

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

[DOI 10.35381/cm.v10i1.1227](https://doi.org/10.35381/cm.v10i1.1227)

**Estrés térmico en casa de máquinas de centrales hidroeléctricas: evaluación de exposición y su control**

**Heat stress in hydroelectric power plant powerhouses: exposure assessment and its control**

Rolando Torres-Molina  
[rolando.torres.22@est.ucacue.edu.ec](mailto:rolando.torres.22@est.ucacue.edu.ec)  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Azuay  
Ecuador  
<https://orcid.org/0009-0000-7804-1484>

Henry Geovanny Mariño-Andrade  
[henry.ramino@ucacue.edu.ec](mailto:henry.ramino@ucacue.edu.ec)  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Azuay  
Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0003-0105-5516>

Recibido: 20 de octubre 2023  
Revisado: 25 de noviembre 2023  
Aprobado: 01 de febrero 2024  
Publicado: 15 de febrero 2024

## CIENCIAMATRIA

Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología

Año X. Vol. X. N°1. Edición Especial. 2024

Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721

ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X

Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía. (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

## RESUMEN

El objetivo del estudio es evaluar el estrés térmico en actividades de operación y mantenimiento en las centrales de generación hidroeléctrica de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC), Unidad de Negocio CELEC SUR. La metodología empleada fue de tipo descriptivo. Se encontró que la evaluación integral del estrés térmico es importante para proteger la salud y seguridad de los trabajadores, destacando un mayor riesgo en actividades de mantenimiento para mecánicos y trabajadores eléctricos y electrónicos. Se resalta la importancia de seleccionar de una manera adecuada la vestimenta de trabajo y proporcionar capacitación específica en estrés térmico para contribuir a un entorno laboral seguro. Estos hallazgos ponen en evidencia la necesidad de mejorar las prácticas de seguridad y gestión del riesgo higiénico en las centrales hidroeléctricas.

**Descriptores:** Trabajo; salud; enfermedad profesional. (Tesauro UNESCO).

## ABSTRACT

The objective of the study is to evaluate the thermal stress in operation and maintenance activities in the hydroelectric generation plants of the Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC), Business Unit CELEC SUR. The methodology used was descriptive. It was found that the comprehensive assessment of heat stress is important to protect the health and safety of workers, highlighting a higher risk in maintenance activities for mechanics and electrical and electronic workers. The importance of appropriate selection of work clothing and the provision of specific heat stress training to contribute to a safe working environment is highlighted. These findings highlight the need to improve safety and hygiene risk management practices in hydropower plants.

**Descriptors:** Labour; health; occupational diseases. (UNESCO Thesaurus).

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

## **INTRODUCCIÓN**

En el contexto laboral el concepto de estrés térmico abarca la suma total de calor al que se encuentran expuestos los trabajadores, siendo esta exposición el resultado de una interacción entre las condiciones ambientales presentes en su lugar de trabajo, el nivel de actividad física desempeñado y la indumentaria utilizada. La evaluación del estrés térmico implica considerar diversos factores, entre ellos la temperatura ambiental, radiación, velocidad del aire, humedad relativa, así como las actividades del trabajador y las propiedades de la ropa utilizada, incluyendo su emisividad y capacidad de radiación (Habib et al., 2021; García et al., 2015; Mohammadian et al., 2020).

La valoración precisa de estos factores determina las demandas térmicas (internas-externas) que inciden en la capacidad de autorregulación térmica del organismo de las personas. Sin embargo, es importante señalar que, aunque la medición del estrés térmico constituye la base para evaluar el ambiente térmico laboral, no proporciona una predicción exacta sobre si las condiciones de trabajo representan un riesgo para la salud de los trabajadores (Gutiérrez et al., 2018; Navarro et al., 2022).

La exposición al calor extremo en el lugar de trabajo es un riesgo laboral grave, ya que puede causar enfermedades relacionadas con el calor y se ha asociado con un mayor riesgo de accidentes y lesiones. Al respecto, el estudio realizado por Chang et al. (2017), tuvo como propósito investigar si la exposición al calor afecta el proceso psicológico de evaluación de riesgos en los individuos y si la aclimatación puede reducir el efecto de dicha exposición al calor. La investigación muestra que los procesos relacionados con el riesgo pueden explicar los efectos de la exposición al calor en el aumento de accidentes y lesiones, y que la exposición al calor aumenta los comportamientos de toma de riesgos. Mientras tanto, los participantes que no estuvieron expuestos al calor no experimentaron cambios importantes en sus percepciones de riesgo y toma de riesgos.

En Colombia, múltiples investigaciones han dirigido su atención hacia el análisis de los entornos laborales y el gasto energético a nivel celular en relación con el estrés térmico.

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

No obstante, es transcendental no subestimar la influencia de los cambios climáticos. Los hallazgos de estos estudios indican que diversas características geográficas y microclimas en los lugares de trabajo han generado la emergencia de nuevas causas de mortalidad y morbilidad entre los trabajadores. Este estudio concluye que el aumento de las temperaturas en los últimos años, así como la incidencia de olas de calor y casos de fallecimiento por deshidratación en Colombia, constituyen señales de alerta que deben ser tomadas en cuenta como un riesgo en aumento en el ámbito laboral. Es esencial cuestionar si se están implementando medidas preventivas a nivel gubernamental y empresarial para hacer frente a este fenómeno (Sánchez, 2015).

En Ecuador, se realizó un estudio por Gutiérrez et al. (2018) con el fin de investigar el peligro laboral ocasionado por el estrés térmico en los empleados de la empresa Arboriente S.A. en sus procesos de secado e incineración. Esta investigación se enfocó en un método descriptivo de campo, dentro del ámbito de la investigación cuantitativa. La muestra consistió en veinte trabajadores que desempeñan funciones en los procesos mencionados. Aplicando el método del índice de *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) se estimó el riesgo de estrés térmico. Los resultados revelaron la ausencia de cualquier riesgo higiénico (estrés térmico), atribuido a la aclimatación de los trabajadores y su carga térmica metabólica baja según sus conclusiones.

La investigación realizada en la Empresa Pública-Privada Esmeralda, indicó que los trabajadores experimentaban una exposición a altas temperaturas y eran conscientes del impacto adverso que el estrés térmico podía tener en su bienestar. Se identificaron nueve riesgos, entre los cuales cuatro presentaban una probabilidad alta de ocurrencia y cuatro podrían resultar en consecuencias negativas. Además, ninguno de los riesgos fue considerado como insignificante, y cuatro se clasificaron como inaceptables, lo que sugiere que la vida de los trabajadores está en riesgo debido a la posibilidad de incidentes y accidentes asociados al estrés térmico, lo que aumenta la probabilidad de afectar su salud (Hidalgo y Angulo, 2022).

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

Cuando los trabajadores se encuentran bajo estrés térmico debido al calor, la primera consecuencia adversa es la sensación incómoda de calor. Para contrarrestar el exceso de calor, el cuerpo inicia sus propios mecanismos de termorregulación (termorregulación fisiológica): los trabajadores empiezan a transpirar (lo cual, al evaporarse, enfría la piel) y se incrementa el flujo sanguíneo hacia la piel (vasodilatación periférica), para transportar la temperatura interna del cuerpo hacia la superficie y permitir su disipación al exterior (Xiang et al., 2016).

La presencia de temperaturas elevadas en el entorno laboral representa un desafío para el rendimiento productivo y, sobre todo, para el bienestar y la salud de los trabajadores. Por consiguiente, es importante prestar especial atención al estudio de los entornos térmicos con el objetivo de mejorar tanto la seguridad y salud de los empleados como su desempeño laboral. Para los seres humanos, del que su organismo depende de condiciones de temperatura adecuadas, estar expuestos a un ambiente laboral caluroso, en consecuencia, de las condiciones ambientales circundantes y de su acción física, conlleva un riesgo importante (Sánchez, 2015).

En el análisis de los potenciales peligros laborales asociados con la exposición a altas temperaturas, según Gutiérrez et al. (2018), están involucrados diversos factores a tener en cuenta, la presencia de elevados niveles de humedad y temperatura en el entorno, fuentes de radiación, las condiciones físicas particulares de cada empleado, la ropa utilizada y la exigencia física de las labores desempeñadas.

Es importante destacar que el estrés térmico por calor se produce cuando el cuerpo necesita eliminar el exceso de calor (Han et al., 2021). En la actualidad, en CELEC EP, el estrés térmico en el entorno laboral no ha sido evaluado ni medido, y debido a las repercusiones de esta variable sustancial en la salud de los trabajadores, que también afecta su productividad, resulta necesario realizar dicho estudio.

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

A partir de lo planteado, el objetivo del estudio es evaluar el estrés térmico en actividades de operación y mantenimiento en las centrales de generación hidroeléctrica de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC), Unidad de Negocio CELEC SUR.

## **MÉTODO**

Este estudio tuvo un alcance descriptivo debido a la caracterización de la variable de estudio Estrés Térmico; con una finalidad transversal por la medición de variables en un tiempo específico, de naturaleza no experimental, por cuanto se identificaron características específicas de los trabajadores, actividades, sitios de trabajo, medición y cálculos de la variable de estudio.

La unidad de análisis está conformada por las infraestructuras de casa de máquinas de las 4 centrales de generación Mazar, Molino, Sopladora y Minas San Francisco, donde realizan actividades cotidianas 116 trabajadores del área de Producción.

La población está formada por personal de operación y mantenimiento eléctrico-electrónico y mecánico (116 trabajadores) del área de producción. Dado que la población trabaja en turnos rotativos, para realizar la observación de actividades y tipo de vestimenta se decidió dividir la muestra del estudio por estratos de acuerdo a la actividad y el lugar de ejecución (Tabla 1). El muestreo por estratos se desarrolla con un 93% de confiabilidad y de acuerdo con las actividades realizadas (operación de centrales y mantenimiento de centrales).

### **Tabla 1.**

Muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional.

| Estrato | Identificación | Nº sujetos en el estrato | Proporción | Muestra del estrato |
|---------|----------------|--------------------------|------------|---------------------|
| 1       | Operadores     | 58                       | 46,55%     | 54                  |
| 2       | Mecánicos      | 31                       | 31,03%     | 29                  |
| 3       | Eléctricos     | 27                       | 22,41%     | 25                  |

**Elaboración:** Los autores.

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

Se empleó la observación de las labores realizadas en los puestos de trabajo para calcular el consumo de kilocalorías y el factor de corrección CAV para la vestimenta utilizada y realizó una evaluación de estrés térmico para analizar los datos y aplicar las fórmulas necesarias para calcular el índice WBGT (Luna, 1999); utilizando para este propósito las fichas de levantamiento de información y el medidor de estrés térmico *SPER SCIENTIFIC* que posee especificaciones técnicas que incluyen un globo con un diámetro de 38 milímetros, un medidor de luz con dimensiones de 248 x 51 x 32 mm y un peso de 130 gramos. Además, cuenta con un tiempo de respuesta de 15 segundos, una alarma audible ajustable según el umbral de WBGT.

La recolección de datos requeridos para obtener la información de las condiciones de los puestos laborales se realizó a través de un formato antes elaborado, desde el cual se procesaron los datos recopilados estadísticamente con apoyo del programa SPSS V25, siendo presentados en estadística descriptiva.

## RESULTADOS

Se presentan los resultados de la investigación:

**Tabla 2.**

Resultados condiciones de riesgo por central de generación.

| <b>Central</b>      | <b>Admisible</b> | <b>No Admisible</b> | <b>Total</b> |
|---------------------|------------------|---------------------|--------------|
| Sopladora           | 16               | 0                   | 16           |
| Molino              | 22               | 31                  | 53           |
| Minas San Francisco | 12               | 19                  | 31           |
| Mazar               | 8                | 0                   | 8            |
| Total               | 58               | 50                  | 108          |

**Elaboración:** Los autores.

La tabla 2, presenta la distribución de las condiciones de riesgo, ya sea "Admisible" o "No Admisible", en cuatro centrales: "Sopladora", "Molino", "Minas San Francisco" y "Mazar".

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

En la central "Sopladora", de los 16 casos registrados, todos se consideran "Admisibles" en términos de riesgo. Es importante destacar que las mediciones de estrés térmico se llevaron a cabo tanto en actividades de operación como en actividades de mantenimiento, siendo estas últimas de naturaleza ligera.

En la central "Molino", se observa una combinación de casos "Admisibles" (22 casos), todos ellos relacionados con la operación de la central, y casos "No Admisibles" (31 casos). Esto sugiere una situación más diversa en comparación con otras centrales, ya que en esta sección se pudo medir actividades relacionadas con mantenimientos mayores. Por otro lado, en la central "Minas San Francisco", la mayoría de los casos (19 de 31) se consideran "No Admisibles", lo cual se debe a una situación similar a la de la central anterior, donde se realizaron mediciones en actividades de mantenimiento. En la central "Mazar", todos los 8 casos registrados se clasifican como "Admisibles" y están relacionados con actividades de operación.

**Tabla 3.**  
Resultados condiciones de riesgo por actividad.

| <b>Actividad</b>      | <b>Admisible</b> | <b>No Admisible</b> | <b>Total</b> |
|-----------------------|------------------|---------------------|--------------|
| Operación Central     | 54               | 0                   | 54           |
| Mantenimiento Central | 4                | 50                  | 54           |
| Total                 | 58               | 50                  | 108          |

**Elaboración:** Los autores.

Al examinar la tabla 3, para las actividades "Operación Central" y "Mantenimiento Central" en términos de condiciones de riesgo, se evidencia una marcada disparidad en la distribución de dichas condiciones entre estas dos actividades. Según lo descrito en el análisis previo, para la actividad de "Operación Central", los 54 casos registrados muestran condiciones de riesgo consideradas "Admisibles". Por otro lado, en la actividad de "Mantenimiento Central", 4 de los 54 casos registrados presentan condiciones de riesgo similares, mientras que los 50 casos restantes son catalogados como "No

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

Admisibles". Esta discrepancia indica una clara diferencia entre las condiciones de riesgo en las actividades de mantenimiento y operación de la central.

**Tabla 4.**  
Resultados condiciones de riesgo por cargo.

| <b>Cargo</b>              | <b>Admisible</b> | <b>No Admisible</b> | <b>Total</b> |
|---------------------------|------------------|---------------------|--------------|
| Operadores                | 54               | 0                   | 54           |
| Mecánicos                 | 1                | 28                  | 29           |
| Eléctricos y Electrónicos | 3                | 22                  | 25           |
| Total                     | 58               | 50                  | 108          |

**Elaboración:** Los autores.

En relación con la tabla 4, se destaca la distribución de las condiciones de riesgo entre diferentes cargos: "Operadores", "Mecánicos" y "Eléctricos y Electrónicos". Los datos revelan que todos los operadores, en total 54 casos, tienen condiciones de riesgo consideradas "Admisibles". Por otro lado, entre los mecánicos, solo 1 de los 29 casos registrados presenta una condición de riesgo "Admisible", mientras que los restantes 28 casos son catalogados como "No Admisibles". Este patrón evidencia una situación decisiva en el grupo de mecánicos, donde la mayoría muestra condiciones de riesgo que no cumplen con los estándares de seguridad.

Para el grupo de "Eléctricos y Electrónicos", se observa una situación similar a la de los mecánicos, aunque menos extrema. Aquí, 3 de los 25 casos son considerados "Admisibles", mientras que 22 casos son catalogados como "No Admisibles". Estos resultados sugieren la necesidad de una revisión exhaustiva de las prácticas y procedimientos de seguridad específicos para los mecánicos, eléctricos y electrónicos, dado que la gran mayoría de ellos presenta condiciones de riesgo que demandan atención inmediata.

Al analizar los resultados de las tablas 3 y 4 sobre las condiciones de riesgo según la actividad, se puede inferir que la mayoría de los casos "No Admisibles" en el

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

"Mantenimiento Central" están de manera directa asociados con los cargos de mecánicos y trabajadores eléctricos y electrónicos, quienes también presentaron altos números de condiciones de riesgo "No Admisibles". Estos hallazgos conjuntos resaltan la importancia de mejorar las prácticas de seguridad y la gestión del riesgo en el área de mantenimiento, con un enfoque especial en las tareas realizadas por los mecánicos y los trabajadores eléctricos y electrónicos. Es fundamental implementar medidas preventivas adicionales, proporcionar capacitación específica en seguridad y mejorar la supervisión para garantizar un entorno de trabajo seguro y reducir el riesgo de accidentes o lesiones en estos cargos y actividades.

**Tabla 5.**

Resultados condiciones de riesgo por sitio dentro de la casa de máquinas.

| <b>Sitio</b>                              | <b>Admisible</b> | <b>No Admisible</b> | <b>Total</b> |
|---|------------------|---------------------|--------------|
| Oficinas de operación en casa de máquinas | 43               | 0                   | 43           |
| Otras instalaciones casa de máquinas      | 15               | 50                  | 65           |
| Total                                     | 58               | 50                  | 108          |

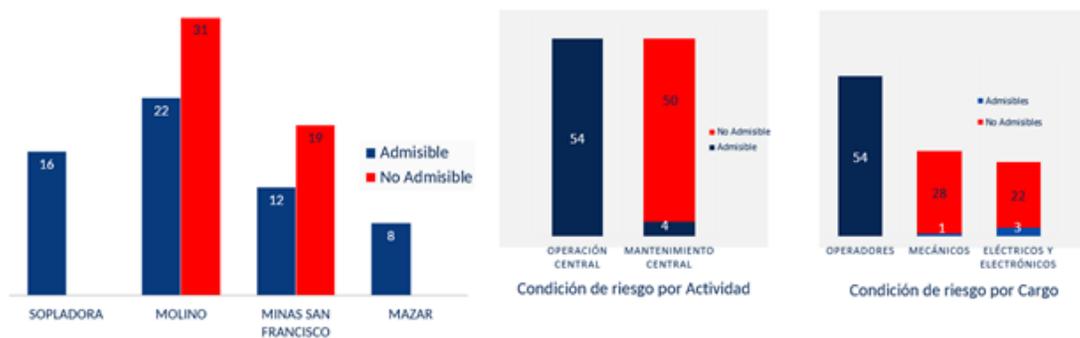
**Elaboración:** Los autores.

Por otro lado, en la tabla 5 se muestra la distribución de las condiciones de riesgo entre las "Oficinas de operación en casa de máquinas" dentro de la casa de máquinas y otras instalaciones como recinto turbina, domo del generador, recinto del acople del eje y la turbina y cojinete inferior.

En las "Oficinas de operación en casa de máquinas", todos los casos registrados (43 en total) presentan condiciones de riesgo consideradas "Admisibles". Esto sugiere que las prácticas de seguridad en las oficinas de operación están bien establecidas y se aplican de manera efectiva para garantizar un entorno de trabajo seguro para los empleados de oficina. Sin embargo, en las "Otras instalaciones casa de máquinas", solo 15 de los 65 casos registrados tienen condiciones de riesgo "Admisibles", mientras que los restantes 50 casos son considerados "No Admisibles". Esta disparidad indica una situación

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

dinámica en las distintas instalaciones de casa de máquinas, donde la mayoría de los casos presenta condiciones de riesgo que no son consideradas seguras (ver figura 1). En la figura se observa la relación directa entre las condiciones de riesgo No Admisibles y las actividades y cargos de los mecánicos, eléctricos y electrónicos.



**Figura 1.** Condiciones de riesgo por central, actividad y cargo.  
**Elaboración:** Los autores.

El análisis de datos del tipo de ropa de trabajo es necesario para calcular de manera precisa el índice WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*) de estrés térmico. La elección de la vestimenta puede afectar de manera directa la capacidad del cuerpo para disipar el calor, el aislamiento térmico, la interacción con el ambiente y los requisitos de seguridad.

**Tabla 6.**  
 Resultados condición de riesgo por tipo de ropa de trabajo.

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

| <b>Ajuste por uso de ropa:<br/>Vestimenta (CAV)</b> | <b>Admisible</b> | <b>No Admisible</b> | <b>Total</b> |
|---|------------------|---------------------|--------------|
| 0   | 3                | 0                   | 3            |
| 4   | 55               | 19                  | 74           |
| 10  | 0                | 31                  | 31           |
| Total   | 58               | 50                  | 108          |

**Elaboración:** Los autores.

La Tabla 6 indica la distribución de las condiciones de riesgo en función del ajuste por uso de ropa (vestimenta). Los ajustes por uso de ropa se clasifican en tres categorías: 0, 4 y 10.

Para el ajuste por empleo de ropa igual a 0, todos los casos (3 en total) tienen condiciones de riesgo consideradas “Admisibles”. Esto sugiere que en situaciones donde no se requiere ningún ajuste de ropa específico, las condiciones de riesgo son seguras. En cuanto al ajuste por utilización de ropa igual a 4, se observa que la mayoría de los casos (55 de 74) tienen condiciones de riesgo “Admisibles”. Sin embargo, también hay un número importante de casos (19 de 74) con condiciones de riesgo “No Admisibles”. Esto indica que, aunque la mayoría de las veces el ajuste por empleo de ropa de nivel 4 parece ser adecuado, todavía existe una proporción notable de situaciones en las que las condiciones de riesgo no son seguras.

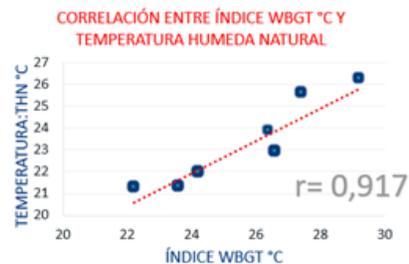
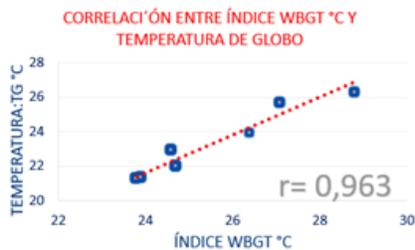
Para el ajuste por uso de ropa igual a 10, todos los casos (31 en total) tienen condiciones de riesgo consideradas “No Admisibles”, interpretándose que en situaciones donde se requiere un ajuste máximo por empleo de ropa, las condiciones de riesgo no son seguras y pueden representar un riesgo importante para la salud o seguridad de los trabajadores. Estos resultados de la tabla 10 resaltan la importancia de seleccionar y usar la vestimenta adecuada de acuerdo con el nivel de riesgo asociado con las tareas o actividades laborales.

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

## Análisis de correlación de Pearson

Las mediciones de temperatura y humedad son fundamentales para obtener información importante sobre las condiciones ambientales en el entorno laboral. Tanto la temperatura como la humedad del aire desempeñan un papel determinante en la capacidad del cuerpo humano para regular su temperatura interna y mantenerse fresco. En este estudio, se realizó un análisis de correlación de Pearson para examinar la relación entre estas variables, y los resultados son los siguientes:

Como se puede apreciar en la figura 2, se observa una correlación positiva significativa entre las mediciones de la temperatura de globo (TG) y el índice WBGT, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.963 ( $p < 0.001$ ). Esto indica una estrecha relación entre estas dos variables, lo que sugiere que cambios en la temperatura de globo están asociados con cambios correspondientes en el índice WBGT. Además, se encontró una correlación positiva importante entre las mediciones de la temperatura húmeda natural (THN) y el índice WBGT, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.917 ( $p < 0.001$ ). Aunque esta relación es positiva, es importante destacar que es menor que la observada entre TG y el índice WBGT.



Si  $r=1$ , existe una correlación positiva perfecta  
 Si  $0 < r < 1$ , existe una correlación positiva  
 Si  $0 < r < 0,5$  existe correlación débil positiva  
 Si  $0,5 < r < 1$  existe correlación fuerte positiva  
 Si  $r=0$ , no existe relación lineal  
 Si  $r=-1$ , existe una correlación negativa perfecta



Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

**Figura 2.** Correlaciones de Índice WBGT, temperaturas y humedad relativa.

**Elaboración:** Los autores.

En contraste, la correlación entre la humedad relativa y el índice WBGT es más baja, con un coeficiente de 0.149. Respecto a las mediciones de temperatura, las correlaciones son aún menores, con valores de 0.055 para TG y -0.133 para TA. Estas correlaciones muestran una relación menos pronunciada y variable en comparación con las observadas entre las variables de temperatura. Además, no se consideran relevantes en comparación con las correlaciones entre las variables de temperatura.

## **DISCUSIÓN**

El análisis de la presente investigación y los estudios realizados por Gutiérrez et al. (2018), acerca de los procedimientos de incineración y secado en una Compañía de Tableros Contrachapados, así como el llevado a cabo por la Empresa Pública - Privada Esmeraldas Construye su Desarrollo, en colaboración con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Esmeraldas. Hidalgo y Angulo (2022) revelan una serie de conclusiones importantes para la seguridad y salud de los trabajadores.

En el caso de la planta de asfalto ECODEP, se evidenció una preocupante falta de capacitación y conciencia sobre los riesgos térmicos entre los trabajadores. La carencia de conocimientos sobre la temperatura en el entorno laboral y la necesidad de tomar pausas debido a las altas temperaturas resaltan la urgencia de implementar medidas preventivas y de formación en esta industria para proteger la salud de los empleados.

Por otro lado, el estudio realizado en la empresa de tableros contrachapados Arboriente S.A. empleó la técnica del índice WBGT para valorar el estrés térmico de manera más objetiva. No se encontraron diferencias importantes en las condiciones de riesgo entre las actividades de los procesos analizados de la empresa, no estando expuestos al riesgo de estrés térmico en ninguno de sus puestos.

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

Sin embargo, la investigación llevada a cabo en las centrales hidroeléctricas proporcionó una visión detallada de los riesgos presentes en distintas áreas y tareas dentro de las instalaciones de las casas de máquinas. Se identificó un mayor riesgo para roles como los mecánicos y trabajadores eléctricos y electrónicos durante las labores de mantenimiento, así como diferencias en los niveles de riesgo entre las actividades de operación y mantenimiento, también entre las distintas zonas dentro de las casas de máquinas. Además, se halló una correlación significativa entre las mediciones de temperatura y humedad, subrayando la importancia de monitorear de manera continua estas variables para garantizar un entorno laboral seguro.

Los tres estudios destacan la importancia de evaluar y controlar el estrés térmico en el lugar de trabajo para proteger la salud y seguridad de los trabajadores. Aunque cada investigación aborda desafíos específicos para su entorno laboral particular, todas enfatizan la necesidad de mejorar la capacitación, proporcionar equipos de protección personal adecuados y establecer medidas preventivas específicas para actividades de riesgo. Estos hallazgos resaltan la importancia de una gestión efectiva del riesgo térmico para garantizar condiciones laborales seguras y saludables en una variedad de industrias.

## **CONCLUSIONES**

La evaluación del estrés térmico en el entorno laboral es determinante para salvaguardar la salud y seguridad de los trabajadores, cumplir con las normativas vigentes y fomentar un ambiente de trabajo seguro y saludable. Investigaciones previas han evidenciado que la exposición a temperaturas demasiado altas puede ocasionar enfermedades y aumentar el riesgo de accidentes y lesiones, subrayando la necesidad de abordar este riesgo de manera proactiva.

La evaluación exhaustiva del estrés térmico en diversos entornos laborales, como en el sector de la generación hidroeléctrica, y la implementación de medidas de control apropiadas son imprescindibles para proteger la salud y seguridad de los trabajadores,

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

así como para cumplir con las regulaciones de salud y seguridad laboral. Comprender los factores ambientales y laborales que contribuyen al estrés térmico, junto con la adopción de estrategias de evaluación y prevención, puede prevenir efectos adversos en la salud y mejorar el bienestar de los empleados, garantizando así un entorno laboral seguro y saludable.

Las labores de mantenimiento en las centrales de generación hidroeléctrica conllevan un mayor riesgo de estrés térmico en comparación con las tareas de operación de dichas centrales, de manera especial para mecánicos y trabajadores eléctricos y electrónicos, lo que subraya la necesidad de revisar las prácticas de seguridad y gestión del riesgo higiénico para mejorarlas.

La selección adecuada de la indumentaria de trabajo es importante para mitigar el riesgo de estrés térmico, dado que existe una correlación significativa entre el tipo de vestimenta utilizada y las condiciones de riesgo. Es esencial brindar capacitación específica sobre estrés térmico y mantener una supervisión constante para asegurar un entorno laboral seguro y reducir el riesgo de accidentes o lesiones.

## **FINANCIAMIENTO**

No monetario.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos los actores sociales involucrados en el desarrollo de la investigación.

## **REFERENCIAS CONSULTADAS**

- Chang, C. H., Bernard, T. E., y Logan, J. (2017). Effects of heat stress on risk perceptions and risk taking. *Applied ergonomics*, 62, 150-157. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.018>
- García, A., Pineda Domínguez, D., y Andrade Vallejo, M. A. (2015). Las capacidades tecnológicas para la innovación en empresas de manufactura. *Universidad y*

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

*Empresa*, 17(29), 257-278.  
<https://dx.doi.org/10.12804/rev.univ.empresa.29.2015.11>

Gutiérrez, R. E., Guerra, K. B., y Gutiérrez, M. D. (2018). Evaluación de Riesgo por Estrés Térmico en Trabajadores de los Procesos de Incineración y Secado de una Empresa de Tableros Contrachapados [Thermal Stress Risk Assessment on Workers in the Incineration and Drying Processes of a Plywood Company]. *Información tecnológica*, 29(3), 133-144.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300133>

Habib, R. R., El Haddad, N. W., Halwani, D. A., Elzein, K., y Hojeij, S. (2021). Heat Stress-Related Symptoms among Bakery Workers in Lebanon: A National Cross-Sectional Study. *Inquiry: a journal of medical care organization, provision and financing*, 58, 46958021990517. <https://doi.org/10.1177/0046958021990517>

Han, S. R., Wei, M., Wu, Z., Duan, S., Chen, X., Yang, J., Borg, M. A., Lin, J., Wu, C., y Xiang, J. (2021). Perceptions of workplace heat exposure and adaption behaviors among Chinese construction workers in the context of climate change. *BMC public health*, 21(1), 2160. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12231-4>

Hidalgo, L., y Angulo, R. (2022). Implementación de medidas preventivas y control de estrés térmico en la planta de asfalto ECODEP de la provincia de Esmeraldas [Implementation of preventive measures and control of thermal stress in the ECODEP asphalt plant in the province of Esmeraldas]. *Revista Social Fronteriza*, 2(4), 1-21. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6781293>

Mohammadian, M., Heidari, H., Charkhloo, E., y Dehghani, A. (2020). Heat stress and physiological and perceptual strains of date harvesting workers in palm groves in Jiroft. *Work (Reading, Mass.)*, 66(3), 625–636. <https://doi.org/10.3233/WOR-203205>

Navarro, Y., Rivas, L., Chao, C., Cañete, C., y Diaz, Y. (2022). Desarrollo y aplicación de alternativas para reducir productos químicos ociosos y caducados en la industria petrolera [Development and application of alternatives to reduce idle and outdated chemicals in the oil industry]. *Centro Azúcar*, 49(1), 31-40.

Sánchez, J. A. (2015). El estrés térmico laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente? [Heat Stress at Work: A New Risk with Growing Incidence?]. *Revista Colombiana De Salud Ocupacional*, 5(3), 5–10. <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.3.2015.4903>

**CIENCIAMATRIA**

**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**

Año X. Vol. X. N°1. Edición Especial. 2024

Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721

ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X

Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía. (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela

Rolando Torres-Molina; Henry Geovanny Mariño-Andrade

Xiang, J., Hansen, A., Pisaniello, D., y Bi, P. (2016). Workers' perceptions of climate change related extreme heat exposure in South Australia: a cross-sectional survey. *BMC public health*, 16, 549. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3241-4>

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).