

Datos generales

Evaluación energética y confort térmico para la optimización del uso de aires acondicionados en el edificio de Ingeniería

- Luis Jorge García Chale
- Joel Adrián Alanís Espino

Universidad Modelo, Escuela de ingeniería, Ingeniería en Energía y Petróleo

Semestre III

Profesor: Patricia Yolanda Contreras Pool

Resumen

En el edificio de Ingeniería de la Universidad Modelo se encuentran las aulas de trabajo, distribuidas en varios niveles, incluyendo segundo y tercer piso, cada una cuanta con un aire acondicionado independiente, lo cual considera un gasto significativo de electricidad cada que deben ser prendidos por el confort de los estudiantes y profesores. Este proyecto busca evaluar la eficiencia energética y el confort térmico en las aulas del edificio de Ingeniería de la Universidad Modelo, con el objetivo de determinar si es más conveniente mantener los aires acondicionados encendidos todo el día o solo durante las clases. Para ello, se medirán variables como el consumo eléctrico, la temperatura, y la ocupación en cada aula, considerando factores clave como la orientación solar y las diferencias térmicas entre pisos. Este proyecto incluirá fases de instrumentación, análisis comparativo de escenarios operativos y la emisión de una recomendación final basada en el ahorro energético, el confort alcanzado y el impacto en la vida útil de los equipos, proponiendo incluso un plan piloto para validar los resultados en los pisos superiores.

Problema

El edificio de Ingeniería de la Universidad Modelo cuenta con 16 aulas, distribuidas en varios niveles, incluyendo segundo y tercer piso, cada una cuanta con un aire acondicionado independiente, se requiere determinar qué estrategia de operación es más eficiente:

- Mantener los aires encendidos durante todo el día, o encenderlos únicamente cuando haya clases en cada salón.

La decisión debe considerar el consumo energético, confort térmico, orientación solar de cada aula, factores específicos por piso como ganancia solar en fachadas superiores, efecto estratificado del calor (el calor tiende a acumularse en pisos superiores), cantidad de estudiantes por salón, hora pico de calor y desgaste del equipo.

Análisis del entorno y estado de la técnica

El análisis de la gestión de sistemas de climatización en diferentes entornos, caracterizados por su ocupación intermitente y fluctuante, ha sido objeto de estudio previo para optimizar el consumo energético sin comprometer el confort térmico. En primer lugar, la evidencia empírica identifica de forma consistente que la estrategia de mantener los equipos de aire acondicionado en funcionamiento continuo, incluso en aulas desocupadas, constituye la causa principal de un desperdicio energético significativo. Este problema de operación no solo resulta en un consumo constante y elevado, sino que, lejos de garantizar un mejor ambiente, genera una situación de confort térmico inconsistente al no adaptarse a la ocupación real, pudiendo crear zonas frías o calientes si el sistema no cuenta con una zonificación adecuada.

La superioridad de este enfoque no se limita únicamente a la eficiencia energética, sino que se extiende al ámbito del confort térmico y su impacto en el rendimiento académico. Generalmente la temperatura ambiental óptima se sitúa en el rango de 20 a 22°C. En este sentido, los sistemas automatizados que se activan según el uso son más eficaces para mantener esta temperatura ideal, a la vez que pueden integrar sensores de CO₂ para ajustar la ventilación y garantizar la calidad del aire, mejorando así la concentración.

Cabe aclarar que estrategias de encendido continuo van en contra de los principios de normas internacionales como la ISO 50001 de gestión energético.

Algunas investigaciones que se han hecho que pueden apoyar a un mayor aprovechamiento energético y confort térmico son los siguientes:

TEMA DE INVESTIGACIÓN	ESTRATEGIA CLAVE USADA	BENEFICIOS / IMPACTO ESPERADO
<i>REVISIÓN SOBRE TÉCNICAS DE PROGRAMACIÓN DEL HVAC (HVAC SCHEDULING)</i>	El artículo señala la importancia de ajustar horarios de operación (encendido solo en ocupación, pre acondicionamiento).	Reducción significativa del consumo energético sin comprometer el confort térmico.
<i>ADOPCIÓN DE CONTROLES HVAC BASADOS EN LA OCUPACIÓN EN CÓDIGOS ENERGÉTICOS DE EDIFICIOS COMERCIALES: ANÁLISIS DE RENTABILIDAD Y POTENCIAL DE DESCARBONIZACIÓN</i>	De manera más empresarial existen sensores que apoyan a la rentabilidad y potencial del uso de ACs constante. El uso de sensores apoya a reducir la presencia de contaminantes por los ACs y para operar el AC solo cuando es necesario.	Ahorros energéticos del 6% al 20%, siendo una de las estrategias más efectivas.
<i>INVESTIGACIONES ESPECÍFICAS EN EDIFICIOS ESCOLARES/AULAS: ORIENTACIÓN, CONFORT Y ENERGÍA</i>	El artículo señala la importancia de considerar la orientación solar y ubicación por piso en la estrategia operativa.	Permite compensar mayores ganancias térmicas en pisos superiores u orientación Oeste, mejorando eficiencia y confort.

Idea del proyecto

Este proyecto busca evaluar la eficiencia energética y el confort térmico en las aulas del edificio de Ingeniería de la Universidad Modelo, para así determinar la estrategia de operación más eficiente para los aires acondicionados de las aulas del edificio de Ingeniería, comparando si es mejor mantenerlos encendidos todo el día o encenderlos solo durante las clases. Esta idea se desarrolla mediante una evaluación que considera no solo el consumo energético, sino también el confort térmico y factores específicos del edificio, como la distribución por pisos, reconociendo que las aulas en pisos superiores (especialmente el tercero) tienen mayores cargas térmicas debido al efecto del calor ascendente y la exposición a la radiación solar desde la azotea. Y a su vez se analizara la orientación solar para verificar cómo la incidencia del sol en el edificio afecta la carga térmica de cada aula a lo largo del día. Este proyecto no busca una solución única para todas las aulas, sino definir políticas operativas diferenciadas por piso y orientación que logren el equilibrio óptimo entre ahorro de energía y condiciones de confort para todos los usuarios que continuamente usan las aulas de trabajo.

Objetivos

Objetivos generales

- Evaluar y determinar la estrategia más eficiente para operar los aires acondicionados de las aulas de trabajo, minimizando el consumo energético y manteniendo condiciones de confort adecuadas, teniendo en cuenta la distribución por planta 1.º, 2.º y 3.º piso.

Objetivo específico

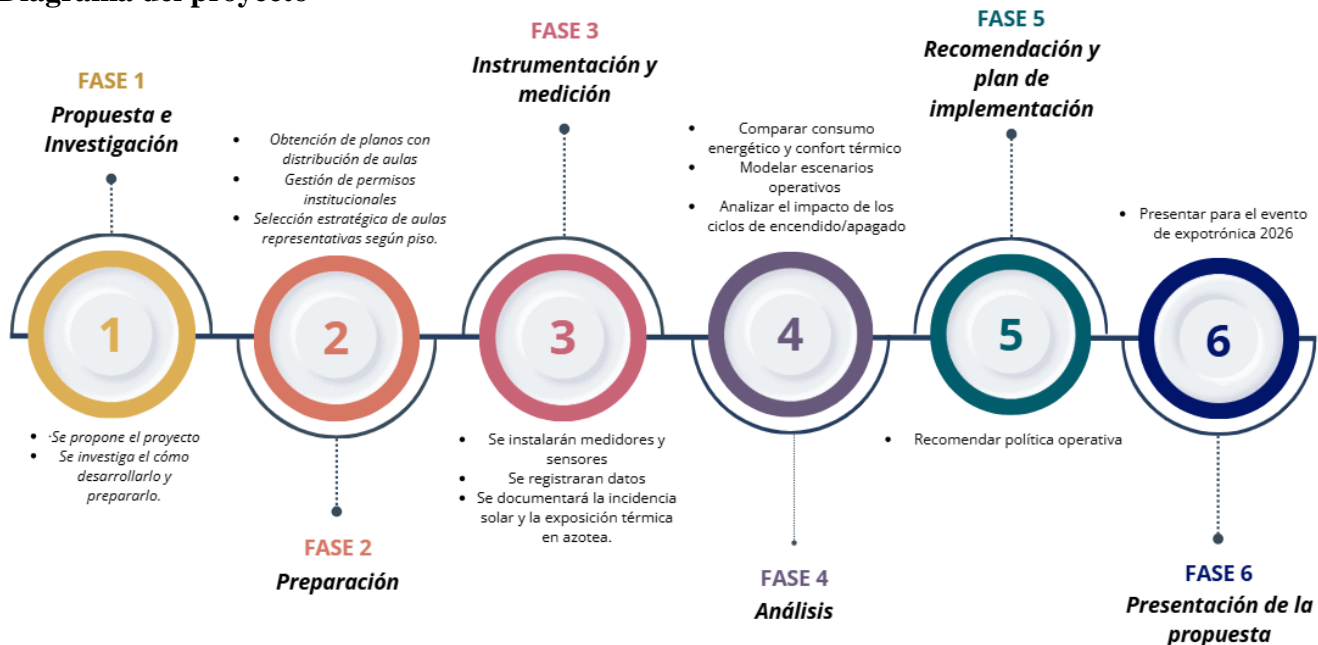
- Medir el consumo energético actual por aula.
- Registrar temperatura y ocupación por horario.
- Evaluar diferencias de carga térmica y comportamiento del AC entre primer, segundo y tercer piso.
- Evaluar cómo influye la orientación solar y horario escolar en las cargas térmicas.
- Comparar distintos escenarios operativos.
- Recomendar la estrategia óptima con sustento técnico y económico.

Organización del equipo

El equipo se dividirá de la siguiente forma:

- Luis Jorge García Chalé (Sublíder del proyecto)
- Joel Adrián Alanís Espino (Líder del proyecto)

Diagrama del proyecto



Etapas

Fase 1 – Presentación del proyecto y análisis previo

- Se propondrá el proyecto y se analizará el cómo desarrollarlo y prepararlo.

Fase 2 - Preparación

- Obtener planos y distribución de cada aula indicando piso y orientación.
- Coordinar permisos para el análisis.
- Seleccionar aulas representativas por piso y orientación.

Fase 3 - Instrumentación y medición

- Coordinar la instalación de medidores o instrumentos de medición por aula o por circuito que claramente indique el piso y grupo de aulas. Y a su vez instalar sensores de temperatura interiores en cada aula y uno en una zona común exterior o en azotea para referencia.
- Registrar datos cada cierto tiempo para su futuro análisis.
- Registrar horarios y mapas de directo; para aulas del 3.º piso, y documentar exposición a techo/azotea y posibles ganancias por radiación.

Fase 4 - Análisis

- Comparar consumo y confort por aula y por piso.
- Evaluar diferencias entre cada planta del edificio.
- Modelar escenarios operativos por piso y por orientación:
 - Prueba 1: Todos los aires acondicionados prendidos todo el día.
 - Prueba 2: Prendidos sólo durante clases (sin pre acondicionamiento).
 - Prueba 3: Pre acondicionamiento (15–30 min) antes de clases.
- Incluir análisis de ciclos ON/OFF y su efecto sobre eficiencia y vida útil por piso.

Fase 5 - Recomendación y plan de implementación

- Recomendar política operativa según los datos obtenidos para el mejor confort y ahorro de energía del edificio.

Fase 6 – Presentación de la propuesta

- El proyecto se presentará para el evento de expotrónica 2026

Características

El proyecto contara y necesitara de los siguientes elementos en toda su planeación:

- Plano/registro de las aulas con piso y orientación.
- Identificación de circuitos eléctricos por piso.
- Listado y estado de los equipos AC.
- Sensores e instrumentos de medición etiquetados por aula y piso.
- Registro de horarios y ocupación por aula.
- Registro de condiciones exteriores (temperatura y radiación).
- % de tiempo en rango confort por piso (22–26 °C).
- Costo \$/año por estrategia diferenciada por propuesta.
- Número de arranques por día (ciclos) por equipo y su impacto estimado en vida útil por piso.

Delimitaciones

- Este proyecto no busca una solución única para cada aula, se definirán políticas operativas diferenciadas por propuesta que logren el equilibrio óptimo entre ahorro de energía y condiciones de confort para todas las personas.
- El tercer piso tiene una mayor exposición solar lo cual da cargas térmicas más altas y será necesario un pre acondicionamiento mayor que los demás pisos.
- Si las aulas de un piso comparten circuitos, no será posible controlar una sola aula sin afectar otras.
- La accesibilidad para instrumentación no está garantizada.

Plan de trabajo (cronograma de actividades)

#PC2: PLAN DE TRABAJO

Proyecto "Evaluación energética y confort térmico para la optimización del uso de aires acondicionados en el edificio de Ingeniería"											
Equipo: Joel Alanís, Jorge García											
Materia: Proyectos 5											
		Plan									
Actividades		Responsable	Entregable	Septiembre/Octubre		Noviembre		Diciembre			
No Etapa	Descripción	Iniciales	Documento-Archivo-Multimedia	11/9-02/10	02/10-9/10	09/10-16/10	16/10-30/10	30/10-6/11	6/11-20/11	20/11-04/12	10/12-14/12
1	Definir y Justificar proyecto	JA - JG	Documento	X							
2	Borrador de anteproyecto	JA - JG	Documento	X							
3	Cronograma del proyecto	JA - JG	Documento	X							
4	Final del primer parcial	JA - JG	Doc/multimedia		X						
5	Redfinición del proyecto	JA - JG	Multimedia			X					
6	Conversacion con maestros para obtener ayuda	JA - JG	Multimedia				X				
7	Revisión de la propuesta	JA - JG	Multimedia				X				
8	Diseño del proyecto	JA - JG	Prototipo					X	X		
9	Elección de materiales	JA - JG	Prototipo						X	X	
10	Obtención de permisos	JA - JG	Multimedia							X	
11	Expotronica - 12 de Diciembre	JA - JG	Cartel								X
2026											
				Enero/Febrero		Marzo/Abril		Mayo/Junio			
12	Obtención de los materiales	JA - JG		X	X						
13	Instalación de instrumentación	JA - JG		X	X	X					
14	Pruebas y propuestas	JA - JG				X	X	X			
15	Comparación de resultados	JA - JG				X	X	X			
16	Formulación de una propuesta final	JA - JG							X	X	X
17	Expotronica - 10 de Junio	JA - JG									X
INICIALES DE INTEGRANTES		JA - JG									

Diseño del proyecto

El diseño del proyecto se estructurara en cuatro fases metodológicas secuenciales y complementarias. Inicia con una fase de preparación y planificación, donde se recopilan planos del edificio, se coordinan permisos institucionales y se seleccionan aulas representativas según su ubicación por piso y orientación solar. A continuación, se procede a una fase de instrumentación y medición, con una duración estimada de dos a cuatro semanas, en la cual se instalan sensores de temperatura, ocupación y submedidores eléctricos en cada aula, priorizando los pisos superiores por su mayor carga térmica. Los datos se registran a intervalos cortos para capturar variaciones horarias y condiciones de uso real.

Posteriormente, en la fase de análisis, se comparan los consumos energéticos y las condiciones de confort térmico por aula y piso, y se modelan distintos escenarios operativos, que incluyen desde el encendido continuo hasta estrategias de zonificación y pre acondicionamiento adaptadas a la orientación y altura de cada espacio. Finalmente, en la fase de recomendación e implementación, se propone un plan piloto en aulas de segundo y tercer piso para validar las estrategias definidas, y se elabora un informe final que integra mapas térmicos, análisis de costo-beneficio y un cronograma detallado para la aplicación generalizada de las medidas más eficientes.

Instrumentación propuesta, materiales y recursos que se necesitara:

Material	Precio Aproximado (MXN)
Termómetros digitales	\$200 - \$800
Sensores de temperatura interior	\$400 - \$1,500
Sensores de humedad relativa	\$500 - \$2,000
Pinza amperométrica (clamp meter)	\$1,000 - \$4,000

Recurso	Utilidad
Listado oficial de la cantidad de salones	Usado para saber el número de aulas.
Fichas técnicas de los aires acondicionados	Necesario para el análisis energético de cada aula.
Horarios de clases del edificio	Necesario para calcular el confort térmico y horarios de operación de los ACs.
Planos arquitectónicos del edificio	Necesarios para calcular la orientación solar del edificio.

Bibliografía

- Efitronic. (2024, 16 octubre). Confort térmico: Clave para el Rendimiento Académico. Efitronic. <https://efitronic.com/confort-termico-en-el-rendimiento-academico/>
- Automatización en Climatización - ClimDecor. (s. f.). ClimDecor. <https://climdecor.cl/automatizacion-en-climatizacion/>
- Eficiencia Energética para Instituciones Educativas - NYSERDA. (s. f.). NYSERDA. <https://es.nyserda.ny.gov/Poner-energ%C3%ADa-a-trabajar/Soluciones-energ%C3%A9ticas-para-la-industria/Educaci%C3%B3n>
- Dev, G. (2022, 18 noviembre). Ahorrar Energía en Universidades: Universidad Rey Juan Carlos [Caso de Éxito]. Spacewell | A Nemetschek Company. <https://spacewell.com/es/recursos/blog/ahorrar-energia-en-universidades-universidad-rey-juan-carlos-caso-de-exito/>
- Adm-Intgral. (2025, 1 agosto). ¿Por qué automatizar el sistema de aire acondicionado en tu empresa? Beneficios reales y retorno de inversión. Integral Tecnología. <https://integraltecnologia.com/2025/08/01/por-que-automatizar-el-sistema-de-aire-acondicionado-en-tu-empresa-beneficios-reales-y-retorno-de-inversion/>