

“EVALUACIÓN DE LA VARIACIÓN TÉRMICA Y LA VELOCIDAD DEL VIENTO PARA EL CONFORT TÉRMICO DE LAS AULAS E Y C DEL PABELLÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES, DEPARTAMENTO DE LEÓN, DURANTE EL PERIODO DE MAYO A AGOSTO DEL 2024.”

“EVALUATION OF THE THERMAL VARIATION AND WIND SPEED FOR THE THERMAL COMFORT OF CLASSROOMS E AND C OF THE ENGINEERING AND ARCHITECTURE PAVILION OF THE UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES, DEPARTMENT OF LEÓN, DURING THE PERIOD FROM MAY TO AUGUST 2024.”

Ing. Maxwell Enrique Altamirano Ramos, Ingeniero industrial e ingeniero químico, Universidad de Ciencias Comerciales, Nicaragua
(prof.maxwell.altamirano@ucc.edu.ni)

Ing. Argel Delgado Arbizú, Ingeniero en alimentos Universidad de Ciencias Comerciales, Nicaragua.
(prof.argel.delgado@ucc.edu.ni)

Tutor.
MSc. Constantino Enrique Portocarrero Berríos

RESUMEN:

Este estudio aborda la influencia de la variación térmica y la velocidad del viento en el confort y la calidad del ambiente en aulas de clases E, C y K de los pabellones de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Ciencias Comerciales, León. La investigación se centra en cómo las fluctuaciones de temperatura y las condiciones de ventilación afectan el entorno educativo y el bienestar de los estudiantes.

Se realizaron satisfactoriamente la medición y el registro de la temperatura ambiente en las aulas E, C y K durante el periodo de mayo a agosto de 2024. Los datos recolectados evidencian diferencias significativas en las temperaturas promedio de las aulas, con las aulas D208 y D211 presentando temperaturas más altas en comparación con las aulas E108 y C106. Este registro es crucial para entender las variaciones térmicas a las que se enfrentan los ocupantes de las aulas.

PALABRAS CLAVES

Palabras claves: variación térmica, velocidad del viento, confort térmico, fluctuaciones.

ABSTRACT:

This study addresses the influence of thermal variation and wind speed on the comfort and quality of the environment in classrooms E, C, and K of the Engineering and Architecture buildings at the University of Commercial Sciences, León. The research focuses on how temperature fluctuations and ventilation conditions affect the educational environment and the well-being of students.

Ambient temperature measurement and recording were successfully carried out in classrooms E, C, and K from May to August 2024. The collected data reveal significant differences in average temperatures among the classrooms, with classrooms D208 and D211 showing higher temperatures compared to classrooms E108 and C106. This record is crucial for understanding the thermal variations faced by the occupants of the classrooms.

KEY WORDS:

Keyword: Thermal variation, Wind speed, Thermal comfort, Fluctuations

INTRODUCCION

En los últimos años la calidad ambiental en espacios educativos ha cobrado un gran interés debido a que se ha relacionado con el desempeño, bienestar y aprendizaje de los alumnos. Dicha preocupación se deriva en el efecto adverso que tienen la ausencia de confort térmico en la motivación y velocidad de aprendizaje. Park (2013)

En este marco, se presenta la investigación que tiene como objetivo "Evaluar la variación térmica y la velocidad del viento para el confort térmico de las aulas E y C del Pabellón Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Ciencias Comerciales, Sede León. La elección de las aulas se basó en la ubicación y exposición al entorno exterior.

Los resultados de este estudio podrían utilizarse para establecer nuevas estrategias en el diseño de espacios educativos de la universidad o bien en la identificación de ajustes o mejoras que se requieren en las áreas de estudios a fin de

garantizar ambientes térmicos adecuados.

MARCO REFERENCIAL

Ergonomía Ambiental y Confort.

La ergonomía ambiental es una rama de la ergonomía que se enfoca en el estudio de los factores físicos y ambientales en el entorno de trabajo. Esto incluye aspectos como la iluminación, el ruido, la temperatura, la calidad del aire y el diseño del espacio. Su principal objetivo es optimizar estas condiciones para mejorar el bienestar, la salud y la eficiencia de los trabajadores. (Ofita, s.f.)

A continuación, describiré algunos tipos específicos de ergonomía ambiental, centrándonos en el confort:

1. La ergonomía visual se especializa en el diseño y la optimización de los elementos visuales en un espacio de trabajo, abarcando aspectos como la iluminación, los colores y la disposición de las pantallas y otros dispositivos visuales. Una iluminación adecuada es crucial para evitar el deslumbramiento y asegurar que los trabajadores tengan suficiente luz para realizar sus tareas sin forzar la vista. La iluminación debe ser uniforme y ajustable, permitiendo adaptarse a diferentes tareas y preferencias individuales.

2. La ergonomía térmica se encarga de analizar y optimizar las condiciones relacionadas con la temperatura y la humedad en el entorno laboral. Estos factores son esenciales para garantizar el confort térmico de los trabajadores, influyendo directamente en su bienestar y rendimiento. La regulación del nivel térmico, mediante calefacción o refrigeración, es crucial para mantener una temperatura agradable y estable que se adapte a las necesidades de los empleados y las

características del espacio de trabajo.

La ergonomía térmica considera tanto los aspectos técnicos como los humanos. Desde la instalación de sistemas de climatización eficientes y ajustables, hasta la implementación de vestimenta adecuada y la promoción de prácticas que permitan a los trabajadores regular su temperatura corporal, todos estos elementos contribuyen a un entorno laboral óptimo. Es importante que los sistemas de climatización sean capaces de responder a cambios en las condiciones externas e internas, garantizando así un ambiente térmico constante y confortable.

Por tanto, implementar estrategias de ergonomía térmica es una inversión en la salud y el bienestar de los empleados, lo que se traduce en una mayor satisfacción y productividad. Un ambiente de trabajo térmicamente cómodo ayuda a minimizar los riesgos de enfermedades relacionadas con el clima y mejora el rendimiento general, creando un espacio más eficiente y seguro para todos.. (Eleva, 2023)

3. La ergonomía acústica y vibratoria se centra en estudiar y mitigar el impacto del ruido y las vibraciones en el ambiente de trabajo. Estos factores son cruciales para garantizar el bienestar y la productividad de los trabajadores. Un entorno con niveles adecuados de sonido y vibración puede mejorar significativamente la comodidad auditiva y física, mientras que el ruido excesivo y las vibraciones molestas pueden causar una variedad de problemas de salud y rendimiento.

El ruido en el lugar de trabajo puede ser una fuente importante de distracción, estrés y fatiga.

La exposición prolongada a altos niveles de ruido puede provocar pérdida de audición, aumento de la presión arterial, y dificultades para concentrarse. Para abordar estos problemas, la ergonomía acústica emplea diversas estrategias, como la instalación de materiales absorbentes de sonido, el diseño de barreras acústicas y la implementación de políticas de reducción de ruido.

En resumen, la ergonomía acústica y vibratoria es esencial para crear un entorno de trabajo más seguro y saludable. Al reducir el ruido y las vibraciones excesivas, se mejora el confort auditivo y físico de los empleados, lo que a su vez aumenta su bienestar y productividad, y reduce el riesgo de enfermedades y lesiones relacionadas con estos factores ambientales. (Eleva, 2023)

4. La ergonomía lumínica se refiere al diseño y la optimización de la iluminación en el lugar de trabajo. Una buena iluminación es esencial para evitar la fatiga ocular, mejorar la concentración y prevenir accidentes. La ergonomía lumínica busca equilibrar la luz natural y artificial para crear un ambiente cómodo y funcional que maximice el rendimiento y el bienestar de los trabajadores.

La iluminación adecuada debe ser suficiente para permitir a los empleados realizar sus tareas sin esfuerzo visual, pero no tan intensa como para causar deslumbramiento o incomodidad. El equilibrio entre la luz natural y artificial es crucial. La luz natural es beneficiosa no solo por su calidad y espectro, sino también por su efecto positivo en el estado de ánimo y el bienestar general de las personas. Integrar ventanas y claraboyas, y

diseñar espacios que maximicen el acceso a la luz natural, puede mejorar significativamente el ambiente de trabajo.

Además, la ergonomía lumínica implica considerar las necesidades individuales de los trabajadores. Algunas personas pueden requerir niveles de iluminación más altos o más bajos debido a diferencias en la edad, la visión o las tareas específicas que realizan. Proveer de controles individuales de iluminación, como lámparas de escritorio ajustables, permite a cada trabajador personalizar su entorno de iluminación según sus preferencias y necesidades.

En resumen, la ergonomía lumínica es fundamental para crear un entorno de trabajo eficiente y saludable. Una iluminación bien diseñada previene la fatiga ocular, mejora la concentración y reduce el riesgo de accidentes, contribuyendo a un mayor bienestar y productividad en el lugar de trabajo. Al equilibrar adecuadamente la luz natural y artificial, y al considerar las necesidades individuales, se puede crear un ambiente cómodo y funcional que beneficie a todos los empleados.

Confort Térmico, Velocidad del Aire y Humedad
El confort térmico se refiere a la sensación subjetiva de bienestar en relación con las condiciones ambientales. Para evaluar el confort térmico, consideramos varios factores:

Temperatura del Aire: La temperatura ambiente es un factor crucial. En espacios interiores, la temperatura debe estar dentro de una franja de confort que oscila entre los 21 y 25 °C¹. La percepción de confort varía según la actividad y la vestimenta. (Guzmán Bravo & Ochoa, 2014).

1. La velocidad del aire es un factor crucial en la percepción del confort térmico, ya que el movimiento del viento puede influir significativamente en la

transferencia de calor entre la piel y el entorno. La convección es el proceso mediante el cual el calor se transfiere a través del movimiento de fluidos, en este caso, el aire. Cuando el aire se mueve más rápido, incrementa la convección, lo que puede acelerar la pérdida de calor del cuerpo humano. Este fenómeno se vuelve particularmente relevante en climas fríos.

Efectos de Diferentes Velocidades de Aire

Velocidad Baja ($>0,2$ m/s): Una ligera brisa puede ser beneficiosa al mejorar la ventilación y evitar la acumulación de aire viciado alrededor del cuerpo. Esto puede ser particularmente útil en espacios cerrados donde una leve circulación ayuda a mantener una sensación de frescura sin comprometer la temperatura corporal.

Velocidad Moderada (0,2 - 0,5 m/s): Una circulación de aire moderada puede comenzar a sentirse incómoda en climas fríos. A esta velocidad, la convección incrementada puede llevar a una pérdida de calor más rápida, lo que podría requerir ropa adicional o medidas para mantener el calor corporal.

Velocidad Alta ($>0,5$ m/s): Corrientes de aire fuertes en ambientes fríos pueden ser extremadamente incómodas y potencialmente peligrosas. La rápida pérdida de calor puede resultar en una sensación térmica mucho más baja que la temperatura del aire, aumentando el riesgo de hipotermia y otros problemas relacionados con el frío. En estas condiciones, es esencial protegerse adecuadamente con ropa adecuada y buscar refugio del viento fuerte. (Zero Consulting, 2023)

La velocidad del aire influye significativamente en el confort térmico. Algunos puntos clave son:

Corrientes de Aire: La circulación del aire puede afectar la sensación térmica. En climas fríos, una

corriente suave puede ayudar a distribuir el calor y evitar zonas frías. Sin embargo, corrientes fuertes pueden causar incomodidad.

Ventilación: La ventilación adecuada es esencial. En espacios cerrados, una buena ventilación ayuda a eliminar el aire viciado y a mantener una temperatura uniforme. La velocidad óptima del aire depende del contexto y la actividad.

2. Humedad Relativa: La humedad afecta la percepción térmica. En climas secos, la humedad baja puede hacer que el aire se sienta más frío. Por otro lado, en climas húmedos, la humedad alta puede dificultar la evaporación del sudor, causando incomodidad

La humedad relativa también desempeña un papel crucial:

Efecto en la Percepción Térmica: En climas secos, la baja humedad puede hacer que el aire se sienta más frío. Por otro lado, en climas húmedos, la alta humedad dificulta la evaporación del sudor, causando incomodidad.

Control de la Humedad: En entornos controlados, mantener una humedad relativa entre el 40% y el 60% suele ser óptimo para el confort térmico y la salud.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio: Este estudio se lleva a cabo con un enfoque cuantitativo, descriptivo no experimental y de corte transversal. Se selecciona este tipo de estudio debido a la naturaleza de la investigación, que busca describir y analizar la variación térmica y la velocidad del viento en un momento específico en el tiempo, sin intervenir

en las condiciones naturales del ambiente. Al no realizar ninguna manipulación experimental, se obtendrán datos observacionales que permitirán comprender la situación actual del confort térmico en las aulas E y C del Pabellón de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Ciencias Comerciales, Departamento de León, durante el período de mayo a agosto del 2024. Además, al ser de corte transversal, se realizarán mediciones en un solo momento en el tiempo, lo que permitirá obtener una instantánea de las condiciones de confort térmico en ese período específico.

Unidad de Análisis

La unidad de análisis serán las aulas E y C del Pabellón de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Ciencias Comerciales, Departamento de León. Estas aulas se seleccionaron porque representan espacios de enseñanza comunes en la universidad y pueden ser representativas de las condiciones de confort térmico en el campus.

Población: 11 aulas que se encuentran en el pabellón C y E de ingeniería

Muestra: La muestra estará compuesta por cuatro aulas seleccionadas por conveniencia. Estas aulas son la C106, C104, E108, E208 y E2011. La selección se realiza de esta manera debido a la disponibilidad y accesibilidad de las mismas, así como para cubrir una variedad de ubicaciones y posibles diferencias en las condiciones de confort térmico.

Fuentes de información

- **Primaria:** Se obtendrá mediante la medición directa de la variación térmica y la velocidad del viento en las aulas seleccionadas utilizando un medidor ambiental especializado.

- **Secundaria:** Se recopilará información sobre las condiciones climáticas históricas del Departamento de León durante el período de mayo a agosto del 2024 a partir de registros climáticos locales.

- **Terciaria:** Se consultará literatura científica y documentos institucionales relacionados con el confort térmico y la ventilación en espacios educativos para respaldar y contextualizar los hallazgos del estudio.

Instrumentos y plan de análisis de la información

- **Medidor ambiental de 5 factores:** Se empleará un medidor especializado que permita medir la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, temperatura radiante media e iluminación en las aulas seleccionadas.

- **Registro de medición:** Se llevará un registro detallado de las mediciones realizadas en cada una de las aulas, incluyendo la fecha, hora y condiciones ambientales registradas.

Confiabilidad y validez de la información: Para garantizar la confiabilidad de los datos, se realizará una calibración regular del medidor ambiental y se capacitará al personal encargado de realizar las mediciones. Además, se utilizarán equipos de medición confiables y se seguirán protocolos estándar para garantizar la precisión de los datos recopilados.

Proceso y plan de análisis de la información:

El proceso de análisis de la información es crucial para comprender y extraer conclusiones significativas sobre las condiciones de confort térmico en las aulas E y C del Pabellón de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Ciencias Comerciales, Departamento de León, durante el período de mayo a agosto del 2024. A continuación, se describe detalladamente el plan de análisis:

Recopilación de datos:

Se llevará a cabo la medición directa de la variación térmica y la velocidad del viento en las aulas seleccionadas utilizando un medidor ambiental especializado. Las mediciones se realizarán en múltiples momentos durante el período de estudio para capturar posibles variaciones a lo largo del tiempo y en diferentes condiciones climáticas.

Se establecerá un protocolo de muestreo que garantice la representatividad de los datos recopilados. Se registrarán las mediciones en un formato estandarizado que incluya la fecha, hora, ubicación y condiciones ambientales en cada medición.

El personal encargado de la recopilación de datos recibirá capacitación sobre el uso adecuado del equipo de medición y los procedimientos de registro. Se llevará a cabo una supervisión continua para garantizar la calidad y consistencia de los datos recopilados.

Análisis estadístico descriptivo:

Una vez recopilados los datos, se procederá con el análisis estadístico descriptivo. Se calcularán estadísticas descriptivas como promedios, desviaciones estándar, y rangos para cada variable medida en las aulas seleccionadas.

Este análisis permitirá comprender la distribución y la variabilidad de los datos, así como identificar posibles tendencias o patrones en las condiciones de confort térmico y velocidad del viento en las aulas estudiadas.

Los resultados del análisis descriptivo se presentarán de manera clara y concisa en tablas y gráficos para facilitar su interpretación y visualización.

Análisis comparativo:

Se realizará un análisis comparativo de las mediciones de confort térmico entre las diferentes aulas y entre los diferentes momentos de medición. Se utilizarán pruebas estadísticas como el análisis de varianza (ANOVA) para identificar posibles diferencias significativas en las condiciones de confort térmico entre las aulas y a lo largo del tiempo.

Este análisis permitirá evaluar la consistencia de las condiciones de confort térmico en las diferentes aulas y determinar si existen factores específicos que influyan en estas condiciones. Se prestará especial atención a las fluctuaciones en las mediciones a lo largo del tiempo para identificar posibles tendencias estacionales o diurnas.

Análisis de correlación:

Se explorará la relación entre las variables medidas, como la temperatura, la humedad y la velocidad del viento, mediante análisis de correlación. Esto permitirá identificar posibles asociaciones entre estas variables y comprender mejor los factores que influyen en el confort térmico en las aulas estudiadas.

Se utilizarán herramientas estadísticas para calcular coeficientes de correlación y determinar la fuerza y la dirección de las relaciones entre las variables medidas.

Propuestas de mejora:

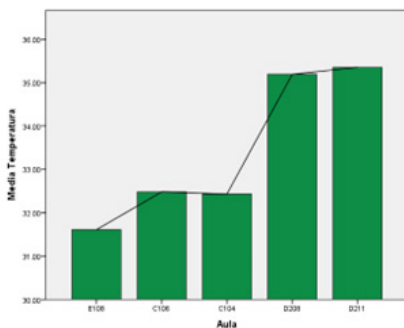
Con base en los resultados obtenidos, se formularán recomendaciones específicas para mejorar el confort térmico en las aulas seleccionadas. Estas recomendaciones se basarán en los hallazgos del análisis estadístico y se presentarán de manera clara y fundamentada.

Además, se podrán incluir sugerencias para futuras investigaciones que permitan profundizar en el tema y validar los resultados obtenidos. Esto garantizará que las acciones propuestas estén respaldadas por evidencia científica sólida y puedan implementarse de manera efectiva para mejorar las condiciones de confort térmico en las aulas estudiadas.

Temperatura y aulas.

Figura 1

Temperatura en aulas



Fuente: Elaboración de los autores

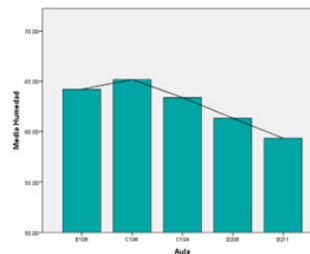
La gráfica muestra la “Media Temperatura” en diferentes aulas. Hay cinco barras verticales que corresponden a las aulas E108, C106, C104, D208 y D211. En el eje y, se encuentran las temperaturas que varían entre 30.00 y 36.00 grados, con la etiqueta “Temperatura”. El eje x está etiquetado como “Aula”. Las barras para las aulas E108 y C106 son más cortas, lo que indica temperaturas promedio más bajas en comparación con las aulas C104, D208 y D211. Las aulas D208 y D211 tienen temperaturas promedio notablemente más altas, como se muestra en sus barras más altas. Además, hay una línea que conecta las partes superiores de cada barra, formando una especie de gráfico de líneas.

Aula y humedad

La gráfica muestra la “Media Humedad” en diferentes aulas. Hay cinco barras verticales, cada una correspondiente a las aulas E108, C106, C104, D208 y D211. El eje y, etiquetado como “Media Humedad”, varía entre 50.00 y 70.00, representando niveles promedio de humedad en porcentaje. Observamos que la aula E108 tiene la humedad promedio más alta, mientras que la aula D211 tiene la más baja dentro del conjunto dado.

Figura 2

Humedad en aulas



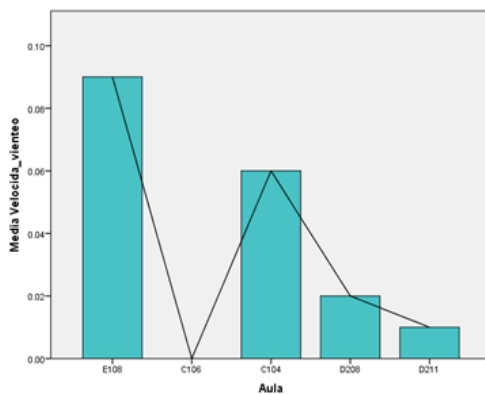
Fuente: Elaboración de los autores

Velocidad del aire y aulas

La gráfica muestra la “Media Velocidad - Varianza” en diferentes aulas. Hay cinco barras verticales, cada una correspondiente a las aulas E108, C106, C104, D208 y D211. El eje x está etiquetado como “Aula”. Observamos que la aula E108 tiene la mayor media de velocidad y varianza, mientras que la aula D211 tiene la menor dentro del conjunto dado.

Figura 3

Velocidad media en aulas

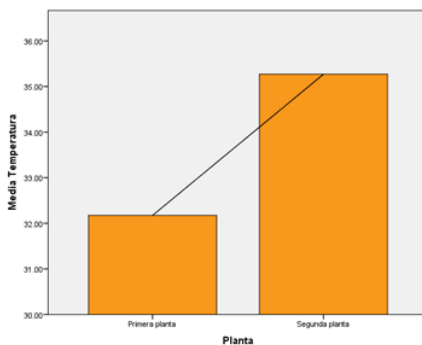


Fuente: Elaboración de los autores

Temperatura por planta de edificios.

Figura 4

Temperatura según planta



Fuente: Elaboración de los autores

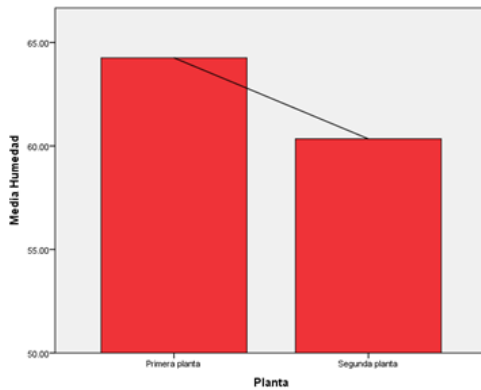
La gráfica muestra la “Media Temperatura” en diferentes aulas. Hay dos barras correspondientes a la “Primera planta” y la “Segunda planta”. El eje x está etiquetado como “Planta”, indicando el nivel del edificio al que se refiere. La barra “Primera planta” tiene una altura más baja, lo que indica una temperatura promedio más baja en comparación con la barra “Segunda planta”, que alcanza una mayor altura en el eje y, sugiriendo una temperatura promedio más alta. Una línea conecta las partes superiores de ambas barras, mostrando un aumento en la temperatura promedio desde el primer al segundo piso. Esta gráfica podría ser interesante o relevante en discusiones sobre cómo el calor se distribuye en los edificios o cómo diferentes pisos pueden experimentar diferentes temperaturas.

Humedad Vs planta (baja/alta)

La gráfica muestra la “Media Humedad” en diferentes aulas. Hay dos barras rojas, cada una representando la “Media Humedad” para la “Primera planta” y la “Segunda planta”, respectivamente. El eje y está etiquetado desde 50.00 hasta 65.00, probablemente indicando el porcentaje de humedad, y el eje x está etiquetado como “Planta”. La primera barra alcanza más allá del valor 60.00 en el eje y, mientras que la segunda barra es ligeramente más corta, lo que indica un nivel de humedad promedio más bajo que en la primera planta. Esta gráfica podría ser relevante para comparar los niveles de humedad entre dos plantas en un experimento o estudio.

Figura 5

Humedad según planta



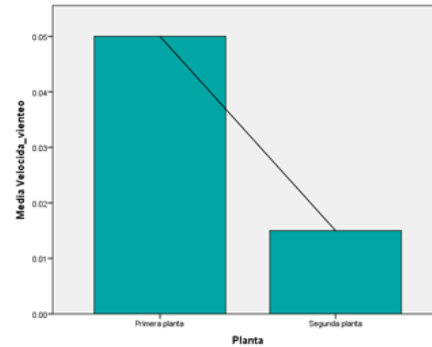
Fuente: Elaboración de los autores

Velocidad media del viento

La gráfica muestra la “Media Velocidad - $\mu\text{m/s}$ ” en diferentes aulas. Hay dos barras, etiquetadas como “Primera planta” y “Segunda planta”. El eje y está etiquetado como “Media Velocidad - $\mu\text{m/s}$ ” y varía de 0.00 a 0.05 en incrementos de 0.01. El eje x está etiquetado como “Planta”. La barra correspondiente a “Primera planta” es más alta que la de “Segunda planta”, lo que indica un valor más alto en el eje y para la primera planta en comparación con la segunda. Esta gráfica podría ser relevante o interesante en un estudio que compare la velocidad promedio (presumiblemente de crecimiento u otra variable) entre dos plantas diferentes o condiciones aplicadas a las plantas.

Figura 6

Velocidad media según cada planta



Fuente: Elaboración de los autores

Tabla cruzada entre temperature y planta.

Tabla 1

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Por cent aje	N	Por cent aje	N	Por cent aje
Temperatura * Planta	50	96.2%	2	3.8%	52	100.0%

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 2

Medidas simétricas

		Valor	Error estándar asintótico ^a	Aprox. Sig. ^b	Aprox. Sig.
Nominal por Nominal	Phi	1.000			.022
Nominal por Intervalo	V de Cramer	1.000			.022
Ordinal por Ordinal	Coefficiente de contingencia	.707			.022
Intervalo por intervalo	R de persona	.846	.029	11.003	.000 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.838	.027	10.650	.000 ^c
N de casos válidos		50			

fuerte asociación entre la temperatura y la planta.

2. V de Cramer: Similar al coeficiente Phi, la V de Cramer también mide la asociación entre variables nominales. El valor de 1.000 sugiere una relación completa.

3. Coeficiente de contingencia: Este coeficiente también evalúa la relación entre variables nominales. Un valor de 0.707 indica una asociación moderada.

4. R de persona: Este estadístico se aplica cuando se comparan dos variables de escala de intervalo. El valor de 0.846 sugiere una correlación fuerte entre la temperatura y la planta.

5. Correlación de Spearman: Similar al R de persona, pero aplicado a variables ordinales. El valor de 0.838 indica una correlación significativa. En resumen, los datos sugieren que existe una relación entre la temperatura y la planta en estudio.

Fuente: Elaboración de los autores

- a. No se supone la hipótesis nula.
- b. Utilización del error estándar asintótico que asume la hipótesis nula.
- c. Se basa en aproximación normal.

1. Phi (Φ): Este coeficiente mide la asociación entre dos variables nominales (categóricas). Un valor de 1.000 indica una relación perfecta entre las variables. En este caso, parece haber una

a. 76 casillas (100.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .40.

Tabla 3

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Humedad * Planta	50	96.2 %	2	3.8%	52	100.0%

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 4

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	44.097 ^a	37	.197
Razón de verosimilitud	58.983	37	.012
Asociación lineal por lineal	2.655	1	.103
N de casos válidos	50		

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 5

Medidas simétricas

	Valor	Error estándar asintótico ^a	Aprox. Sig. ^b	Aprox. Sig. ^c
Nominal Phi	.939			.197
Ordinal Phi	.939			.197
Ordinal Cramer	.685			.197
Ordinal Coeficiente de contingencia	.685			.197
Intervalo R de persona	.233	.133	1.658	.104 ^c
Ordinal Correlación de Spearman	.514	.110	4.148	.000 ^c
N de casos válidos	50			

Fuente: Elaboración de los autores

- a. No se supone la hipótesis nula.
- b. Utilización del error estándar asintótico que asume la hipótesis nula.
- c. Se basa en aproximación normal.

Medidas Simétricas:

Phi: El coeficiente de correlación phi es 0.939. Esto indica una fuerte asociación entre las variables nominales por nominales.

V de Cramer: La V de Cramer también es 0.939, lo que confirma la fuerte relación entre las variables.

Coeficiente de contingencia: El coeficiente de contingencia es 0.685, lo que sugiere una asociación moderada.

R de persona: El valor negativo (-0.233) indica una relación débil entre las variables intervalo por intervalo.

Correlación de Spearman: La correlación de Spearman es -0.514, lo que sugiere una relación negativa moderada entre las variables ordinales.

Pruebas de Chi-cuadrado:

Chi-cuadrado de Pearson: El valor del chi-cuadrado de Pearson es 44.097 con 37 grados de libertad y un p-valor de 0.197. Esto no es estadísticamente significativo.

Razón de verosimilitud: La razón de verosimilitud es 58.983 con un p-valor de 0.012. Esto sugiere una asociación significativa.

Asociación lineal por lineal: El valor es 2.655 con un p-valor de 0.103. No hay evidencia sólida de una asociación lineal.

Tabulación cruzada Humedad*Planta:

Los recuentos muestran la distribución de humedad entre la “Primera planta” y la “Segunda planta”. Por ejemplo, hay 30 casos con una humedad de 46.80 en la “Primera planta” y

20 casos con la misma humedad en la “Segunda planta”.

En resumen, hay evidencia de asociación, pero su fuerza varía según el estadístico utilizado

Cálculo de porcentaje de personas insatisfechas. Para el caso que estamos tratando debido a que casi no existe velocidad del aire entonces la temperatura radiante será igual a la temperatura del aire.

El aislamiento lcl se tomará de 0.12 m2/w.

Se calculará fcl

$$f_{cl} = 1 + 1.29 I_{cl}$$

$$f_{cl} = 1 + 1.29 \times 0.12 \text{ Km}^2/w = 1.15 m^2/w$$

M= metabolismo es 100 es una buena aproximación debido a que el estudiante solo realiza actividad mental y física.

Una aproximación de la temperatura superficial es la siguiente

$$t_{cl} = 35.7 - 0.028 (M - V) + 0.12 (3.96 \times 10^{-8}) \times f_{cl}$$

$$t_{cl} = 35.7 + 0.028 (100 - 20) + 0.12 (3.96 \times 10^{-8}) \times 1.15 = 37.94$$

El coeficiente de transmisión de calor por convección es Hcl se calcula de la siguiente manera:

$$h_{cl} = 2.38 \times (t_{cl} - t_a)$$

$$h_{cl} = 2.38 \times (37.94 - 35.7) = 5.33$$

Ahora se calculará PMV.

$$PMV = (0.303 \times e^{-(0.036M)} + 0.028) \times ((M - V) - 3.05 \times 10^{-3}) \times (5733 - 6.99 \times (M - V) - p_a) - 0.42 (M -$$

$$V)-58.15-1.7 \times M(5867-Pa)-3.96 \times 10^{(-8)} \times f_{(cl)} \times (tcl+273)^4 - (tv+273)^4$$

Aplicando las fórmulas se encuentra que en PMV da 1. 19.

Se procede a calcular el porcentaje de personas insatisfechas y el cálculo da

$$PPD=100-95 \times e^{((0.03353 \times PMV^4 - 0.2179 \times PMV^2))}$$

Sustituyendo da un porcentaje de personas insatisfechas de 35%

Propuesta.

Se observa que existe un poco ventilación tanto en el primer piso como en el segundo y parte fundamental del confort térmico es la ventilación. Las mediciones se realizaron sin encender los ventiladores existentes. Los ventiladores usan el aire circulante por tanto debería de incrementarse el caudal de aire en el ambiente.

Debido al diámetro de acción que tienen los ventiladores de techo existentes, se debe realizar modificaciones a la ubicación de los mismos de tal manera que abarque a más personas. Por tanto, se debe de realizar modificaciones a las instalaciones de los ventiladores. Los ventiladores tal cual están instalados tiene un diámetro 1.5 m2, lo que da un área de :

$$A=\pi r^2=\pi \times (1.5m)^2=7.68 \text{ m}^2$$

Debido a que hay dos ventiladores por aula se tiene que la cobertura es de 15.36 m2

El aula tiene una dimensión de 32.9 m2.

El porcentaje de cobertura es de Portentaje de cobetura =15.36/32.9 X 100=47%

Una mejor ubicación de estos ventiladores sería

colocarlos en los costados de las paredes y además colocar un tercer ventilador en la parte trasera del aula.

CONCLUSIONES

. Se cumplió con éxito la medición y el registro de la temperatura ambiente en las aulas E, C y K durante el periodo de mayo a agosto de 2024. Los datos recolectados evidencian diferencias significativas en las temperaturas promedio de las aulas, con las aulas D208 y D211 presentando temperaturas más altas en comparación con las aulas E108 y C106. Este registro es crucial para entender las variaciones térmicas a las que se enfrentan los ocupantes de las aulas.

La evaluación de la variabilidad de la temperatura a lo largo del día y bajo diferentes condiciones climáticas reveló que las aulas ubicadas en la segunda planta presentan temperaturas promedio más altas que las de la primera planta. Este patrón indica una distribución desigual del calor en el edificio, lo que podría afectar el confort térmico de **los ocupantes. La identificación de estas tendencias es fundamental para diseñar estrategias de gestión térmica que mejoren el confort en las aulas.**

El análisis de la velocidad del viento dentro de las aulas durante el periodo de estudio mostró variaciones significativas entre las diferentes aulas. La aula E108

registró la mayor media de velocidad del viento, mientras que la aula D211 tuvo la menor. Estas variaciones en la velocidad del viento influyen en

la sensación térmica percibida por los usuarios y están correlacionadas con las temperaturas registradas. Este hallazgo sugiere que una mejor gestión de la ventilación podría mejorar el confort térmico en las aulas con menor ventilación.

Zero Consulting. (2023). Qué es el confort térmico y cómo se evalúa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA. (1983). Norma Técnica de Prevención. NTP74.

Cruz, M. T., Sahagún, M., Castañón, M., & Gómez, C. (2022). Evaluación del confort térmico y lumínico en aulas universitarias en Tijuana, Baja California. Caso de estudio FCITEC, Valle de las Palmas.

Eleva. (2023). Ergonomía ambiental y cómo aplicarla en tu espacio. Obtenido de (2) Ergonomía ambiental y cómo aplicarla en tu espacio – Eleva. <https://elevadesk.com/blogs/ergonomia-en-el-trabajo/ergonomia-ambiental-y-como-aplicarla-en-tu-espacio>.

Guzmán Bravo, M. H., & Ochoa, J. (2014). Confort Térmico en los Espacios Públicos Urbanos.

Ofita. (s.f.). Ergonomía ambiental en el trabajo: Qué es y tipos. Obtenido de <https://www.ofita.com/ergonomia-ambiental>

Quirónprevención. (2018). Temperatura en la oficina ¿Cuál es la ideal? Obtenido de <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/temperatura-oficina-ideal>.

Sanquinete, E., Acosta, R., & Hernández, L. C. (2018). Valoración caulitativa sobre la sensación térmica en aulas de la Escuela Latinamericana de Medicina.