

Evaluación del Confort Térmico en El Edificio Administrativo del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Santo Domingo 2023

Paul Enrique Baldeón Quishpe¹

baldeonpaul1006@gmail.com

SEINMATECH

Ecuador

Claudio Elicio Torres Barahona

claudeli002@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-9420-1052>

Instituto Superior Tecnológico General Eloy

Alfaro

Ecuador

Tania Maribel Bajaan Vera

tania.maribel1995@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-4563-6648>

Investigador Independiente

Ecuador

Kleber José Pilco Llerena

kleberjop@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-6168-7882>

Ministerio de Educación

Ecuador

Alisson Ivanna Tito Caicedo

alissontito15@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-4894-7280>

Investigador Independiente

Ecuador

RESUMEN

Se realizó una investigación cuyo propósito fue evaluar el confort térmico en el edificio de oficinas de docentes del Instituto Superior Tecnológico Tsachila, se aplicó un diseño de investigación de campo donde participaron 50 docentes durante la jornada de trabajo, a quienes se aplicó una encuesta subjetiva para medir la percepción del confort térmico y además se estableció un proceso de cálculo para la toma de temperatura y posterior cálculo de los índices PMV y PPD de acuerdo a las directrices de la norma UNE EN ISO 7730:2006 para determinar el bienestar térmico general del cuerpo. Los resultados evidenciaron personas insatisfechas con la sensación térmica general del cuerpo y solo un área con condiciones confortables. Por tanto, se concluyó que en los puntos de medición en los puntos 1, 2 y 3 se presentan PMV's que en consecuencia equivalen a tener más de 20% de personas insatisfechas con la sensación térmica general del cuerpo en cada punto de medición, estando lejos de lo que recomienda la norma de referencia, misma que indica que el porcentaje máximo de personas insatisfechas sea del 15%, finalmente se propone medidas enfocadas a adaptar la temperatura local del aire y medidas de control individual.

Palabras clave: confort térmico; PMV; PPD; temperatura operativa optima

¹ Autor Principal

Correspondencia: baldeonpaul1006@gmail.com

Evaluation of thermal comfort in the administrative building of the Tsachila Higher Technological Institute, Santo Domingo 2023

ABSTRACT

An investigation was carried out whose purpose was to evaluate thermal comfort in the teacher office building of the Tsachila Higher Technological Institute, a field research design was applied where 50 teachers participated during the work day, to whom a subjective survey was applied to measure the perception of thermal comfort and in addition a calculation process was established for taking temperature and subsequent calculation of the PMV and PPD indices according to the guidelines of the UNE EN ISO 7730:2006 standard to determine the general thermal well-being of the body. . The results showed people dissatisfied with the general thermal sensation of the body and only one area with comfortable conditions. Therefore, it was concluded that at the measurement points at points 1, 2 and 3, PMV's are presented which are consequently equivalent to having more than 20% of people dissatisfied with the general thermal sensation of the body at each measurement point, being far from than what the reference standard recommends, which indicates that the maximum percentage of dissatisfied people is 15%, finally measures are proposed focused on adapting the local air temperature and individual control measures.

Keywords: *thermal comfort; PMV; PPD; optimal operating temperature*

*Artículo recibido 17 septiembre 2023
Aceptado para publicación: 26 octubre 2023*

INTRODUCCIÓN

La introducción cumple la función de presentar al lector el tema de investigación. Con cada párrafo que se vaya elaborando se expresarán ideas fuerza que acercaran al lector a comprender mejor el problema de investigación, la justificación y la relevancia del tema, sus antecedentes investigativos, la teoría o teorías fundantes en la que se enmarca el estudio y finalmente el objetivo u objetivos del trabajo de investigación.

También dependiendo del tipo y enfoque de investigación se requerirá exponer en mayor o menor detalle el contexto en el cual se realiza el estudio.

Varios manuales coinciden en que estructuralmente, una introducción no se restringe a un canon tan claramente como la sección del resumen, si bien se ha construido consenso sobre tres puntos que deberían aparecer siempre: el objetivo general de la investigación, la relevancia del estudio y los antecedentes consultados; así como la redacción predominantemente en tiempo verbal presente de indicativo. (Cisneros Estupiñán & Olave Arias, 2012).

Para facilitar la elaboración de la introducción se sugiere una breve guía de preguntas que orientarán el desarrollo este apartado.

El ejercicio consiste en ir desarrollando las respuestas de cada punto y con ello se conseguirá una introducción que presente el tema de forma bastante completa para el lector, y por sobre todo que responda a las directrices de la revista para su publicación.

Las principales preguntas propuestas son:

El presente trabajo de investigación tiene como tema la Evaluación del confort térmico en oficinas de Las oficinas de docentes del Instituto Superior Tecnológico Tsa`chila en la actualidad se encuentran delimitadas en secciones, mismas que presentan diferentes acondicionamientos térmicos para el confort de los docentes, sin embargo, no en todas las secciones se evidencia condiciones apropiadas que fomenten el confort necesario para el ejercicio normal de las funciones de los docentes.

En ciertas secciones las características constructivas de la infraestructura han permitido que las fuertes lluvias de la zona provoquen filtraciones significativas de agua y humedad que han enmohecido paredes, techos, incluso en algunos casos comprometiendo el inmobiliario. Paralelamente, en otras secciones por ejemplo se tiene equipos de aire acondicionado que funcionan de manera esporádica,

imprevista o cada vez que alguien lo requiera, sin un estándar de temperatura que beneficie a todos los ocupantes del área de trabajo.

Algunos docentes que ocupan las oficinas han manifestado la inconformidad en el uso indiscriminado del aire acondicionado o por la ausencia del mismo en otras áreas de trabajo que impide regularizar la temperatura del medio ambiente de trabajo.

De continuar lo anterior expuesto puede generar que los docentes y estudiantes sientan un discomfort término debido a la sensación de humedad que se presentan en las paredes, sumado a variabilidad en el uso del aire acondicionado y además la temperatura promedio de Santo Domingo de los Tsáchilas, misma que oscila entre 23 °C y 24 °C. De continuar esta situación, los docentes y usuarios que confluyen al área de oficinas podrían presentar molestias como: fatiga, estrés, cansancio, irritabilidad, desconcentración, esto desfavorece al personal expuesto y a las actividades que realizan provocando un descenso del ritmo de trabajo y del aprendizaje.

Una vez identificado la principal causa que genera el discomfort térmico, se realizará una evaluación del confort térmico en el edificio administrativo del Instituto Superior Tecnológico Tsa`chila de manera que permita identificar cuáles son los factores de riesgos e implementar acciones correctivas.

El Instituto Superior Tecnológico Tsa`chila, como una institución educativa dedicada a la capacitación y el desarrollo profesional en varios campos, incluye la importancia de proporcionar un entorno beneficioso para los estudiantes, docentes y personal administrativo, por ende, es necesario identificar cuáles son los factores que influyen en el confort térmico, analizar el actual sistema de climatización y proponer recomendaciones para mejorar las condiciones ambientales en el edificio administrativo.

El confort térmico en el área de oficinas es un aspecto fundamental de la seguridad y salud en el trabajo que afecta directamente la calidad de vida, la productividad y el bienestar de las personas que los ocupan. En este sentido, el área de oficinas de docentes del Instituto Superior Tecnológico Tsa`chila, como lugar de trabajo y afluencia de estudiantes y usuarios debe proporcionar un ambiente interior óptimo que promueva la comodidad y el rendimiento de sus ocupantes. Sin embargo, es importante destacar que la evaluación del confort en los edificios no se limita únicamente a la percepción subjetiva de las personas, sino que también implica considerar aspectos medibles como la temperatura, la humedad, la calidad del aire, el nivel de iluminación, el ruido y otros factores ambientales relevantes.

Estos elementos pueden influir significativamente en el confort térmico, acústico, visual y general de un edificio.

Además, esta investigación tiene una relevancia teórica y práctica, puesto que las metodologías aplicadas servirán de guía para realizar futuras evaluaciones en otras áreas de importancia de la institución, por ejemplo, las aulas, que son áreas de importancia ya que es donde se desarrollan los procesos de enseñanza que buscan alcanzar los resultados de aprendizaje plasmados en los diseños curriculares de cada materia

Los resultados obtenidos ayudaran a realizar una planificación de medidas preventivas y de control que incluyan por ejemplo la instalación y mejora de sistemas de climatización, la optimización del diseño de iluminación, la implementación de estrategias de control de humedad, que contribuyeron a crear un entorno de trabajo más confortable y favorable para el desarrollo de las actividades académicas y administrativas.

La evaluación del confort térmico en las oficinas de docentes del Instituto Superior Tecnológico Tsa`chila en Santo Domingo, se basa en la importancia de proporcionar un ambiente de trabajo cómodo y saludable para los empleados y usuarios del edificio. El confort térmico se refiere a la sensación subjetiva de comodidad térmica que experimenta una persona en un ambiente determinado. Es crucial garantizar un adecuado confort térmico en espacios interiores, ya que puede afectar significativamente la productividad, el bienestar y la salud de las personas.

La evaluación de confort térmico en las oficinas docentes permite identificar y analizar factores clave que influyen en la sensación térmica de los ocupantes, como la temperatura, la humedad, la velocidad del aire y la radiación solar. Esto nos permitirá determinar si el edificio cumple con los estándares de confort térmico recomendados por normativas y estándares internacionales.

De acuerdo con (Guillen, 2019) “El bienestar térmico es el grado de confort térmico que es valorado satisfactoriamente por un conjunto mayoritario de usuarios cuando se cumplen unas condiciones ambientales determinadas”. Es conocido que en un ambiente de trabajo interno la sensación de bienestar térmico es un concepto subjetivo ya lo que para unos cierta temperatura y condiciones representa una sensación de bienestar y confort, paralelamente para otros las mismas condiciones pueden representar una incomodidad que conlleva a una baja productividad y calidad de trabajo. De acuerdo con (Pérez De

Ciriza, 2018)

Cuando las temperaturas son bastante más altas o bajas de lo habitual, los trabajadores suelen estar de acuerdo en que "hace calor o hace frío" en el local de trabajo. En cambio, en los ambientes interiores donde las condiciones ambientales son intermedias o moderadas hay bastantes discrepancias entre los ocupantes al respecto. En un mismo local y en un mismo momento, no es extraño encontrarse con trabajadores que sienten bienestar o "se sienten a gusto", mientras que otros, por el contrario, "tienen calor o frío"

El confort térmico ha sido objeto de estudio en áreas como la ingeniería civil y arquitectura desde la fase de diseño de las edificaciones que contendrán espacios laborales para lograr un equilibrio térmico suficiente para que la mayoría trabajadores de oficinas, aulas, entre otras áreas cerradas califiquen un ambiente térmico como confortable. Es conocido que confort térmico representa un aspecto físico que puede llegar a fluctuar significativamente durante una jornada laboral y por consiguiente entorpecer el logro de resultados esperados en cada puesto de trabajo. Una estudio que sentó las bases para evaluar confort térmico considerando la mayoría de dimensiones y variables que intervienen fue el publicado en 1970 por Povl Ole Fanger en su obra "Thermal Comfort", de acuerdo con (Castejón, 1983)

representó un avance sustancial, al incluir en el método de valoración propuesto la práctica totalidad de las variables que influyen en los intercambios térmicos hombre-medio ambiente y que, por tanto, contribuyen a la sensación de confort; estas variables son: nivel de actividad, características del vestido, temperatura seca, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad del aire.

El estudio de Fanger pudo establecer la relación matemática y probabilística que existe entre las variables antes mencionadas para poder expresarlas a través de escalas de ponderación que indican la sensación térmica de un espacio de trabajo y el grado de aceptación o confort que los ocupantes de un área de trabajo tendrían con iguales condiciones.

Con base en el estudio de Fanger se ha desarrollado la Norma UNE EN ISO 7730:2006 "Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local", misma que describe el proceso para determinación matemática y mediante tablas de los dos índices por medio de los cuales se califica la presencia del confort térmico.

Tal como indica (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2007) el índice PMV

“permite predecir el valor promedio de la sensación térmica que produciría un determinado ambiente en un grupo numeroso de personas” para determinar el índice PMV se lo puede realizar mediante la ecuación y las tablas que la norma (Comité Europeo de Normalización, 2006) facilita, sin embargo, para las determinación de la temperatura se requiere un equipo de medición directa por ejemplo temperatura globo de bulbo húmedo.

En la figura 1 se muestra la escala numérica de sensación térmica que calificaría un grupo de más de 1300 personas en caso de que estuviesen expuestas a las mismas condiciones térmicas ambientales, realizasen la misma actividad física y llevasen una ropa similar. (Pérez De Ciriza, 2018). La escala está comprendida entre valores entre +3 y -3, cabe destacar que 0 califica como neutralidad térmica sin estar en los extremos de la sensación térmica.

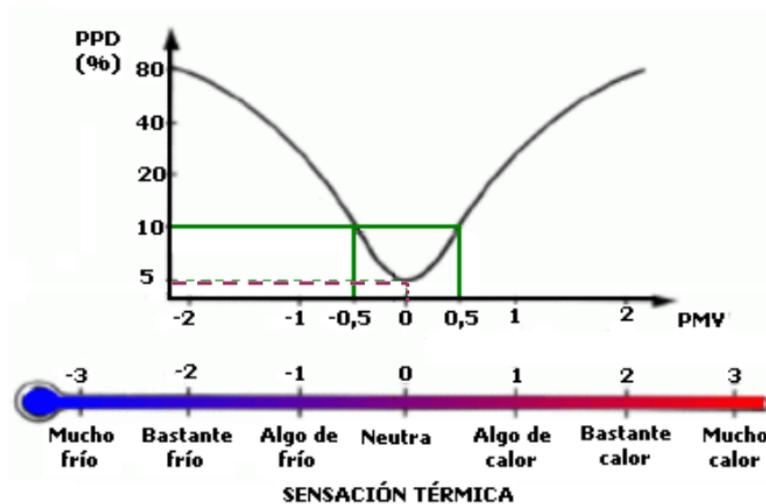
Figura 1 Escala numera de sensación térmica usada por Fanger

PUNTUACIÓN	SENSACIÓN TÉRMICA
+3	Mucho calor
+2	Bastante calor
+1	Algo de calor
0	Neutra
-1	Algo de frío
-2	Bastante frío
-3	Mucho frío

Fuente: (Pérez De Ciriza, 2018)

No es suficiente con determinar la sensación térmica que califica un grupo determinado de personas sino que es importante conocer que porcentaje de esas personas se considera insatisfecha con esa sensación térmica, para determinar este aspecto que ha creado el índice PPD, de acuerdo con (Comité Europeo de Normalización, 2006) el índice PPD “estima el número de individuos térmicamente insatisfechos de entre un numeroso grupo de personas. El resto del grupo se sentirán térmicamente neutrales, ligeramente calurosos o ligeramente frescos”. La distribución estimada de votos se presenta por medio de la figura 2

Figura 2 Grafica de correlación entre el porcentaje previsto de insatisfechos (PPD) en relación al voto medio estimado (PMV)



Fuente: (Pérez De Ciriza, 2018)

En la figura 2 es importante destacar que aunque el valor PMV sea 0, se tiene un porcentaje de personas insatisfechas de la sensación térmica del área de trabajo que correspondería al 5%, con esta consideración y tal como indica (Pérez De Ciriza, 2018) “No es posible especificar ni conseguir unas condiciones termo higrométricas que satisfagan a todas las personas debido a sus características individuales. Lo que sí es posible conseguir es que dichas condiciones satisfagan a un gran porcentaje de personas.

(León, 2018) en el trabajo titulado “Evaluación del confort térmico en las oficinas del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato” se identificó como principal problemática la existencia de fluctuaciones de temperatura en el ambiente que genera malestar e incomodidad en los trabajadores de oficina debiendo en algunos casos usar ropa que no está prevista como uniforme de trabajo, lo que por consiguiente genera en ciertos casos conflictos con las normas y reglamentos de trabajo del GADMA, como principales resultados se obtuvo que las principales fuentes generadoras de desconfort térmico son la falta de renovación de aire, la radiación emitida por el sol, la inexistencia de equipos de ventilación, los equipos de trabajo propios de las actividades de oficinas (computadoras, lámparas, impresoras y pantallas PDV's por ende al realizar las mediciones y cálculo del PMV se determinó que en gran parte no se encuentran dentro del rango establecido, ya que 7 oficinas o puestos

de trabajo que representan el 29 % de los 24 puestos analizados, presentan una sensación térmica neutra con condiciones térmicamente aceptables ($1 \leq PMV \leq 0$), por otra parte 15 oficinas que corresponde al 64 % presentan una sensación ligeramente calurosa ($2 \leq PMV \leq 1$) y el 7 % correspondiente a 2 oficinas mantienen una sensación calurosa ($3 \geq PMV \geq 2$).

El antecedente anterior expuesto es importante debido a que muestra la probabilidad que existe de que en las oficinas de docentes del Instituto Tsachila pueda existir discomfort térmico en función de condiciones y equipamiento del área de trabajo.

El confort térmico no solo representa un aspecto que puede llegar a influir en la productividad, sino en la relación con las partes interesadas de organización, por ejemplo el Ministerio de Trabajo de Ecuador representa un organismo de control que regula las condiciones de seguridad de los lugares de trabajo con base en el requisito legal denominado Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores, en art. 53 numeral 5 sobre condiciones generales ambientales indica que “Se fijan como límites normales de temperatura grados C (sic) de bulbo seco y húmedo aquellas que en el gráfico de confort térmico indiquen una sensación confortable; se deberá condicionar los locales de trabajo dentro de tales límites” (Presidencia de la República del Ecuador, 1986), siempre que el proceso de fabricación y demás condiciones lo permitan”.

El Instituto Superior Tecnológico Tsachila debe cumplir con lo establecido por el Decreto Ejecutivo 2393, por ende, para lograr el confort térmico se deberá tomar en cuenta los límites permisibles de temperatura de bulbo seco y húmedo recomendados para oficinas ocupadas por los docentes del Instituto. Otro contexto importante en el cual se desenvuelve la presente investigación radica en necesidad de definir parámetros estandarizados para el uso del aire acondicionado en función de las necesidades y características específicas de los docentes, las condiciones y mobiliario de las oficinas, y finalmente la vestimenta, misma que se regula por las normas y reglamento de la institución.

Con base en lo anterior expuesto resulta pertinente plantear la siguiente hipótesis respecto al confort térmico de los docentes durante el uso de las oficinas en la jornada de trabajo: “Los docentes que usan las oficinas del Instituto Superior Tecnológico Tsachila presentan discomfort térmico, situación que afecta el rendimiento y los resultados esperados plasmados en la planificación académica.

METODOLOGÍA

La modalidad de la presente investigación es de carácter mixta (cualitativa y cuantitativa), ya que no se queda en el diagnóstico facultativo de la problemática detectada, sino que pretende plantear una serie de alternativas que tiendan a solucionar el problema detectado, como es precisamente la temática sobre la evaluación del confort térmico en el edificio administrativo del Instituto Superior Tecnológico Tsachila, mediante un análisis descriptivo de la literatura se pretende describir cuáles son los indicadores que definen el confort térmico en el área de oficinas que ocupan los docentes de la institución.

Se planteó una evaluación objetiva de los índices de valoración del confort térmico mediante el cálculo del PMV (voto medio estimado) y el PPD (porcentaje estimado de insatisfechos) se procedió según las directrices y lineamientos descritos en la norma UNE EN ISO 7730:2006.

Para determinar el valor de PMV se ha procedido con el uso de las tablas que facilita la norma de referencia, cabe mencionar que “la precisión de las tablas incluidas en este anexo es mejor que 0,1 PMV, siempre que la diferencia entre la temperatura del aire y la temperatura radiante media sea menor de 5 °C” (Comité Europeo de Normalización, 2006). Para el caso del índice PPD se procedió calculando utilizando la figura 2.

Para entender la dinámica de los puestos de trabajo y seleccionar las variables adecuadas en las tablas que establece la norma UNE EN ISO 7730:2006, se ha procedido a diseñar y aplicar una ficha de observación al puesto de trabajo que ocupan los docentes, cabe destacar que los puestos de trabajo cumplen con las mismas condiciones en cuanto a infraestructura y dimensionamiento por lo que se aplica la ficha de observación en un solo puesto de trabajo. Se diseñó además una encuesta subjetiva de confort térmico y se decidió que la muestra sea por conveniencia por la cantidad relativamente reducida de docentes, mismos que suman un total de 50.

El estudio de evaluación del confort térmico se realizó en cuatro puntos distribuidos de tal manera que abarca las subáreas internas de cubículos donde se encuentran los docentes y que conforman el área total de oficinas de los docentes, como se muestra en la figura 3

Figura 3 Plano del área donde funciona los cubículos de los docentes del ISTT y puntos de medición donde realizo el estudio de confort térmico.



Fuente: Los autores

Para el caso de la medición de temperatura operativa y radiante necesaria para el cálculo del PMV, se procedió con el uso del equipo HT200 Heat Stress WBGT Meter, mismo que permite determinar con precisión “el estrés térmico por factorización de una combinación de parámetros: humedad, temperatura, movimiento de aire y radiación solar directa. Estos factores afectan que tan alto se eleva la temperatura del cuerpo, así como la capacidad de enfriamiento” (Extech instruments, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1 Resultados de la pregunta 1: Su opinión personal ¿Cómo valora la sensación térmica del puesto de trabajo?

Alternativas	Cantidad	%
Calurosa	0	0%
cálida	0	0%
ligeramente cálida	0	0%
neutra	6	12%
ligeramente fría	33	66%
fría	8	16%
muy fría	3	6%
TOTAL	50	100%

Se evidencia que más de la mitad de docentes contestaron que existe una sensación térmica ligeramente fría con un 66% de respuestas seleccionadas, ahora bien, las demás respuestas también apuntan en un porcentaje menor que existe sensaciones térmicas relacionadas con el frío, y finalmente solo un 12% ha contestado que existe una sensación neutra. Es importante destacar que las encuestas no se especifican horas y momentos dentro de la jornada laboral en las cuales se sienten la sensación térmica, sin embargo, con la determinación de los índices PMV y PPD para diferentes momentos de la jornada laboral ayudaran a aclarar mejor los resultados de la encuesta.

Tabla 2 Resultados de la pregunta 2: Según su opinión personal ¿Cómo percibe la temperatura del ambiente de trabajo?

Alternativas	Cantidad	%
Claramente Aceptable	0	0%
Aceptable	12	24%
Inaceptable	26	52%
Claramente Inaceptable	12	24%
TOTAL	50	100%

Se evidencia que más de la mitad de docentes contestaron que existe una temperatura inaceptable con un 52% de respuestas seleccionadas, ahora bien, otra parte de los docentes contestaron en la misma línea con un 24% de respuestas “claramente inaceptables”. Durante la aplicación de la encuesta la temperatura del ambiente oscilo entre los 18 a 17 grados centígrados, es evidente que la mayoría de los docentes no están de acuerdo con esta temperatura y solo un 24% lo considera aceptable sin que necesariamente sea la mejor respuesta ya que se tiene también la alternativa de” claramente aceptable

Tabla 3 Resultados de la pregunta 3: ¿Como desearía la temperatura de su puesto de trabajo?

Alternativas	Cantidad	%
Mas alta	39	78%
Sin cambios	9	18%
Mas baja	2	4%
TOTAL	50	100%

Sobre la temperatura que desearían los docentes en los puestos de trabajo un 78% respondieron que desearían que fueran más alta, dicho de otro modo, que sea menos fría. En cambio, un 18% de docentes no desea que haya cambios, lo que revela que existe conformidad con esta temperatura oscilante entre 18 a 17 grados centígrados; finalmente un 4% de los docentes desearían que la temperatura fuera aún más fría, lo que coincide con lo mencionado en el capítulo de introducción “la sensación de bienestar térmico es un concepto subjetivo”

Tabla 4 Resultados de la pregunta 4 ¿Cómo percibe la calidad del aire en el puesto de trabajo?

Alternativas	Cantidad	%
Claramente Aceptable	12	24%
Aceptable	30	60%
Inaceptable	8	16%
Claramente Inaceptable	0	0%
TOTAL	50	100%

En relación a la calidad del aire, misma que está relacionado con la percepción de humedad y la velocidad del aire, más de la mitad de docentes con un 60% contestaron que es aceptable y otro 24% contestaron que es claramente aceptable, en contraposición, un 16% contestaron que la calidad de aire es inaceptable; este cambio puede deberse a que algunos docentes aunque están en la misma planta o área general de trabajo existen ciertas subáreas divididas por puertas y mamparas de aluminio y es que en esas subáreas existe presencia de humedad y ventanales por donde la circulación del aire en ciertas ocasiones del día resulta excesiva e inclusive con olores no confortables.

Tabla 5 ¿La actividad que está realizando?

Alternativas	Cantidad	%
Le estresa	16	32%
Es normal	28	56%
Le relaja	6	12%
TOTAL	50	100%

Sobre la actividad la tensión mental que produce la actividad que realizan los docentes más de la mitad de los docentes con un 56% contestaron que es normal, un 6% lo relaja y finalmente un 32% de los

docentes han mencionado que la actividad los estresa; esto puede resultar en un factor que facilita la presencia de discomfort térmico, ya que como es sabido en situaciones de estrés el ritmo cardiaco aumenta, las glándulas apocrinas (de axilas y en la ingle) comienzan a generar sudoración.

Resumen de resultados para cálculos de PMV y PPD

En la primera toma de medida de la temperatura de globo realizada al inicio de la jornada laboral y además considerando los aspectos inherentes al tipo de actividad que ayudaron a elegir la tasa metabólica y el tipo de aislamiento térmico, se pudo seleccionar las tablas pertinentes que permitieron obtener el índice PMV. En los cuatro puntos seleccionados del área de oficinas muestran una puntuación que oscila entre 0 y -2 en la escala PMV de Fanger, lo que indica que existe una percepción neutra y con algo de frío. Es de destacar que en el punto de medición 2, mismo que corresponde al área donde se ubican alrededor de 15 docentes en sus cubículos, el índice PMV resulto en -1.36, valor que corresponde a un 38% de personas insatisfechas según la figura 2 de Fanger. Adicional en el punto de medición 1 y 2 se tiene un 20% de personas insatisfechas con la sensación térmica de estos ambientes de trabajo; finalmente en el punto de medición 4 la sensación térmica que corresponde a “neutro” genera un porcentaje bajo de personas insatisfechas que corresponde al 6%. Se muestra la tabla 6 que presentan los resultados de la primera medición.

Tabla 6 Resumen de resultados de los factores ambientales y de trabajo que dan forma a los índices de confort térmico PMV y PPD realizada al inicio de la jornada de trabajo.

REGISTRO DE RESULTADOS DE INDICES PMV Y PPD 1ERA TOMA				
Elaborado por:	Investigadores		Revisor por:	SEINMATECH
Aprobador por:	SEINMATECH		Equipo de medición:	HT200 Heat Stress WBGT Meter
Hora de la medición:	14:30 PM		Fecha de evaluación:	2/10/2023
Punto 1 de medición				
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	22,45	0,4
PMV (voto medio estimado):		-0,78		
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):		20%		
Punto 2 de medición				
Hora de la medición:	14:30 PM		Fecha de evaluación:	3/10/2023
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	23,73	0,4
PMV (voto medio estimado):		-0,78		
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):		20%		
Punto 3 de medición				
Hora de la medición:	14:35 PM		Fecha de evaluación:	3/10/2023
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	20	0,4
PMV (voto medio estimado):		-1,36		
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):		38%		
Punto 4 de medición				
Hora de la medición:	14:30 PM		Fecha de evaluación:	4/10/2023
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	23,37	0,4
PMV (voto medio estimado):		-0,19		
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):		6%		

En la segunda toma de la temperatura de globo realizada en la mitad de la jornada de trabajo y los demás parámetros inherentes a las características del trabajo, resulto un voto medio estimado de sensación térmica correspondiente a -0,19 en los puntos de medición 1, siendo este similar al resultado de la primera toma de temperatura por ende el porcentaje estimado de insatisfechos sigue siendo con 20%. en el caso de punto de medición 2 se evidencia un cambio en la temperatura lo que tuvo incidencia en el índice PMV siendo este ahora del -0,19, por consiguiente, el PPD está en un 6%.

Finalmente, en los puntos de medición 3 y 4 no hubo cambios significativos que hayan modificado la calificación sobre la sensación térmica y el porcentaje de personas insatisfechas con esa temperatura, dicho de otra manera, se mantienen la misma percepción de confort.

Tabla 7 Resumen de resultados de los factores ambientales y de trabajo que dan forma a los índices de confort térmico PMV y PPD realizada a la mitad de la jornada de trabajo

REGISTRO DE RESULTADOS DE INDICES PMV Y PPD 2DA TOMA				
Elaborado por:	Investigadores		Revisor por:	SEINMATECH
Aprobador por:	SEINMATECH		Equipo de medición:	HT200 Heat Stress WBGT Meter
Punto 1 de medición				
Hora de la medición:	18:00 PM		Fecha de evaluación:	2/10/2023
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	23,16	0,4
PMV (voto medio estimado):	-0,78			
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):	20%			
Punto 2 de medición				
Hora de la medición:	18:00 PM		Fecha de evaluación:	3/10/2023
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	23,73	0,4
PMV (voto medio estimado):	-0,19			
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):	6%			
Punto 3 de medición				
Hora de la medición:	18:30 PM		Fecha de evaluación:	3/10/2023
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	20	0,4
PMV (voto medio estimado):	-1,36			
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):	38%			
Punto 4 de medición				
Hora de la medición:	18:00 PM		Fecha de evaluación:	4/10/2023
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	24	0,4
PMV (voto medio estimado):	-0,19			
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):	6%			

En la tercera medición de temperatura de globo realizada a las 21:00 horas, y con base en la tasa metabólica y aislamiento térmico producto de las características del trabajo mencionadas anteriormente, se ha determinado que, en el punto de medición 1 y en el punto de medición 2 existe una sensación térmica con un voto medio estimado de -0,78 “algo de frío”, mismo que representa un 20% de personas insatisfechas en la gráfica de Fanger.

Al igual que en el cálculo de los índices de confort térmico realizadas el en punto de medición 4 al inicio y en media jornada de trabajo se obtuvo un PMV de -0,19 con un 6% de personas insatisfechas, lo que indica que las condiciones ambientales que influyen en el confort térmico no varían durante la jornada laboral, este resultado puede deberse a que en el área de donde se tomó la medición no hay un uso indiscriminado ni desproporcionado de la climatización que ahí se dispone. Finalmente, en el punto

de medición 3 también se presenta los mismos resultados de PMV con un voto medio estimado de sensación térmica de -1,36% “algo de frío” y que por consiguiente representa un 38% de personas insatisfechas.

Tabla 8 Resumen de resultados de los factores ambientales y de trabajo que dan forma a los índices de confort térmico PMV y PPD realizada al final de la jornada de trabajo

REGISTRO DE RESULTADOS DE INDICES PMV Y PPD 3ERA TOMA				
Elaborado por:	Investigadores		Revisor por:	SEINMATECH
Aprobador por:	SEINMATECH		Equipo de medición:	HT200 Heat Stress WBGT Meter
Hora de la medición:	14:30 PM		Fecha de evaluación:	2/10/2023
Punto 1 de medición				
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	22,45	0,4
PMV (voto medio estimado):	-0,78			
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):	20%			
Punto 2 de medición				
Hora de la medición:	14:30 PM		Fecha de evaluación:	3/10/2023
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	23,73	0,4
PMV (voto medio estimado):	-0,78			
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):	20%			
Punto 3 de medición				
Hora de la medición:	14:35 PM		Fecha de evaluación:	3/10/2023
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	20	0,4
PMV (voto medio estimado):	-1,36			
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):	38%			
Punto 4 de medición				
Hora de la medición:	14:30 PM		Fecha de evaluación:	4/10/2023
Tasa metabólica W/m ²	Aislamiento térmico		Temperatura operativa °C	Velocidad relativa del aire m/s
	clo	m ² · K/W		
70	0,75	0,116	23,37	0,4
PMV (voto medio estimado):	-0,19			
PPD (porcentaje estimado de insatisfechos):	6%			

CONCLUSIONES

Los docentes que ocupan el área de oficinas del Instituto Superior Tecnológico Tsachila no cuentan con un ambiente no cuentan con un bienestar térmico global que se ajuste a las recomendaciones de la norma UNE-EN ISO 7730, misma que indica que “personas con actividad ligera y sedentaria son las más sensibles a la incomodidad local. Estas deberán tener una sensación térmica, para el cuerpo en su conjunto, cercana a la neutral”(Comité Europeo de Normalización, 2006).

Los docentes que ocupan el área de trabajo donde se realizó el punto de medición 4 poseen un confort térmico de categoría “C” de acuerdo a la categorización elaborada por la norma UNE-EN ISO 7730, esto indica que poseen condiciones favorables que permiten un estado de bienestar térmico general del cuerpo en su conjunto con un 6% de personas que se considerarían insatisfechas y un PMV dentro del rango esperado para esta categoría ($-0,7 < \text{PMV} < 0,7$). Sin embargo, para poder determinar y declarar un completo estado de confort térmico es imprescindible también indagar sobre los criterios que influyen en la incomodidad local como son: corrientes de aire, diferencia de temperatura anormalmente alta entre la cabeza y los tobillos, suelos demasiado calientes o demasiado fríos, o una asimetría de la temperatura radiante demasiado grande.

Los docentes que ocupan las áreas de trabajo donde se realizaron los puntos de medición 1, 2 y 3 no cuentan con una sensación de bienestar térmico general del cuerpo, puesto que casi en todas las mediciones de temperatura realizadas en los diferentes tiempos de la jornada de trabajo, arrojaron valores de PMV que están por encima de lo recomendado en las tres categorías elaboradas por la norma UNE-EN ISO 7730. El punto de medición 1 y 3 son los lugares donde en los tres momentos de la jornada de trabajo se manifiesta un porcentaje estimado de insatisfechos de 20% y 38% respectivamente, por ende, se debe considerar plantear una propuesta de control basada en controlar la temperatura local del aire mediante el uso de los equipos de climatización de manera estandarizada y además asegurando planes de mantenimiento adecuado de los mismos.

En el caso del punto de medición 2 aunque en una de las tomas de temperatura realizada resultó un PMV que arrojó un 6% de personas insatisfechas no es suficiente para declarar un bienestar térmico general debido que en las otras dos mediciones realizadas en la jornada laboral resultó que el PPD era de 20% respectivamente. Por ende, también se debe considerar establecer propuestas de control enfocadas en los equipos de climatización del área de trabajo para adaptar la temperatura local del aire y también medidas de control individual como es la adaptación de vestimenta que ayude modificar la temperatura operativa óptima y por consiguiente modificar el PMV hasta alcanzar valores cerca al “0” en la escala de Fanger.

Finalmente, aunque la norma no exige determinar y evaluar los criterios de la incomodidad local como son: corrientes de aire, diferencia de temperatura anormalmente alta entre la cabeza y los tobillos, suelos

demasiado calientes o demasiado fríos, o una asimetría de la temperatura radiante demasiado grande, se recomienda como estudio complementario identificar las condiciones de incomodidad local mediante los parámetros que establece la norma UNE-EN ISO 7730 y así tener la base de información suficiente para realizar una propuesta técnica económica de control a implantarse en el área de oficinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bestarten, M., Bernal, F., & Castillo, M. (2016). Evaluacion de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas (p. 22).

https://www.insst.es/documents/94886/211340/Condiciones_trabajo_PYMES.pdf/0452965e-d0bb-408d-9806-fac257562168?t=1587581004696

Cañada, J., Díaz, I., Medina, J., Puebla, M., Simón, J., & Soriano, M. (2009). Manual para el profesor de SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. In Insht.

https://www.uco.es/webuco/buc/centros/tra/lilibros/manual_profesor_fp_para_el_empleo.pdf

Castejón, E. (1983). Documentación NTP 74 : Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación. Notas Técnicas de Prevención. INSHT, 1–14.

Comité Europeo de Normalización. (2006). UNE-EN ISO 7730 Ergonomía del ambiente térmico Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.

Extech instruments. (2013). Manual del usuario medidor de estrés térmico WBGT Modelo HT30. 1–9.

Guillen, B. (2019). Evaluación del Bienestar Térmico a Través de la Temperatura Operativa. Ficha Técnica. FT-4, 1–5.

[https://www.carm.es/web/download?ARCHIVO=FT-](https://www.carm.es/web/download?ARCHIVO=FT-4.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=78385&IDTIPO=60&RASTRO=c721$m6645#:~:text=La temperatura operativa es la,el local real no uniforme.)

[4.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=78385&IDTIPO=60&RASTRO=c721\\$m6645#:](https://www.carm.es/web/download?ARCHIVO=FT-4.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=78385&IDTIPO=60&RASTRO=c721$m6645#:~:text=La temperatura operativa es la,el local real no uniforme.)

[~:text=La temperatura operativa es la,el local real no uniforme.](https://www.carm.es/web/download?ARCHIVO=FT-4.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=78385&IDTIPO=60&RASTRO=c721$m6645#:~:text=La temperatura operativa es la,el local real no uniforme.)

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2007). NTP 779: Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables. INSST, Bienestar térmico, 6.

León, A. A. (2018). Evaluación del confort térmico en las oficinas del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato". 1, 430–439.

Pérez De Ciriza, P. A. (2018). Evaluación del Bienestar Térmico en Locales de Trabajo Cerrados

Mediante los Índices Térmicos PMV y PPD. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, 2–16.

Presidencia de la República del Ecuador. (1986). Decreto Ejecutivo 23923. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores. El Graduado: Boletín Informativo Del Ilustre Colegio Oficial de Graduados Sociales de Madrid, 41, 72–73.

Soria, M., & Jorge, O. (2014). Técnicas de PRL: Medicina del trabajo , ergonomía y psicología. 1–21.