

INSTALACIÓN DE EXTRACTORES EÓLICOS EN VIVIENDAS RESIDENCIALES DE DISTINTOS ESTRATOS SOCIALES PARA DISMINUCIÓN DE CARGA TÉRMICA.

Rachid Nader ing.rachid.nader@gmail.com

Miguel Rada, miguelrada25@hotmail.com

José Solano, josolano@gmail.com

K-Ingeniería Cale 88 #75A-04

Roberto Tuesca

Texsoled SAS

Armando Robledo Armando.Robledo@uac.edu.co

Universidad Autónoma del Caribe

Abstract

Today, with the ongoing climate change in the world, are reflected high and low temperatures encountered, but found by referring to the current heatwave being experienced in general, the idea arises submit a project in order to minimize the temperature and humidity of households and reducing energy costs that entails. Knowing that the air conditioning systems increasingly growing in homes, resulting an increase in energy consumption and hence generates waste of money and energy needed to operate the equipment and maintenance for use same efficient outside public investments that are buying and installation.

1. INTRODUCCION

Hoy en día, con el constante cambio climático que hay en el mundo, se ven reflejadas las altas y bajas temperaturas que se presentan, pero más halla haciendo referencia a la actual ola de calor que se está viviendo en general, se plantea la idea de presentar un proyecto con el fin de minimizar la temperatura y humedad de los hogares y reduciendo así el costo energético que esto conlleva. Conociéndose que los sistemas de acondicionamiento de aire, cada vez crece en los hogares, lo que resulta un alza en el consumo de energía y por ende genera perdida de dinero como en la energía necesaria de estos equipos para su funcionamiento y el mantenimiento para un uso eficiente del mismo, fuera de las inversiones comunes que son la compra y la instalación del mismo.

Los extractores fabricados en INDUSTRIA TUESCA por su geometría y los materiales en que están diseñados, no permite la filtración de agua ni generación de ruidos que

Perturben el ambiente donde se encuentren ubicados, lo que lo hace un proyecto viable para viviendas de cualquier estrato social. La propuesta de esta idea de investigación es dar un confort más agradable a la vivienda y a las personas que habitan en ella disminuyendo la energía consumida y los egresos.

2. DESCRIPCION TERMICA DE LA EDIFICACION

Con el fin de conocer la carga térmica generada en cada una de las casas se emplea el método CLTD / SCL / CLF, teniendo en cuenta las condiciones

estructurales de los recintos, los niveles de iluminación, el tipo de actividad de las personas y otros factores que pueden influir sobre las condiciones de temperatura y humedad.

Ítems	Características
Altura	2 mt
Paredes	Paredes de 15 cm bloque de 3in dos celdas y repello
Puertas	Puertas Sencillas de Madera
Techo	Eternit con volumen de aire y cielo raso
Ventanas	Ventanas Sencillas de vidrio de ¼ espesor
Iluminación	18 bombillos de 15 W ahorradores
Equipos	1 televisor, computadores, equipo de sonido, nevera estufa
Personas	5 en condiciones normales

Descripción del recinto.

Las condiciones referentes a la temperatura y humedad del recinto y sus alrededores se muestran en la tabla 1, .

PLACE	OUTDOOR	INDOOR
CONDITIONS		
T _{BS} (°F)	95	72
φ (%)	87	55

Tabla 1. Condiciones exteriores e interiores de las instalaciones de interés

Como fue mencionado anteriormente para tener un cálculo de carga térmica más preciso y detallado es necesario conocer, las características físicas de la edificación al igual que las características del número de personas, la cantidad de energía térmica aportada por la iluminación y los equipos se muestra a continuación .Además se debe considerar según la ASHRAE capitulo21 sobre la carga generada por ventilación y en dado caso que sea necesario extracción.

Ítems	Características
Altura	3.60 mt
Paredes	Paredes de 15 cm bloque de 3in dos celdas y repello
Puertas	Puertas Sencillas de Madera
Techo	Eternit sin cielo raso
Ventanas	Ventanas Sencillas de vidrio de ¼ espesor
Iluminación	7 bombillos de 80 W
Equipos	1 televisor, equipo de sonido, neveras estufa
Personas	4 en condiciones normales

Tabla 2. Características físicas y condiciones de equipos, persona e iluminación en los recintos

Calor sensible a través de paredes y techo

Para el cálculo de la ganancia de calor del techo y paredes se utiliza la siguiente ecuación según la tabla 27, capítulo 26 del manual de Fundamentals 1989:

$$Q = AU(CLTD)$$

Donde:

U = Coeficiente global de transferencia de calor en el techo.

A = Área efectiva de transferencia de calor.

CLTD = Cooling load temperatura difference.

Para calcular el coeficiente de transferencia de calor que se da del exterior del salón al interior del mismo, hay que determinar el valor de la resistencia de cada uno de los

elementos que contribuyen a disipar la incidencia de calor al lugar.

El cálculo de la carga térmica del techo y paredes se cuantifica teniendo en cuenta el valor del CLTD en la tabla 29 y 27, del capítulo 26 del manual de Fundamentals 1989, este debe ser corregido de acuerdo a la ubicación geográfica de la zona en la que se encuentra la edificación, para realizar dicha corrección hay que tener en cuenta unos factores como son el LM, Tr, To y K que depende de las condiciones geográficas, de la ubicación del lugar y de las características arquitectónicas de la edificación.

$$CLTD_{corr} = [(CLTD + LM) * K + (72 - Tr) + (t_o - 85)]$$

El CLTD sin corrección se encuentra en la tabla 31 grupos "D", se selecciona la serie de CLTD según la orientación de la pared.

Se asume $K = 1$, ya que se considera un área industrial.

Calor sensible a través de Ventanas

Para realizar los cálculos de la carga térmica sensible que es aportado por las ventanas se utilizó una ventana con las siguientes características, Material: 70% Vidrio 4 ml y 30% marcos de madera de 1", hay que tener en cuenta que por las ventanas tenemos dos tipos de carga térmica que afecta las condiciones internas del recinto como son calor por conducción por la diferencia de temperatura entre el lugar acondicionado y el exterior y por radiación solar esta se debe principalmente a la incidencia del sol sobre el recinto, es considerada una de las mayores carga térmicas dentro de

una edificación por que la radiación solar que pasa a través del vidrio se queda atrapada dentro del recinto y debe ser asumida por el sistema de acondicionamiento de aire.

$$Q_{Conduccion} = AU(CLTD)$$

$$Q_{Solar} = A(SC)(SHGF)(CLF)$$

Calor sensible por iluminación

Cada iluminaria ubicada en el recinto aporta una cantidad de calor, la carga térmica por iluminación se puede calcular de la siguiente manera:

$$Q_{Iluminacion} = qACLF$$

Calor generado por los equipos

La carga térmica generada por los equipos en una edificación puede ser calor sensible o calor latente, La ecuación para obtener el calor sensible de los equipos es la siguiente:

$$Q_{Equipos} = HGF_u CLF$$

Calor sensible y latente de las personas

Cada uno de los ocupantes de un ambiente es una fuente de calor para el sistema de acondicionamiento de aire ya que se establece un paso de calor entre el cuerpo más caliente el ocupante (98°F) y el recinto a (72°F). La ecuación para obtener el valor de carga térmica de los ocupantes es la siguiente:

$$Q_{Sensible} = NQ_{SP} CLF$$

$$Q_{Latente} = NQ_{LP} CLF$$

Calor sensible y latente por infiltraciones y ventilación

En la mayoría de estructuras se produce fugas o infiltraciones de aire, esto significa pérdidas de energía a medida que entra el aire acondicionado al recinto. Para el cálculo de estas infiltraciones se utilizan las ecuaciones

$$Q_{Sensible} = 1.1CFM(T_e - T_i)$$

$$CFM = \Delta C(P)F_p$$

$$Q_{Latente} = 4048CFM(W_e - W_i)$$

$$CFM = \frac{ACH(A)}{60}$$

Los perfiles de carga térmica obtenidos usando el método de CLTD para las dos edificaciones se pueden observar en la figura 1 y 2.

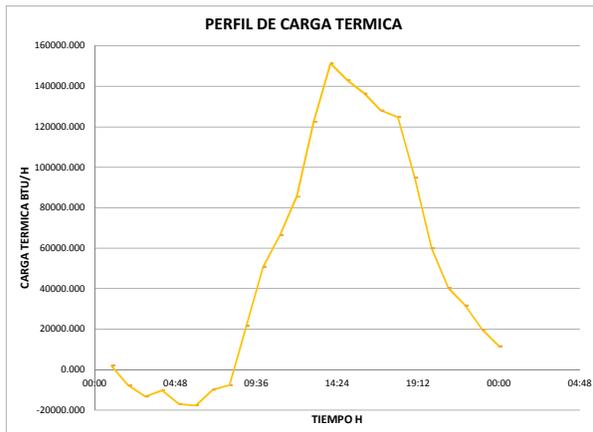


Figura 1 Perfil de Carga térmica casa Estracto Alto

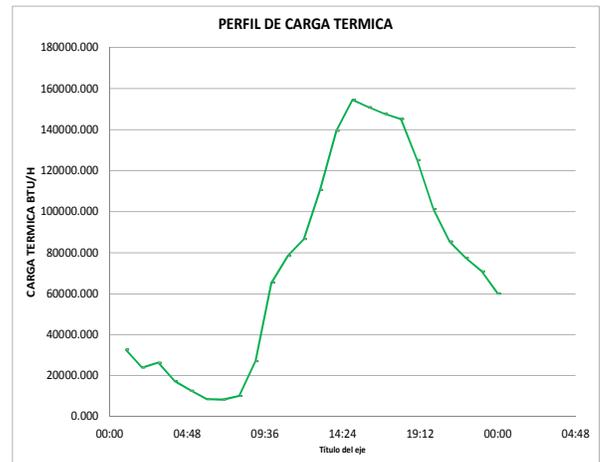


Figura 2 Perfil de Carga térmica Estrato bajo

3. SIMULACIONES EN CFD

La parte de la simulación en este estudio tiene un componente muy importante ya que partiendo de estos valores se realizó el estudio de carga térmica con los equipos ubicados en sitio y se corroboró con lo presentado en la realidad.

Para la realización de estos modelos de simulación se desarrolló una modelación de las dos estructuras a analizar

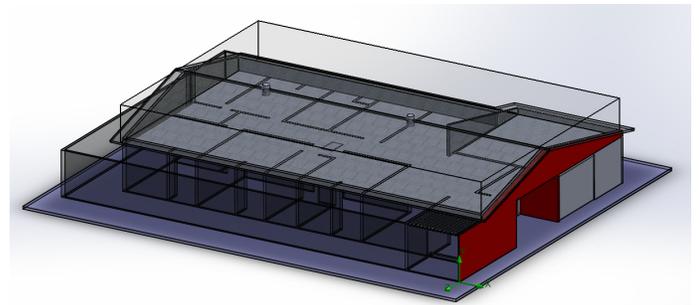


Figura 3 Estructura Estrato alto

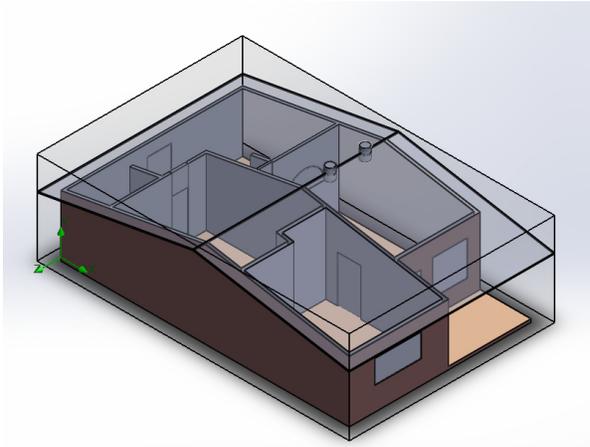


Figura 4 Estructura Estrato bajo

Se tomaron los datos del comportamiento de los caudales de aire que mueven cada equipo con el sistema operando para con ello poder utilizar estas condiciones de frontera como puntos de partida de la simulación la cual se desarrolló con base en las ecuaciones de Navier-Stokes.

Los datos tomados como condiciones de frontera fueron los siguientes:

Temperatura (°F)	Fecha	CFM min	CFM max	CFM avg
89,6	08-sep-13	130	187	157
		85	294	155
		104	254	168
		109	255	178
87,3	11-sep-13	103	179	114
		169	273	162
		178	299	175
89,9	12-sep-13	102	267	189
		203	295	223

Tabla 3. Características del flujo del aire interno en el recinto con los extractores eólicos

Se realizaron una corrida con un promedio de manejo de aire de cada uno de los datos tomados y referenciados anteriormente, obteniendo los siguientes resultados para el valor promedio de máximo.

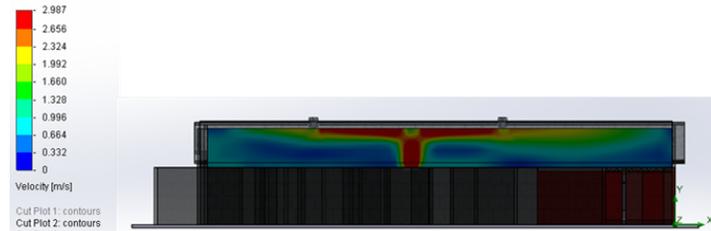


Figura 5 Comportamiento del aire en el techo casa estarto alto

De acuerdo a estos valores se está originando un movimiento en la parte superior del techo con un valor promedio de 1,3 m/s lo cual origina un valor de resistencia convectiva más alto que en el momento en el cual no existía ningún tránsito del aire por esta superficie.

Con relación a la casa de extrato bajo se encontraron los siguientes perfiles de velocidad tomando como valor inicial para la simulación los siguientes datos:

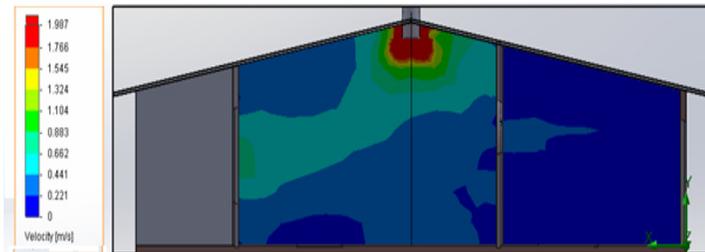


Figura 6 Comportamiento del aire en la casa estrato bajo

De acuerdo a estos resultados mostrados en la casa de menor extrato social también se da una circulación de aire en el área donde fueron colocados los equipos, con velocidades promedio de 1m/s.

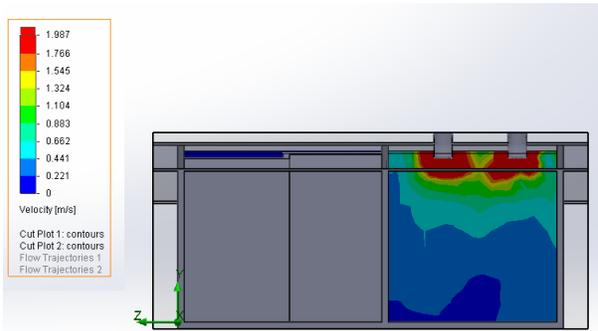


Figura 7 Comportamiento del aire en la casa estrato bajo

Lo cual mejora el tema de transferencia de calor debido a que al aumentar la velocidad estamos mejorando el nivel de transferencia de calor por convección, esto se demuestra de acuerdo al cálculo de carga térmica realizado antes de la colocación de los extractores y después de su colocación.

4. CALCULO DE RESISTENCIA CONVECTICA INTERNA

La experiencia y la teoría dice que la transferencia de calor por convección depende con intensidad de las propiedades: viscosidad dinámica μ , conductividad térmica k , densidad δ y calor específico C_p del fluido, así como la velocidad del fluido γ . También depende de la configuración geométrica, además del tipo de flujo del fluido es decir que sea laminar o turbulento.

Para esto se halla el Número de Nusselt que es necesario para el estudio de convección.

$$Nu = \frac{hL_c}{k}$$

Este número adimensional representa el mejoramiento de la transferencia de

calor a través de una capa de fluido como resultado de la convección en relación con la conducción a través de la misma capa¹

Los fenómenos que afectan la fuerza de resistencia al movimiento también afectan la transferencia de calor y este efecto hace que aparezca el número de Nusselt.

Considerando un flujo paralelo sobre placas planas de longitud L , el fluido se aproxima a la placa en una dirección con una velocidad uniforme V , y temperatura T_∞ , la transición de flujo laminar hacia turbulento depende de la configuración geométrica de la superficie, de su aspereza, de la velocidad corriente arriba, de la temperatura superficial y del tipo de fluido, entre otras cosas es por esto que se caracteriza de la mejor manera por el número de Reynolds. Que esta expresado de la siguiente manera.

$$Re = \frac{VL}{\nu}$$

De esta manera se toma el numero critico de Reynolds como $Re_{cr} = 5 \times 10^5$ y se determina el promedio de Nusselt

¹ Yunus A. Cengel. 2007. Transferencia de Calor y Masa; 3^{ra} Edición. México, Mc Graw Hill. Capítulo 6 Pag 358

sobre la placa completa, de esta manera se obtiene un coeficiente de transferencia de calor promedio para flujos laminar y turbulentos combinados quedando de la siguiente manera².

$$Nu = \frac{hL_c}{k} = (0.037 Re_L^{0.8} - 871) Pr^{1/3}$$

$$0.6 \leq Pr \leq 60$$

$$5 \times 10^5 \leq Re \leq 10^7$$

Donde Pr es el número de Prandtl y es la mejor manera de describir el espesor relativo de las capas límite de velocidad y térmica. Esta ecuación la encontramos en el libro Yunus A. Cengel de transferencia de calor y masa, capítulo 6, pág. 365

5. CONCLUSION

Aplicando la teoría anteriormente expuesta se calcula el valor de la resistencia convectiva interna de cada uno de los espacios que se está estudiando y se procede a realizar el cálculo de carga térmica de acuerdo a lo expresando al principio de este documento y se obtiene los siguientes perfiles.

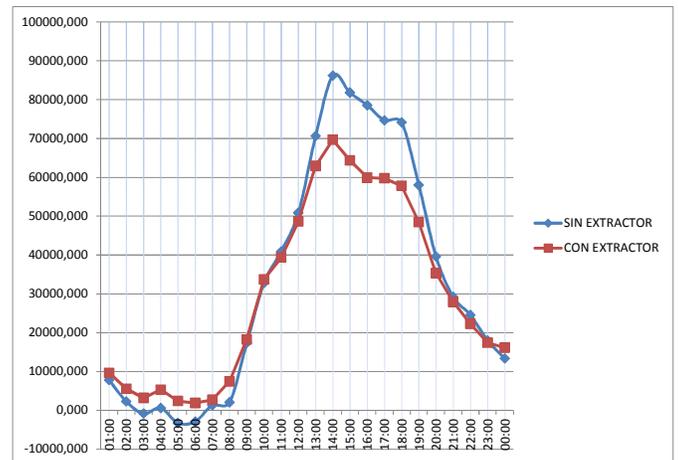


Figura 8 Comparacion de los Perfiles de Carga termica Estrato Alto

Notoriamente se encuentra una reducción de carga térmica en la vivienda de estrato alto en el que se ve representado las horas más críticas en donde hay mayor influencia del calor que se genera en la vivienda. Ahora en la otra vivienda el estudio se hace más interesante y los resultados son aún mejores puesto que la vivienda no tiene cielo raso y la entrada de aire está dada por las ventanas y puertas de la vivienda y esto representa mayor cantidad de movimiento del aire caliente que se encontraba en el recinto.

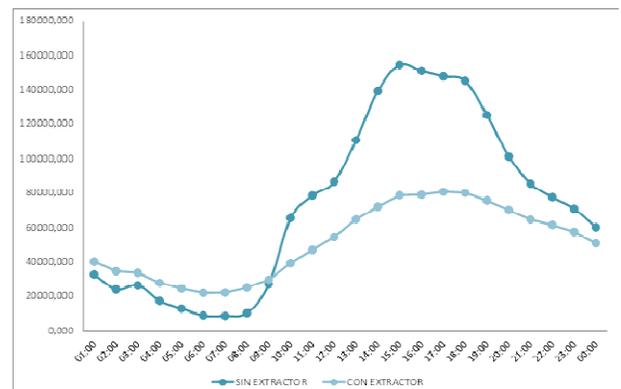


Figura 9 Comparacion de los Perfiles de Carga termica Estrato Bajo

² Yunus A. Cengel. 2007. Transferencia de Calor y Masa; 3^{ra} Edición. México, Mc Graw Hill. Capítulo 7 Pag 400