

PROPUESTAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO M DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO CAMPUS BOCA DEL RÍO, EN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ
EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY PROPOSALS IN BUILDING M OF THE TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO BOCA DEL RÍO CAMPUS, IN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

Ignacio Z. Carmona-Uscanga¹ Iván Valencia-Salazar² E. Peñalvo-López² J. David Garay-Marín¹ Fabiola Lango-Reynoso¹
Instituto Tecnológico de Boca del Río / Air Quality and Energy Laboratory / TecNM¹ Institute of Energy Engineering of the UPV. / Universitat Politècnica de València²

INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética, es definida como el uso óptimo de la energía para proporcionar los mismos servicios con un menor consumo (CONUEE, 2023). En México, la optimización energética se ha vuelto un tema central para mitigar los efectos del cambio climático y reducir los costos operativos por la generación de la energía eléctrica. El incremento del consumo de energía eléctrica en instituciones educativas, particularmente en zonas cálidas y húmedas, ha resaltado en la necesidad de mejoras en eficiencia energética. Diversas investigaciones han tenido como objetivos principales de estudio a la eficiencia energética y el confort térmico en los espacios de trabajo como oficinas e instituciones educativas, debido a su impacto en el bienestar de los usuarios, el consumo energético y la descarbonización de las edificaciones.

INTRODUCTION

Energy efficiency is defined as the optimal use of energy to provide the same services while consuming less (CONUEE, 2023). In Mexico, energy optimization has emerged as a key strategy to mitigate climate change effects and reduce operational costs associated with electricity generation. The increasing energy demand in educational institutions, particularly in warm and humid regions, highlights the pressing need for improved energy efficiency. Numerous studies have focused on energy efficiency and thermal comfort in workspaces such as offices and educational institutions due to their significant impact on user well-being, energy consumption, and building decarbonization.

OBJETIVOS

El trabajo plantea como objetivo evaluar la factibilidad e impacto de estrategias propuestas para mejorar la eficiencia energética en el Edificio M del Tecnológico Nacional de México, Campus Boca del Río, Veracruz, en donde se remarca la importancia de implementar un sistema de ventilación de acuerdo a la guía de referencia en ventilación de confort de la norma mexicana **NOM-001-STPS-2008**, generando simulaciones realizadas en el software TRNSYS.

OBJECTIVES

The objective of this paper is to evaluate the feasibility and impact of proposed strategies to improve energy efficiency in Building M of the National Technology of Mexico, Campus Boca del Río, Veracruz, where the importance of implementing a ventilation system according to the reference guide on comfort ventilation of the Mexican standard **NOM-001-STPS-2008**, generating simulations carried out in the TRNSYS software.

Tabla 1. Recomendaciones de la guía de referencia en ventilación de confort, NOM-001-STPS-2008
Table 1. Recommendations from the comfort ventilation reference guide, NOM-001-STPS-2008

Consideraciones a tomar / Considerations to be taken	Recomendaciones / Recommendations
Humedad relativa / Relative Humidity	entre 20% y 60% / between 20% y 60%
Temperatura del aire (épocas de frío) / Air Temperature (cold seasons)	22°C ± 2°C
Temperatura del aire (épocas calurosas) / Air Temperature (warm seasons)	24.5°C ± 1.5°C
Velocidad media del aire (épocas de frío) / Average Air Velocity (cold seasons)	no exceder de 0.15 m/s / not exceeding 0.15 m/s
Velocidad media del aire (épocas calurosas) / Average Air Velocity (warm seasons)	no exceder de 0.25 m/s / not exceeding 0.25 m/s
Renovaciones de aire / Air Changes	≥ 5 renovaciones por hora / ≥ 5 air changes per hour

MATERIALES Y MÉTODOS / MATERIALS Y METHODS

Caso de Estudio

Para este caso de estudio se seleccionó el Tecnológico Nacional de México (TecNM), Campus Boca del Río, Veracruz, con una población de aproximadamente 2500 alumnos. Este campus está en la zona costera del Golfo de México, con un clima cálido-húmedo, una temperatura media anual de 25.23°C, lluvias en verano y poca oscilación térmica. El recurso eólico es abundante, alcanzando sus valores máximos entre noviembre y abril (CONAGUA, 2024).

Se eligió el Edificio M, con un área de 386 m², para evaluar mejoras en eficiencia energética, especialmente la instalación de un sistema de ventilación. Este edificio cuenta con 6 salones (M1-M6), 2 cubículos para maestros (M7-M8) y un Laboratorio de Investigación en Biotecnología Acuícola (LIBA), con un horario de trabajo de lunes a viernes, de 7 a 21 horas.

Case Study

For this case study, the Tecnológico Nacional de México (TecNM), Boca del Río Campus, Veracruz, was selected. This campus hosts approximately 2,500 students (TecNM, 2024) and is located in the coastal region of the Gulf of Mexico, characterized by a warm-humid climate with an average annual temperature of 25.23°C, summer rainfall, and minimal thermal variation. Wind resources are abundant, with peak values occurring between November and April (CONAGUA, 2024). The M Building, covering an area of 386 m², was chosen to evaluate energy efficiency improvements, particularly the installation of a ventilation system. This building comprises six classrooms (M1-M6), two faculty offices (M7-M8), and a Biotechnology Research Laboratory (LIBA). The operating hours are Monday through Friday, from 7:00 AM to 9:00 PM.

Consumo eléctrico con ventilación

Para evaluar el impacto de la ventilación en el consumo eléctrico del campus, se considerará la NOM-001-STPS-2008 con 5 renovaciones de aire por hora. Se simularán 4 escenarios, partiendo de un escenario base, utilizando el software TRNSYS 18. El modelo incluye un edificio de 386 m², 2.90 m de altura, y potencias de refrigeración de 36,000 Btu/h para salones y laboratorios, y 24,000 Btu/h para los cubículos de maestros.

Electric Consumption with Ventilation

To evaluate the impact of ventilation on the campus's electrical consumption, the NOM-001-STPS-2008 guideline will be considered, including 5 air changes per hour. Four scenarios will be simulated, starting from a baseline scenario, using TRNSYS 18 software. The model consists of a 386 m² building with a height of 2.90 m and cooling capacities of 36,000 Btu/h for classrooms and laboratories, and 24,000 Btu/h for faculty offices.



Imagen 1. Edificio M en el TecNM Campus Boca del Río. / Image 1 . Building M at TecNM Campus Boca del Río



Imagen 2. Representación Gráfica lateral del Edificio M en el TecNM Campus Boca del Río, realizada en Sketchup / Image 2 . Lateral graphic representation of the Building M at TecNM Campus Boca del Río, made in Sketchup

Escenarios simulados

La evolución de la temperatura en el interior del aula y el consumo eléctrico del equipo de aire acondicionado se muestra en las Imagenes y Tablas respectivas.

Simulated Scenarios

The evolution of the classroom's indoor temperature and the electrical consumption of the air conditioning equipment are shown in the corresponding images and tables.

Escenario 1. Con ventilación mecánica y 5 renovaciones por hora a 22°C
Scenario 1. With mechanical ventilation and 5 air renewals per hour at 22°C

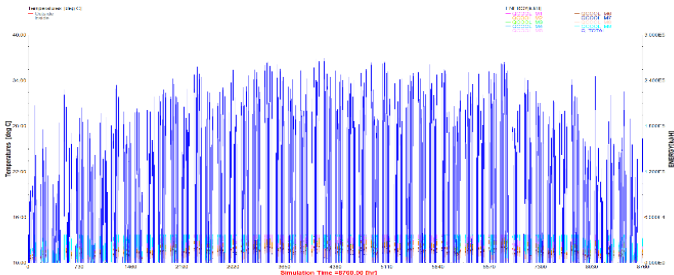


Imagen 3. Evolución anual de la temperatura y del consumo eléctrico en el aula en escenario 1. Fuente: Elaboración propia./ Image 3. Evolution of temperature and electricity consumption in the classroom in scenario 1. Source: Own elaboration

Escenario 2. Sin ventilación a 26°C
Scenario 2. No ventilation at 26°C

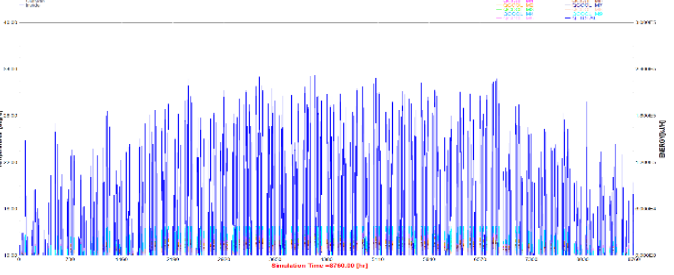


Imagen 4. Evolución anual de la temperatura y del consumo eléctrico en el aula en escenario 2. Fuente: Elaboración propia. / Image 4. Annual Evolution of temperature and electricity consumption in the classroom in scenario 2. Source: Own elaboration

Escenario 3. con ventilación mecánica y 5 renovaciones por hora a 26°C
Scenario 3. with mechanical ventilation and 5 air renewals per hour at 26°C

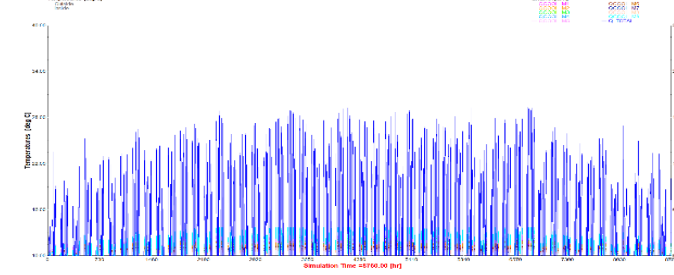


Imagen 5. Evolución anual de la temperatura y del consumo eléctrico en el aula en escenario 3. Fuente: Elaboración propia./ Image 5. Evolution of temperature and electricity consumption in the classroom in scenario 3. Source: Own elaboration

Resultados / Results

La Tabla 3 muestra las variaciones anuales en el consumo de electricidad, las emisiones emitadas y el ahorro económico en la factura de consumo eléctrico.

Table 3 shows the annual variations in electricity consumption, emissions emitted and economic savings on the electricity consumption bill.

El análisis comparativo de los tres escenarios simulados frente al escenario base revela que el Escenario 3 se presenta como la opción más eficiente, ofreciendo ahorro energético, reducción de costos y disminución de emisiones de tCO₂. Además, garantiza un mayor confort térmico para los ocupantes, cumpliendo con las recomendaciones de la NOM-001-STPS-2008 y mitigando el impacto ambiental asociado al consumo eléctrico de los equipos de aire acondicionado.

The comparative analysis of the three simulated scenarios against the baseline reveals that Scenario 3 emerges as the most efficient option, providing energy savings, cost reductions, and lower tCO₂ emissions. Additionally, it ensures greater thermal comfort for occupants, complies with the recommendations of NOM-001-STPS-2008, and mitigates the environmental impact associated with the electrical consumption of air conditioning units.

Tabla 3. Ahorro energético, económico y ambiental en los escenarios simulados en comparación con el escenario base
Table 3. Energy, economic and environmental savings in the simulated scenarios compared to the base scenario

Ahorros / Savings	Escenario base / Base Scenario	Escenario 1/ Scenario 1	Escenario 2/ Scenario 2	Escenario 3/ Scenario 3
MWh	47.48	11.48	-34.69	-36.66
tCO ₂	20.8	5	-15	-16
Factura / Bill (€)	3,251	786	-875	-741

Conclusiones / Conclusions

En el TecNM campus Boca del Río, se plantean desafíos importantes en términos de una adecuada ventilación interior de las aulas. El consumo de energía generado por el uso de unidades de aire acondicionado es alto en el campus y la instalación de un sistema de ventilación mecánico con extractores proporcionará la reducción de costes energéticos y el confort necesario.

At the TecNM Boca del Río campus, important challenges arise in terms of adequate interior ventilation of the classrooms. The energy consumption generated by the use of air conditioning units is high on campus and the installation of a mechanical ventilation system with extractors will provide the reduction of energy costs and the necessary comfort.