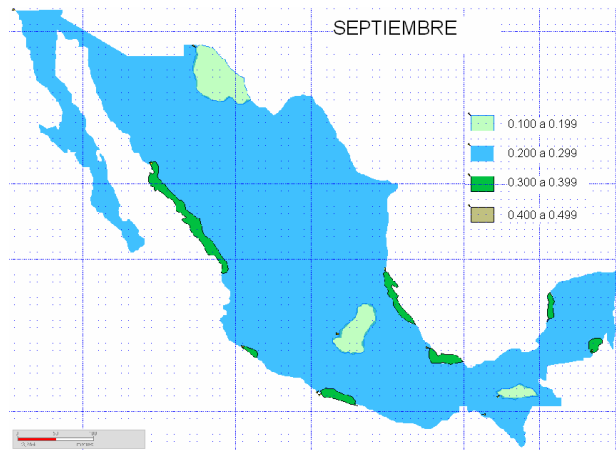


Fig. 9. Factores de ahorro de aire acondicionado para septiembre

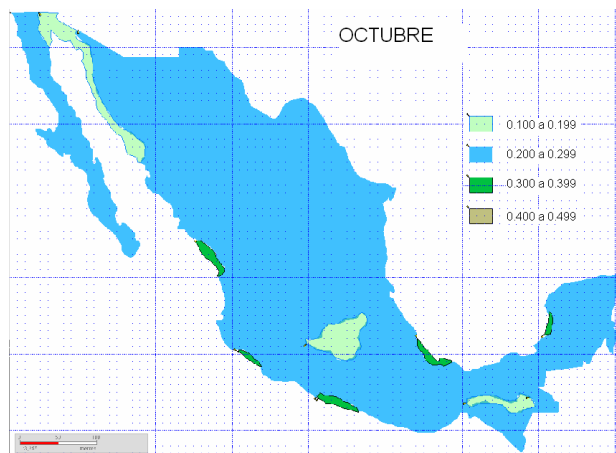


Fig. 10. Factores de ahorro de aire acondicionado para octubre

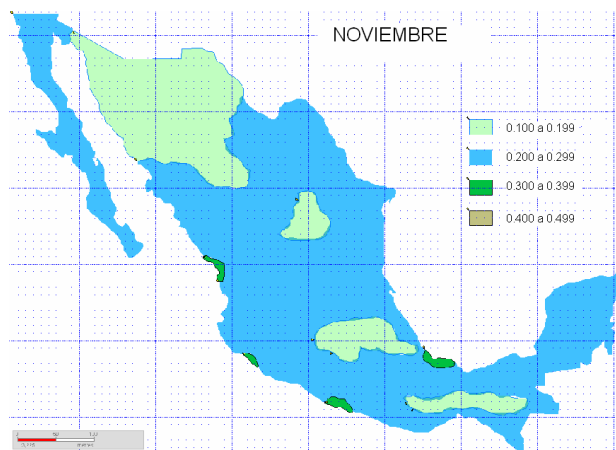


Fig. 11. Factores de ahorro de aire acondicionado para noviembre



Fig. 12. Factores de ahorro de aire acondicionado para diciembre

Por lo que se vio anteriormente, las diferentes ciudades de México se podrían dividir en tres grande grupos: las que solamente necesitan ventilación en unas pocas horas durante todo el año, las que necesitan ventilación entre ciertos mese y entre ciertas horas; y las que necesitan estar ventiladas todo el año durante cierto lapso de tiempo.

Otra forma de dividir las ciudades estudiadas es por los factores de ahorro que ocurren a lo largo del año. Principalmente se tuvieron tres factores: de 0.1 a 0.2, de 0.2 a 0.3 y de 0.3 a 0.4. Un factor de 0.417 se presentó en abril para el puerto de Veracruz, pero no se volvió a presentar más un factor por arriba de 0.4.

2.3 Beneficios de la ventilación natural en México

Beneficio energético. Sector residencial: El consumo promedio de energía en una casa común mexicana-electricidad y gas- con climatización -calefacción y aire acondicionado- se distribuye de la siguiente manera: 44%; a iluminación y aparatos electrodomésticos, el 33%; al refrigerador, el 14%; y al calentador de agua y estufa el 9%.

Así pues, de este cuarenta y cuatro por ciento, el ocho por ciento corresponde al consumo de combustibles utilizados para la calefacción del hogar; mientras que el treinta y seis por ciento restante es el consumo de electricidad por concepto de aire acondicionado. Pero como no todos los hogares de México están climatizados artificialmente, se encuentra que en el total de la energía eléctrica consumida en el sector residencial, el 17 % corresponde al uso de aire acondicionado.

Teniendo en cuenta que el consumo de energía eléctrica para el sector residencial en México con un periodo de enero de 2006 a diciembre de 2006 fue de 44 452 408 MWh se puede encontrar que

Tabla 1. Consumo de electricidad residencial por concepto de aire acondicionado en la República Mexicana para 2006

Consumo electricidad sector residencial 2006	Porcentaje consumo por aire acondicionado	Consumo electricidad por aire acondicionado en 2006
44 452 408 MWh	17 %	7 556 909.36 MWh

De aquí se encuentra que haciendo un promedio general del factor de ahorro energético por utilización de la ventilación natural en México para todo el año se tiene que

Tabla 2. Ahorro de electricidad residencial por concepto de aire acondicionado en la República Mexicana para 2006

Consumo por aire acondicionado 2006	Factor de ahorro promedio para todo México en 2006	Ahorro energético promedio encontrado para 2006
8 890 481.6 MWh	0.2187	1 652 696.07 MWh

Según el cálculo, por un buen uso de la ventilación natural se tiene un ahorro de 1.94 TWh. Si se considera que para el año 2006 el ahorro por el horario de verano fue de 1 150 millones de kiloWatts-hora (1.15 TWh), aplicando un buen sistema de ventilación natural, únicamente para el sector residencial, el ahorro representaría casi dos veces más que el que se tiene por la implementación del horario de verano.

Sector comercial: Haciendo lo mismo para el sector comercial, se encuentra que para este sector el consumo de energía eléctrica por concepto de aire acondicionado es del 38%.

Tabla 3. Consumo de electricidad comercial por concepto de aire acondicionado en la República Mexicana para 2006

Consumo electricidad sector comercial 2006	Porcentaje consumo por aire acondicionado	Consumo electricidad por aire acondicionado en 2006
13 229 246 MWh	38 %	5 027 113.48 MWh

Aplicando el mismo concepto del factor de ahorro energético utilizando ventilación natural se tiene que

Tabla 4. Ahorro de electricidad residencial por concepto de aire acondicionado en la República Mexicana para 2006

Consumo por aire acondicionado 2006	Factor de ahorro promedio para todo México en 2006	Ahorro energético promedio encontrado para 2006
MWh	0.2187	1 099 429.71 MWh

Para este caso, el ahorro de energía eléctrica por utilizar ventilación natural es de 1.09 TWh, casi lo que se ahorró con el horario de verano en 2006.

Edificios residenciales y comerciales: En total, con la implementación de la ventilación natural como método de enfriamiento en los edificios residenciales y comerciales, lo cuales consumen cerca de la mitad de la electricidad del país, se tiene que

Tabla 5. Ahorro de electricidad comparando la ventilación natural y el horario de verano en México para 2006

Ahorro Horario de Verano 2006	1131000.00	MWh
Ahorro Ventilación Natural Residencial	1652696.07	MWh
Ahorro Ventilación Natural Comercial	1099429.71	MWh
Ahorro Total Ventilación Natural	2752125.78	MWh

Si se analiza la tabla, se puede concluir que el ahorro por utilizar ventilación natural equivale a poco más del doble de ahorro que se tiene con el horario de verano. Ahorro que no es nada despreciable.

Así, también se calcula que la disminución esperada de la demanda máxima coincidente del sistema eléctrico nacional, en comparación a la aplicación del horario de verano 2006 es de 2265 MW, equivalentes a tres veces las instalaciones de la hidroeléctrica de "El Cajón" (750 MW)

Por otro lado, el ahorro esperado para los usuarios en consumo de energía eléctrica es de 2 752 millones de kWh, que equivalen a poco más del doble del consumo total anual individual de los estados de Campeche, Colima o Nayarit.

Beneficio económico. Sector residencial: Considerando el precio promedio del kilowatt-hora en 98 centavos se tiene que los usuarios del sector residencial se estarían ahorrando mil seiscientos millones de pesos anualmente.

Sector comercial: Considerando el precio promedio del kilowatt-hora en 2.31 pesos se tiene que los usuarios del sector comercial se estarían ahorrando dos mil quinientos millones de pesos anualmente.

Demanda nacional: Gracias a la reducción de la demanda de energía eléctrica durante las horas pico, se difieren inversiones por más de 23,544 millones de pesos, que equivalen al costo de una central generadora con capacidad para encender simultáneamente 36 millones de focos de 60 watts. En esto se traduce el beneficio para la economía del país.

Beneficio ambiental. Cerca de 75% de la energía eléctrica que se consume en México se genera mediante la quema de combustibles fósiles, por lo que el impacto de la ventilación natural sobre el medio ambiente reviste una importancia especial. A través de acciones como ésta, se reducen las emisiones contaminantes a la atmósfera, ya que el mejor aprovechamiento del viento incide en una disminución de la demanda de energía eléctrica. Por lo tanto, se reduce también la utilización de combustibles fósiles y se generan menos emisiones contaminantes en las zonas donde se ubican las centrales termoeléctricas. Esto repercute favorablemente en el fenómeno de sobrecalentamiento de la Tierra, porque al dejar de quemar combustibles para generar energía eléctrica se evita enviar a la atmósfera algunos de los gases que provocan el llamado efecto invernadero.

En este contexto, con la aplicación de esta medida se pudieron evitar en 2006 la quema de 6 millones de barriles equivalentes de petróleo en las centrales eléctricas, así como la emisión de 1.23 millones de toneladas de CO₂, gas considerado el principal factor del progresivo calentamiento global, que se ha convertido en una preocupación mundial.

Tabla 7. Reducción de contaminantes emitidos al ambiente gracias a la aplicación del horario de verano

Miles de toneladas menos de contaminantes	2006
Bióxido de carbono	1,230

3. CONCLUSIONES

El estudio hecho en este trabajo ayudará a tener una visión más amplia de lo que significa la ventilación natural. Como es bien sabido, se busca optimizar el consumo de energía dentro de un edificio. Es por esto que un sistema tan sencillo como la circulación natural de aire en el interior de un edificio debe ser visto ya en estos tiempos como una solución real a los problemas que se tienen con la búsqueda en un confort térmico sin la necesidad de gastar grandes sumas de energía y dinero.

Así que un estudio de la posibilidad que tienen todas las grandes ciudades del país, -las que consumen más energía-, de tener un sistema pasivo de climatización natural, podrá servir para que no exista tanta dependencia de los sistemas que consumen enormes cantidades de energía eléctrica, perjudicando el ambiente desde su fabricación hasta sus eliminación.

Por otra parte, se pudo constatar el beneficio global que se tendría al impulsar este tipo de climatización en los diferentes tipos de construcciones, ya sean comerciales o residenciales. Y aunque se deben de considerar las inversiones iniciales ya sea en nuevos edificios o edificios en remodelación, el beneficio podría ser muy superior al que se tiene con el horario de verano.

Es por esto que se debe de realizar estudios serios y concisos que ayuden a conseguir sistemas de ventilación natural eficientes en las construcciones que se están realizando en estos momentos así como implementaciones en construcciones ya realizadas. Todo con el propósito de que mientras más construcciones adecuadas a la ventilación natural haya en el país, más ahorro energético y económico se tendrá.

4. NOMENCLATURA

p = Factor de ahorro por ventilación natural, %

H_{confort} = Horas de confort en un mes

E_{qNum} = Equivalente numérico para los niveles de eficiencia

PT = Nivel de eficiencia en un edificio

AC/AU = Nivel de climatización por ventilación natural, %

REFERENCIAS

- Balance Nacional de Energía 2005. Secretaría de Energía
Comisión Federal de Electricidad
Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
Feng, Y. (2003) Thermal design standards for energy efficiency of residential buildings in hot summer/cold winter zones. *Energy and Buildings*, Vol. 36, p. 1309-1312
Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
Fuentes, V., García, J. R. (1995) *Viento y arquitectura*. Editorial Trillas, 196 pp. México, D.F.
Fuentes, V., Rodríguez, M. (2004) *Ventilación natural, cálculos básicos para arquitectura*. Universidad Autónoma Metropolitana
Fuentes, V., Figueroa A. (1993) Dispositivos pasivos de extracción de aire. XVII reunión ANES. Colima, Colima.
Hatzidimoula, E., Poullos, K. (2007) Natural ventilation of indoor spaces while minimizing heat losses: Theoretical and experimental investigation. *Energy and Buildings*
Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática
Karava, P., Stathopoulos, T., Athienitis A. (2006). Wind-induced natural ventilation analysis. *Solar Energy*, Vol. 81, p. 20-30
Lamberts, R. (2005) *Reglamentación para Etiquetado Voluntario de Nivel de Eficiencia Energética de Edificios Comerciales y Públicos*. Ley de Eficiencia Energética. Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil
Livermore, S. R., Woods, A. W. (2006) Natural ventilation of a building with heating at multiple levels. *Building and Environment*
Mankibi, M., Cron, F., Michel, P., Inard C. (2005) Prediction of hybrid ventilation performance using two simulation tools. *Solar Energy*, Vol. 80, p. 908-4926
Morillón, D. (2003) *Mapas del bioclima de la República Mexicana*. Estudios de Arquitectura Bioclimática, Anuario 2003. Vol. V. Ed. Limusa
Sistema de Información Energética
Morillón, D. (2004) *Atlas del bioclima de México*. Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México
Voss, K, Herkel, S, Pfafferott, J, Lo`hnert, G, Wagner, A. (2006) Energy efficient office buildings with passive cooling – Results and experiences from a research and demonstration programme. *Solar Energy*, Vol. 81, p. 424-434
Zepeda, R. V. (2005). *Las regiones climáticas de México*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract. As well it is known, in the main cities of the Mexican Republic different types from buildings exist that oscillate between the three until the fifty five floors of height, which consume an amount of considerable energy. This cost of energy must in good part to the electrical energy that is used to cool the building by means of conditioned air systems. It is by that innovating forms of energy saving are required which they allow to resist the excessive cost that appears in the power consumption of the buildings. So it is the case of the natural ventilation, that as its name indicates it, by means of the fresh air circulation, it looks for to obtain a thermal comfort within a building of natural way, with no need of using certain type of energy so that this is carried out. The present work has like purpose of showing the benefits that appear when using the natural ventilation like a passive system of air conditioning in different zones of Mexico.

Keywords: Natural ventilation, pasiv, maps, energy saving.