

EL ESTRÉS TÉRMICO, MUCHO MÁS QUE LA DISCONFORMIDAD CORPORAL

Millán Jiménez, Emilia

Caja del Seguro Social de Panamá
Panamá, República de Panamá
Dirección de Correo Electrónico
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9604-0389>.

Berbey-Alvarez, Aranzazu

Universidad Tecnológica de Panamá
David, República de Panamá
Aranzazu.berbey@utp.ac.pa
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4278-5478>.

RESUMEN

Esta investigación, de carácter cuantitativo, consideró los monitoreos del perfil térmico realizados en centros de atención al público en la República de Panamá mediante un conjunto de parámetros con el propósito de realizar distintas evaluaciones a estas exposiciones. Las condiciones ambientales de temperatura, humedad y la velocidad del aire en el lugar de trabajo, junto con el nivel de actividad física y la ropa que utilicen los trabajadores/as pueden originar situaciones de riesgo a la salud y dar respuesta a un trastorno térmico dependiendo de su susceptibilidad; pueden presentarse rápidamente síntomas como sudoración excesiva, disminución de las capacidades físicas y mentales, golpe de calor, y/o tener desenlaces rápidos e irreversibles, aunque la mayoría de las veces las causas son fácilmente reconocibles y la posibilidad de que se produzcan daños es baja; sin embargo cuando las condiciones no son extremas, el estrés térmico puede pasar inadvertido y producir daños a la salud a largo plazo y en el momento (ejemplo golpe de calor a exposición alta de temperatura).

Palabras clave: estrés térmico, monitoreo, atención al cliente, humedad relativa, temperatura, velocidad del aire, incomodidad, cambio climático

ABSTRACT

This investigation, of a quantitative nature, considers the monitoring conducted in different centers of attention of the population; with the intention of knowing firsthand the thermal profile of the same, considering all the parameters now of making different exposure evaluations. The environmental conditions of temperature, humidity and air speed, of the workplace, together with the level of physical activity and the clothes that the workers use can originate situations of health risk and give different answers depending on their susceptibility; Symptoms such as excessive sweating, decreased physical and mental abilities, heat stroke, and rapid and irreversible outcomes can occur quickly, although most of the time the causes are easily recognizable and the possibility of damage is equally predictable; However, when the conditions are not extreme, thermal stress can go unnoticed and cause health damage).

Keywords: Place between 3 and 5 keywords, arranged in alphabetical order and separated by commas.

1. INTRODUCCIÓN

Los factores de riesgo de seguridad y salud de los trabajadores ocupacional pueden tener efectos directos o indirectos en niveles de compromiso organizacional, satisfacción laboral y productividad laboral de trabajadores de empresas de servicios y otros tipos de industrias (Kilic 2009), puede producirse una acumulación excesiva del calor corporal representando así un peligro para su correcto desempeño laboral, puesto que necesitamos mantener la temperatura interior a los 37° C. Generalmente, el cuerpo puede librarse del calor, pero la cantidad que puede eliminar depende de varios factores como son la temperatura circundante, la humedad, el flujo de aire, la vestimenta, y los factores personales de riesgo. Para Enander (Enander and Hygge 1990), el estrés térmico se encuentra en muchos entornos de trabajo y puede afectar negativamente varios aspectos del desempeño y el comportamiento humanos.

En la ciudad de Panamá encontramos un clima tropical con una humedad relativa promedio de 75% y una temperatura promedio de 27 °C, con máximas absolutas de hasta 39 °C y mínimas de 20°C. A mayor humedad en el ambiente, mayor dificultad para regular la temperatura corporal, mientras que, a mayor velocidad del aire, mayor facilidad para lograr la evaporación del sudor que genera el cuerpo. Sí en el lugar de trabajo la temperatura ambiental es elevada, los trabajadores/as pueden experimentar calambres, pérdida de fuerza, menor rendimiento laboral y una menor capacidad de respuesta, salpullido o empeorar los problemas cutáneos y experimentar un estado de agotamiento.

De acuerdo con Hancock, P. A., & Vasmatazidis, I. (1998), la eficiencia es el reflejo más sensible de la respuesta al estrés.

2. MARCO CONCEPTUAL

Existen numerosas publicaciones científicas, documentos técnicos, normas, trabajos de grado, maestrías y tesis doctorales que abordan este tópico (Barrera-Cruz and Morales-González 2020; Caro-Galoc and López Apaza 2020; Estasio-Revelo 2022; Revueltas Aguero et al. 2015; Villacis-Flores 2021). El estado del arte consultado sobre experiencias del efecto térmico sobre la salud ocupacional se distribuye de acuerdo con lo presentado en la tabla 1. Un 65.63 % corresponde a artículos en congresos y revistas científicas, seguido de un 15.33% que corresponde a tesis de grado, 12,5 % en tesis de maestría, otro 3,13 % en tesis doctorales y un 3.13% en documentos técnicos, normas y guías.

En Rodahl (Rodahl 2003) se analizó varios aspectos del trabajo en entornos fríos y calientes y a alta presión y en Vogt(Vogt 2020) se publica un sumario de varios autores sobre las respuestas fisiológicas a la temperatura ambiente, los efectos del estrés por calor y trabajo en ambientes calurosos, los trastornos producidos por la prevención del estrés por calor, los fundamentos físicos del trabajo en condiciones de calor, la evaluación del estrés por calor e índices de estrés por calor, el intercambio de calor a través de la ropa, los ambientes fríos y trabajo con frío, la prevención del estrés por frío en condiciones extremas al aire libre y los índices de frío y normas sobre el frío. Israel *et al.*,(Israel, Zaryabova, and Ivanova 2013) realizó un estudio de la exposición a campos electromagnéticos y sus efectos, tanto los térmicos como los efectos no térmicos. En la actualidad el aumento de las condiciones de estrés térmico laboral es una de las consecuencias de los efectos del cambio climático (Lundgren K, Kuklane K, Gao C 2013), (Parsons 2013), (Karkoszka 2007) y,(Kjellstrom et al. 2013). Lundgren et al.,(Lundgren K, Kuklane K, Gao C 2013) realizó una revisión de la literatura de los efectos del cambio climático sobre el estrés térmico laboral. Adicionalmente en Parsons(Parsons 2013) se estudió el impacto en la salud ocupacional de los efectos del cambio climático mediante una revisión de los estándares internacionales como las normas ISO 7243, 7983 y 9886.

Existen numerosas publicaciones científicas, documentos técnicos, normas, trabajos de grado, maestrías y tesis doctorales que abordan este tópico (Barrera-Cruz and Morales-González 2020; Caro-Galoc and López Apaza 2020; Estasio-Revelo 2022; Revueltas Aguero et al. 2015; Villacis-Flores 2021). El estado del arte consultado sobre experiencias del efecto térmico sobre la salud ocupacional se distribuye de acuerdo con lo presentado en la tabla 1. Un 65.63 % corresponde a artículos en congresos y revistas científicas, seguido de un 15.33% que corresponde a tesis de grado, 12,5 % en tesis de maestría, otro 3,13 % en tesis doctorales y un 3.13% en documentos técnicos, normas y guías.

En Rodahl(Rodahl 2003) se analizó varios aspectos del trabajo en entornos fríos y calientes y a alta presión y en Vogt(Vogt 2020) se publica un sumario de varios autores sobre las respuestas fisiológicas a la temperatura ambiente, los efectos del estrés por calor y trabajo en ambientes calurosos, los trastornos producidos por la prevención del estrés por calor, los fundamentos físicos del trabajo en condiciones de calor, la evaluación del estrés por calor e índices de estrés por calor, el intercambio de calor a través de la ropa, los ambientes fríos y trabajo con frío, la prevención del estrés por frío en condiciones extremas al aire libre y los índices de frío y normas sobre el frío. Israel *et al.*,(Israel, Zaryabova, and Ivanova 2013) realizó un estudio de la exposición a campos electromagnéticos y sus efectos, tanto los térmicos como los efectos no térmicos. En la actualidad el aumento de las condiciones de estrés térmico laboral es una de las consecuencias de los efectos del cambio climático (Lundgren K, Kuklane K, Gao C 2013), (Parsons 2013), (Karkoszka 2007) y,(Kjellstrom et al. 2013). Lundgren et al.,(Lundgren K, Kuklane K, Gao C 2013), realizó una revisión de la literatura de los efectos del cambio climático sobre el estrés térmico labral. Adicionalmente en Parsons (Parsons 2013) se estudió el impacto en la salud ocupacional de los efectos del cambio climático mediante una revisión de los estándares internacionales como las normas ISO 7243, 7983 y 9886. En Karkoszka (Karkoszka 2007) se propuso un modelo para la estimación de los procesos y concluyó que el desempeño de la calidad, el medio ambiente y la política de seguridad y salud ocupacional conduce a la mejora de los procesos productivos analizados mediante las acciones preventivas y correctivas, y en consecuencia - a su optimización desde el punto de vista de la calidad de los productos, la influencia en el medio ambiente, la seguridad y salud ocupacional.

Existen múltiples estudios sobre mediciones del estrés térmico en empresa como las panaderías (Zapata-Giron, Arame-Alegria, and Gaitan-Gutierrez 2017), (Cújar-Vertel and Julio-Espitia 2016), (Luquez-Moreno et al. 2018), cocinas comerciales (Matsuzuki et al. 2011) e industria hotelera(Kilic 2009). Otras empresas donde se presentaron situaciones de estrés térmico laboral corresponde a las empresas del acero, metalúrgicas y siderúrgica etc (Factos Pazmiño 2015), (Proaño and Jordán 2018) y(Rivera-Poma 2020). También se encontró esta situación en las empresas del fabricación del ladrillo(Rodríguez-Flórez & Roberto-Cetina, 2017), (Sett and Sahu 2014).

Gutiérrez *et al.*,(Gutiérrez, Guerra, and Gutiérrez 2018) tuvo resultados positivos, ya que se obtuvo que en ninguno de los puestos de trabajo evaluados existía riesgo higiénico por estrés térmico, debido principalmente a la suficiente aclimatación de los trabajadores y a su baja carga térmica metabólica.

Calvo-Montaña *et al.*,(Calvo-Montaña and Arevalo-Valdez 2011) desarrolló una propuesta del para disminuir la carga de trabajo y rediseñar los puestos de trabajo, para reducir los riesgos laborales e incrementar el rendimiento de los trabajadores, además de cumplir requerimientos legales y reducir costos, desarrollando el proyecto en base a las condiciones de trabajo a diagnosticar: condiciones de seguridad, condiciones de higiene, condiciones ergonómicas y condiciones psicosociales.

Tabla 1. Resumen tabular marco teórico

Autor	Año	1	2	3	4	5	Institución
Estasio- Revelo	2022			x			Universidad Tecnológica Israel (Ecuador)
Villacis-Flores	2021			x			Universidad del Pacifico (Ecuador)
Barrera-Cruz y Morales-González	2020			x			Universidad de Córdoba (Colombia)
Revueltas- Agüero et al.,	2015	x					Instituto Nacional de Higiene (Cuba)
Caro-Galoc y López Apaza	2020	x					Universidad Peruana Unión (Perú)
Lundgren et al.,	2013	x					Lung University (Suecia)
Gutiérrez et al.,	2018	x					Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador), Arboriente S.A (Ecuador)
Factos-Pazmiño	2015		x				Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Zapata-Girón et al.,	2017		x				Universidad Nacional de Ingeniería
Cújar-Vertel et al.,	2016	x					Universidad de Córdoba (Colombia)
Vogt	2020	x					Enciclopedia de Saludo y Seguridad en el trabajo
Rodríguez-Flores	2017	x					Universidad de La Salle (Colombia)
Luquez-Moreno	2018	x					Universidad de Alcalá de Henares (España), Universidad de los Llanos Ezequiel Zamora, Venezuela, Universidad de Zulia (Venezuela), Universidad Politécnica de Madrid (España) Instituto de Gestión del Conocimiento / INSTGECON, Venezuela
Calvo-Montaña et al.,	2018	x					Sociedad Estudiantil Científica de Ingenieros Industriales de la católica (Bolivia)
Garrido-Mejía	2016			x			Universidad Técnica de Cotopaxi (Ecuador)
Luna Mendaza	2020				x		Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo (España)
Pino-Rivas	2016	x					Universidad de Concepción (Chile)
Proaño et al.,	2020		x				Universidad Técnica de Ambato
Rivera	2020	x				x	Universidad Nacional de San Marcos, Universidad del Perú
Salazar	2019		x				Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (Perú)
Ibujes-Avila	2014		x				Universidad de Guayaquil (Ecuador)
Rodahl	2002	x					Independiente
Matsuzuki et al.,	2011	x					Kanagawa Institute of Technology, Dokkyo Medical University School of Medicine, University of Occupational and Environmental Health, National Hospital Organization Kyoto Medical Center, Juntendo University
Parsons	2013	x					Loughborough University (UK)
Kjellstorm et al.,	2013	x					Umea university (Australia), National Institute of occupational safety and health (Japón), University of Southern Florida (USA), Loughborough university (UK), Finnish institute of occupational health (Finlandia), Lund University (Suecia)
Israel et al.,	2013	x					National Centre of Public Health and Analysis, Sofia, Bulgaria
Nanneman	1991	x					Jimmy Dean Manufacturing facility, Iowa
Enander	1990	x					National Defence Research Establishment, Karlstad, Sweden, The National Swedish Institute for Building Research, Gavle, Sweden
Sett	2014	x					University of Kalyani, Kalyani -India
Hancock et al.,	1998	x					Liberty Mutual Research Center for Safety and Health (USA), iNautix Technologies Inc
Gonca	2009	x					Düzce University

1: artículo científico 2: Tesis de grado 3: tesis de maestría 4: Documento, fecha técnica, norma técnica 5: Tesis doctoral 6: Leves, decretos

En Garrido-Mejía (Garrido-Mejía 2016) se implementó el método del índice WBGT conforme la norma Técnica NTP 322 por su sencillez y fácil aplicación. A través de este método se determinó la existencia del riesgo, para lo cual se dividió a la planta de gas en cuatro zonas, en este ambiente laboral desarrollan sus actividades diarias 12 operadores que ocupan cargos de Supervisores, Técnicos Líderes y Técnicos de Operación.

Salazar (Salazar-Salazar 2019) trató sobre la evaluación de los niveles de riesgo de los agentes ocupacionales físicos, químicos y disergonómicos encontrados en una empresa agrícola en su producción de uva, estos agentes fueron evaluados durante la jornada laboral de sus colaboradores. La Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico (2008) fue utilizada para la realización de este estudio, en la cual se detalla los valores mínimos de exposición de los agentes ocupacionales físicos y disergonómicos.

En Ibujes-Avila (Ibujes-Avila 2014) se elaboró una propuesta de soluciones para prevenir y mitigar los riesgos laborales la misma que es factible implementar porque existen los recursos y la voluntad para aplicarlos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El método de referencia ISO7243:1989 denominado Altas Temperaturas – estimación del estrés térmico laboral y el índice WBGT (temperatura de globo y bulbo húmedo) se puso en práctica métodos para el desarrollo de esta investigación. El procedimiento que sirvió para poner en práctica la metodología anterior involucra la coordinación de actividades tales como:

- Entrevistas,
- Observaciones cuantitativas (inspección),
- Aplicación de la ficha de campo,
- Ficha de medición del ambiente),
- Monitoreo ambiental (medidor de estrés térmico termohigrómetro),
- EVM7/CO de los peligros,
- Tabulación de la información,
- Análisis de los resultados,
- Consulta bibliográfica (Método ISO 7243, Norma de referencia INTEC)
- y la elaboración de informe técnico.

El tipo de medición se realizado por área y este arrojó un conjunto de lecturas puntuales. Cabe notar que, la evaluación de la exposición a estrés térmico por el método ISO 7349:1989 se utiliza para evaluar los ambientes térmicos al que se puedan encontrarse expuestos los trabajadores y está basado en mediciones de la temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH). Los rangos de mediciones deben estar entre 0 y 100 °C temperatura TGBH y humedad relativa de 0 a 100%. La instrumentación utilizada en este procedimiento incluye un medidor de estrés térmico, un trípode y una cámara fotográfica.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según las tablas y gráficas existen algunas áreas donde las temperaturas estén por encima del promedio (hora, instalación de aire acondicionado y diseño, equipo utilizado, ni operador en cada sitio). Se está utilizando algunos datos que varían en el tiempo, pero el rango de la temperatura

no ha variado en el tiempo. Se realiza monitoreo ambiental de las áreas internas de algunos departamentos en la instalación por daños en el sistema de aire acondicionado antes (ver tablas 2, 3 y 4) y después de la reparación de este (ver tablas 5, 6 y 7). Las instalaciones cuentan con 2 unidades de manejadoras de aire de 10 y 15 toneladas de estas se pudo valorar la velocidad de aire en la entrada (filtros) 1.6 m/s y 2.5 m/s.

Condiciones ambientales antes del monitoreo:

Tabla 2. Área interna

Area	Distancia del equipo	Parámetros	Valores obtenidos	Criterio de valoración
Neumología	6.4 metros	Humedad relativa	83.4 %	45 % min. - 55% máx.
		Índice de calor	27.1°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	25.3°C	
		Temperatura de globo (radiante)	27.0°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Dermatología	18.7 metros	Humedad relativa	81.5 %	45 % min. - 55% máx.
		Índice de calor	28.5°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	25.8°C	
		Temperatura de globo (radiante)	27.8°C	
		Velocidad del aire	m/s	
Sala de espera	39.5 metros	Humedad relativa	77.4%	45 % min. - 55% máx.
		Índice de calor	27.7°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	26.3°C	
		Temperatura de globo (radiante)	27.7°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Oficina de seguridad	4.5 metros	Humedad relativa	72.6%	45 % min. - 55% máx.
		Índice de calor	28.4°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	26.4°C	
		Temperatura de globo (radiante)	27.4°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Pasillo del consultorio de la enfermera obstetra	s/d	Humedad relativa	73.0%	45 % min. - 55% máx.
		Índice de calor	28.4°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	26.4°C	
		Temperatura de globo (radiante)	26.9°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Pasillo consultorios de cirugía y urología	s/d	Humedad relativa	70.0%	45 % min. - 55% máx.
		Índice de calor	28.2°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	26.3°C	
		Temperatura de globo (radiante)	26.5°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Puesto de trabajo: Curación de heridas	42.5 metros	Humedad relativa	60.0%	45 % min. - 55% máx.
		Índice de calor	26.7°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	26.2°C	
		Temperatura de globo (radiante)	26.1°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Ascensor	7.6 metros	Humedad relativa	68.0%	45 % min. - 55% máx.
		Índice de calor	27.7°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	26.2°C	
		Temperatura de globo (radiante)	26.1°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Servicio de fisioterapia	11.6 metros	Humedad relativa	70.1%	45 % min. - 55% máx.
		Índice de calor	29.0°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	27.0°C	
		Temperatura de globo (radiante)	27.0°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Servicio odontología	9.2 metros	Humedad relativa	73.0%	45 % min. - 55% máx.
		Índice de calor	24.5°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24.5°C	
		Temperatura de globo (radiante)	24.0°C	
		Velocidad del aire	2.4 m/s	

Tabla 3. Planta baja 1

Area	Distancia del equipo	Parametros	Valore obtenidos	Criterio de valoración
Sala de espera de laboratorio	7.7 metros	Humedad relativa	68.2%	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	25.3°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24.9°C	
		Temperatura de globo (radiante)	24.8°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Farmacia y laboratorio	26.3 metros	Humedad relativa	66.9%	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	26.2°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	25.4°C	
		Temperatura de globo (radiante)	25.9°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Pasillo frente al ascensor en planta	11.8 metros	Humedad relativa	62.9%	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	25.6°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	25.3°C	
		Temperatura de globo (radiante)	25.3°C	
		Velocidad del aire	m/s	
Oftalmología	7.1 metros	Humedad relativa	70.8%	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	25.9°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	25.6°C	
		Temperatura de globo (radiante)	25.6°C	
		Velocidad del aire	m/s	
Sala de espera de pediatría	19.6 metros	Humedad relativa	70.8%	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	25.9°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	26.1°C	
		Temperatura de globo (radiante)	26.2°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	

Tabla 4. Tercer alto

Area	Distancia del equipo	Parámetros	Valore obtenidos	Criterio de valoración
Recursos humanos	5.8 metros	Humedad relativa	54.6%	45% min. - 55% máx.
		Índice de calor	25.9°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	25.9°C	
		Temperatura de globo (radiante)	25.9°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Sala de espera de pacientes de tercer alto	7.1 metros	Humedad relativa	67.7%	45% min. - 55% máx.
		Índice de calor	21.6°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	17.3°C	
		Temperatura de globo (radiante)	29.2°C	
		Velocidad del aire	3.3 m/s	

Con respecto a lo encontrado sobre las condiciones ambientales antes del monitoreo tenemos que en la primera parte del monitoreo se percibe un área altamente calurosa donde el personal está expuesto a un calor excesivo, presentando manifestaciones tales como: sudoración excesiva, aumento de temperatura del cuerpo, disconformidad al momento de realizar sus labores, agotamiento físico, menor capacidad de respuesta, entre otras consecuencias corporales.

El estudio confirma que a mayor humedad en el ambiente mayor dificultad para regular la temperatura corporal. Por ello se recomendó, la reparación del sistema de aire acondicionado y mejorar el sistema de ventilación implementando un sistema que permita la remoción (cambio) del aire interno, usar ropa ligera y fomentar la ingesta de agua.

Los ambientes según las mediciones muestran temperaturas por encima de los parámetros mínimos exigidos en la norma. Los niveles de humedad relativa se mantienen elevados posiblemente debido a una deficiente renovación de aire en cada una de las manejadoras.

Los niveles elevados de humedad relativa facilitan la proliferación de microorganismos patógenos y la temperatura alta externa en comparación con las internas producen un proceso de condensación que se convierte en vehículo para la proliferación de agentes microbiológicos.

El CO₂ es un indicador de una deficiente renovación de aire en todas las áreas de la unidad ejecutora. Los altos niveles medidos sustentan lo indicado.

De las dos manejadoras de aire que suplen las distintas áreas evaluadas se puede concluir de los resultados obtenidos que una presenta mayores deficiencias en su funcionamiento. Por ello es importante, implementar y mantener un programa de mantenimiento preventivo y efectivo de la unidad de manejadora de aire acondicionado que garantice el funcionamiento eficaz del sistema de aire acondicionado.

Condiciones ambientales después de la reparación del sistema de aire acondicionado:

Tabla 5. Área interna (después de la reparación)

Area	Neumología	Parámetros	Valore obtenidos	Criterio de valoración
Neumología	6.4 metros	Humedad relativa	50 %	45 % min. - 55% max.
		Indice de calor	23 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	21 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	25 °C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Dermatología	18.7 metros	Humedad relativa	50 %	45 % min. - 55% max.
		Indice de calor	22.5°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24.8°C	
		Temperatura de globo (radiante)	24.6°C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Sala de espera	39.5 metros	Humedad relativa	50 %	45 % min. - 55% max.
		Indice de calor	24 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	24 °C	
		Velocidad del aire	1 m/s	
Oficina de seguridad	4.5 metros	Humedad relativa	45 %	45 % min. - 55% max.
		Indice de calor	22 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	22 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	22 °C	
		Velocidad del aire	2 m/s	
Pasillo del consultorio de la enfermera obstetra	15.5 metros	Humedad relativa	50 %	45 % min. - 55% max.
		Indice de calor	24 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	24 °C	
		Velocidad del aire	2 m/s	
Pasillo consultorios de cirugía y urología		Humedad relativa	55 %	45 % min. - 55% max.
		Indice de calor	25 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	24 °C	
		Velocidad del aire	1 m/s	
Puesto de trabajo: Curación de heridas	42.4 metros	Humedad relativa	55.0%	45 % min. - 55% max.
		Indice de calor	24 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	24 °C	
		Velocidad del aire	1 m/s	
Ascensor	7.6 metros	Humedad relativa	45.0%	45 % min. - 55% max.
		Indice de calor	25 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	25 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	25 °C	
		Velocidad del aire	2 m/s	
Servicio de fisioterapia	11.6 metros	Humedad relativa	45 %	45 % min. - 55% max.
		Indice de calor	24 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	24 °C	
		Velocidad del aire	2 m/s	
Odontología	9.2 metros	Humedad relativa	50.0%	45 % min. - 55% max.
		Indice de calor	24.5°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24.5°C	
		Temperatura de globo (radiante)	24.0°C	
		Velocidad del aire	2.4 m/s	

Tabla 6. Planta baja (después de la reparación)

Area	Distancia del equipo	Parámetros	Valore obtenidos	Criterio de valoración
Sala de espera de laboratorio	7.7 metros	Humedad relativa	48 %	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	24 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	24 °C	
		Velocidad del aire	0 m/s	
Pasillo de farmacia y laboratorio	28.3 metros	Humedad relativa	50 %	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	24 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	24 °C	
		Velocidad del aire	2 m/s	
Pasillo frente al ascensor en planta baja	11.8 metros	Humedad relativa	48 %	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	24 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	24 °C	
		Velocidad del aire	1,5 m/s	
Pasillo consultorio de Oftalmología	7.1 metros	Humedad relativa	45 %	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	24 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	24 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	24 °C	
		Velocidad del aire	2,5 m/s	
Sala de espera de pediatría	19.6 metros	Humedad relativa	50 %	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	25.9°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	28.1°C	
		Temperatura de globo (radiante)	28.2°C	
		Velocidad del aire	1,5 m/s	

Con respecto a lo encontrado sobre las condiciones ambientales después del monitoreo tenemos que

- Se logró la reducción de temperatura y humedad relativa según normas nacionales e internacionales.
- Se logró un entorno laboral adecuado con confort térmico y bienestar físico para los colaboradores

Se logró la introducción de controles técnicos, aclimatación del entono laboral, lo que permite la reducción de las exigencias físicas, la alternancia de períodos de trabajo y descanso y reposición de los fluidos corporales a través de la hidratación oportuna

Tabla 7. Tercer alto (después de la reparación)

Area	Distancia del equipo	Parámetros	Valore obtenidos	Criterio de valoración
Recursos humanos	5.8 metros	Humedad relativa	50 %	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	25°C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	25°C	
		Temperatura de globo (radiante)	25°C	
		Velocidad del aire	1,5 m/s	
Sala de espera de pacientes tercer alto	7.1 metros	Humedad relativa	50 %	45 % min. - 55% máx.
		Indice de calor	21 °C	24°C min. - 26°C máx.
		Temperatura del aire	21 °C	
		Temperatura de globo (radiante)	21 °C	
		Velocidad del aire	3,3 m/s	

Medidas sugeridas para lograr ambientes de trabajo confortables

- Las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben suponer unos riesgos a la salud de los trabajadores/as, ni tampoco deben representar una fuente de incomodidad. Por tal razón, se debe evitar las temperaturas y humedad relativa extremas en el entorno laboral, para garantizar un ambiente de trabajo confortable.
- Realizar evaluaciones periódicas de la salud de los trabajadores en relación con su actividad laboral y los riesgos que pueden suponer para el trabajador las características de los puestos de trabajo.
- Desarrollar e implementar controles de ingeniería para reducir la cantidad de exposición a condiciones laborales adversas. Si no resulta práctico implementar los controles de ingeniería, el empleador debe proporcionar controles administrativos (tal como un ciclo adecuado de trabajo - descanso) o equipo personal de protección adecuado. Algunos controles de ingeniería que pudiera implementarse son: proporcionar un sistema de aire acondicionado que permita reducir la humedad o aumentar la ventilación para remover el aire caliente, instalar ventiladores para enfriar áreas estratégicas y deshumidificadores.
- Limpieza de las salidas de difusores, retornos y ductos de aire.
- Reparaciones del sistema de aire acondicionado de manera que garantice los parámetros ambientales normados.
- Mejorar el sistema de ventilación implementado un sistema que renueve el aire interno del área, que deberá ser instalado por un especialista en la materia.
- Solicitar apoyo técnico en empresa certificada para el control de la temperatura y humedad ambiental.
- Implementar un programa de mantenimiento preventivo y efectivo de la unidad de manejadoras de aire acondicionado que garanticen el funcionamiento eficaz del sistema de aire acondicionado.
- Limpieza de las salidas de difusores, retornos y ductos. Posterior a las acciones correctivas realizadas se corroborará los efectos e influencias que pudieran tener el mantenimiento.

Educación en salud y seguridad ocupacional

Las autoras consideran que la educación sobre aspectos de seguridad e higiene ocupacional es fundamental para todo el cuerpo de la empresa, es decir, se requiere emprender las siguientes acciones generales: incluir estos tópicos en el plan anual de capacitación de las empresas, contar con personal especializado en temas de seguridad y salud ocupacional, establecer convenios y actividades de colaboración con las instituciones encargadas de la salud ocupacional del país, utilizar normas y estándares relativos a la salud e higiene ocupacional, realizar auditorías para verificar las buenas prácticas en materia de salud ocupacional. En este sentido el estudio de Nanneman (Nanneman 1991) realiza una revisión de los efectos psicológicos del estrés térmico mediante la actividad clínica de enfermería y concluyó sobre el gran potencial de educar a los empleados para que utilicen modalidades técnicas anti estrés térmico para su propio cuidado y salud personal.

5. CONCLUSIONES

Las causas más importantes de estrés térmico están relacionadas con el ambiente (temperatura del aire, flujo del aire, humedad y calor radiante), el trabajador (aclimatación, hidratación, vestimenta, condiciones médicas) y con las propias actividades laborales (cantidad de trabajo, tasa de trabajo). En esta investigación se presentó un caso de estudio que considera los monitoreos realizados en un centro de atención al público en la República de Panamá. Se detectaron valores fuera de los límites adecuados para el desarrollo de las actividades laborales en un entorno saludable mediante la aplicación de la metodología de ISO7243:1989 denominado Altas Temperaturas – estimación del estrés térmico laboral y el índice WBGT (temperatura de globo y bulbo húmedo). Con motivo de los valores encontrados, se producen una serie de acciones que mejoran las condiciones ambientales después de la reparación del sistema de aire acondicionado y por ende se propone un plan o conjunto de medidas sugeridas para lograr ambientes de trabajo confortables. Estas medidas se presentan complementadas por actividades esenciales en materia de educación en salud y seguridad ocupacional dirigidas a los trabajadores.

AGRADECIMIENTOS

La autora de este artículo agradece al Dr. Francisco Díaz Mérida y al Mgter Vasco Duke de la Universidad de Panamá por los aportes, guía y revisión en el manejo de la información de los datos recolectados durante los monitoreos, validación de la data que facilitó la presentación final. Los autores de este artículo agradecen a equipos locales de Salud y Seguridad Ocupacional de la Caja del Seguro Social, a la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP).

REFERENCIAS

- Barrera-Cruz, L, and C Morales-González. 2020. "Evaluación de Estrés Térmico Por Calor En Los Trabajadores Del Área de Escaldado de La Empresa de Alimentos Frigorífico La Marranera Sampues-Sucre." Universidad de Córdoba.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/3578/Barreracruzlina-Moralesgonzalezcarolinaisabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Calvo-Montaño, F, and E Arevalo-Valdez. 2011. "Mejora de Las Condiciones de Trabajo En La Línea de Producción de Una Empresa Embotelladora , En La Ciudad de Santa Cruz de La Sierra." : 15.
- Caro-Galoc, J, and G López Apaza. 2020. "Efectos Del Estrés Térmico En Trabajadores En Áreas de Fundición." Universidad Peruana Unión.

- <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2818779>.
- Cújar-Vertel, Angélica Del Carmen, and Gladys Paola Julio-Espitia. 2016. "Evaluación de Las Condiciones Térmicas Ambientales Del Área de Producción En Una Panadería En Cereté (Córdoba)." *Entramado* 12(1): 332–43.
- Enander, A. E., and S. Hygge. 1990. "Thermal Stress and Human Performance." *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 16(SUPPL. 1): 44–50.
- Estasio-Revelo, K. 2022. "Diseño de Un Programa de Control Para Exposición a Estrés Térmico En La Compañía EDESA." Universidad Tecnológica Israel. <https://repositorio.uisrael.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/47000/3248/UISRAEL-EC-MASTER-SSO-378.242-2022-042.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Factos Pazmiño, Brian David. 2015. "Las Características Del Puesto de Trabajo y El Estres Laboral En Los Trabajadores de Acería y Laminación." : 1–95.
- Garrido-Mejia, I. 2016. "Estrés Térmico Al Que Está Expuesto El Personal de Operaciones de La Planta de Gas Del Complejo Industrial Shushufindi (CIS) y Su Afectación a La Salud, Propuesta de Un Programa de Prevención." : 142.
- Gutiérrez, Raúl E., Karla B. Guerra, and Marco D. Gutiérrez. 2018. "Thermal Stress Risk Assessment on Workers in the Incineration and Drying Processes of a Plywood Company." *Informacion Tecnologica* 29(3): 133–44.
- Ibujes-Avila, W. 2014. "Incidencia de Los Factores de Riesgos Laborales En La Salud de Los Trabajadores de CELEC EP En La Unidad de Negocio Electroguayas-Central Santa Elena III-Estación Caterpillar. Elaboracion de Un Plan de Control de Riesgos." : 1–120. file:///C:/Users/youhe/Downloads/kdoc_o_00042_01.pdf.
- Israel, M., V. Zaryabova, and M. Ivanova. 2013. "Electromagnetic Field Occupational Exposure: Non-Thermal vs. Thermal Effects." *Electromagnetic Biology and Medicine* 32(2): 145–54.
- Karkoszka, T. 2007. "Risk of the Processes in the Aspect of Quality, Natural Environment and Occupational Safety." *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 20(1–2): 539–42.
- Kilic, G. 2009. "The Effects of Occupational Health and Safety Risk Factors on Job Satisfaction in Hotel Enterprises." *Ege Akademik Bakis (Ege Academic Review)* 9(3): 903–903.
- Kjellstrom, Tord et al. 2013. "Climate Change and Occupational Heat Problems." *Industrial Health* 51(1): 1–2.
- Luna-Mendoza. 1991. "NTP 322: Valoración Del Riesgo de Estrés Térmico: Índice WBGT." *Ntp* 322 (1): 6. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_322.pdf.
- Lundgren K, Kuklane K, Gao C, Holmér I. 2013. "Effects of Heat Stress on Working Populations When Facing Climate Change." *Ind Health* 51(1): 3–15. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23411752/>.
- Luquez-Moreno, A et al. 2018. "Estrés Térmico En El Área de Producción de Una Panadería de Acuerdo a La Norma Convenin 2254-1995." In *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, https://www.researchgate.net/publication/328345675_Estres_Termico_en_el_Area_de_Produccion_de_una_Panaderia_de_Acuerdo_a_la_Norma_CONVENIN_2254-1995.
- Matsuzuki, Hiroe et al. 2011. "The Effects of Work Environments on Thermal Strain on Workers in Commercial Kitchens." *Industrial Health* 49(5): 605–13.
- Nanneman, Don. 1991. "Thermal Modalities: Heat and Gold." *AAOHN Journal* 39(2): 70–75.
- Parsons, Ken. 2013. "Occupational Health Impacts of Climate Change: Current and Future ISO Standards for the Assessment of Heat Stress." *Industrial Health* 51(1): 86–100.
- Pino-Rivas. 2559. "Estres Térmico En Trabajadores Del Area de Secado, CMPC Celuosa, Planta Santa Fe." *Journal of Visual Languages & Computing* 11(3): 55. https://www.m-culture.go.th/mculture_th/download/king9/Glossary_about_HM_King_Bhumibol_Adulyad

- ej's_Funeral.pdf.
- Proaño, S J, and E P Jordán. 2018. "Fundición y Extrusión En La Corporación Ecuatoriana De Aluminio Cedal S.A." <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27417>.
- Revueltas Aguero, Moura, Jose Aureliano Betancourt, Rodisnel Ramírez, and Yilbert García. 2015. "Caracterización Del Ambiente Térmico Laboral Y Su Relación Trabajadores Expuestos Characterization of the Thermal Occupational Environment and Its Relationship With the Exposed Workers ' Health." *Revista Cubana de Salud y Trabajo* 16(2): 3–9. <https://revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsyt/article/download/471/453>.
- Rivera-Poma. 2020. "Riesgo de Estrés Térmico En Trabajadores Expuestos Al Calor En Un Proceso Térmico." Universidad Nacional Mayor de San Marcos. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/14427/Rivera_pj.pdf?sequence=1.
- Rodahl, K. 2003. "Occupational Health Conditions in Extreme Environments." *Annals of Occupational Hygiene* 47(3): 241–52.
- Rodriguez-Flórez, I, and M Roberto-Cetina. 2017. "Diseño Del Sistema de Gestión En Salud y Seguridad En El Trabajo, Bajo Los Lineamientos de La Normatividad Colombiana En El Proceso de Producción de Caolín y Ladrillos Para La Empresa Minerales Santa Lucia S.A Ubicada En El Municipio de Guasca-Cundinamarca." *Ingeniería Ambiental y Sanitaria*: 42. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/715.
- Salazar-Salazar, V. 2019. "Niveles de Riesgo de Agentes Ocupacionales En Las Actividades de Empaquetado de Uva de La Empresa Agrícola San José En Piura, Año 2019." *Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur*: 1–120. <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/166>.
- Sett, Moumita, and Subhashis Sahu. 2014. "Effects of Occupational Heat Exposure on Female Brick Workers in West Bengal, India." *Global Health Action* 7(1).
- Villacis-Flores, W. 2021. "Estudio Del Estrés Térmico y Su Efecto En La Salud de Los Trabajadores En El Área de Producción de Una Industria Alimenticia." Universidad del Pacífico. https://uprepositorio.upacifico.edu.ec/bitstream/123456789/343/1/MSSO_UPAC_27996.pdf.
- Vogt, Jean-jacques. 2020. "Riesgos Generales." In *Calor y Frio*, , 62.
- Zapata-Giron, G, L Arame-Alegria, and M Gaitan-Gutierrez. 2017. "Evaluación de Riesgos de Higiene y Seguridad Ocupacional En Panadería y Repostería Melba". : 1–21.

i

ⁱ Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2023 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.