



Entramado

ISSN: 1900-3803

comunicacion.ayc.1@gmail.com

Universidad Libre

Colombia

Cújar-Vertel, Angélica Del Carmen; Julio-Espitia, Gladys Paola  
Evaluación de las condiciones térmicas ambientales del área de producción en una  
panadería en Cereté (Córdoba)

Entramado, vol. 12, núm. 1, enero-junio, 2016, pp. 332-343

Universidad Libre

Cali, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265447025020>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Evaluación de las condiciones térmicas ambientales del área de producción en una panadería en Cereté (Córdoba)\*

**Angélica Del Carmen Cújar-Vertel**

Ingeniera Industrial y Especialista en Higiene y Seguridad Industrial, Universidad de Córdoba, Colombia. Inspectora SSTA (Salud, Seguridad Industrial y Medio Ambiente). Estudiante del Máster Universitario en Sistemas Integrados de Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, la Calidad, el Medio Ambiente y la Responsabilidad Social Corporativa. Universidad Internacional de la Rioja, España.  
angelica.cujarv@gmail.com.

**Gladys Paola Julio-Espitia**

Ingeniera Industrial y Especialista en Higiene y Seguridad Industrial, Universidad de Córdoba, Montería - Colombia.  
glajues@hotmail.com

## RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo evaluar las condiciones de temperaturas en los trabajadores del área de producción en una panadería del municipio de Cereté, con el fin de determinar si los valores de exposición se encuentran dentro de los límites permisibles. El estudio está enmarcado dentro de la investigación cuantitativa y es de carácter descriptivo. Es una investigación de tipo transaccional, debido a que se realiza una sola observación en un periodo determinado. La población estuvo integrada por trabajadores del área de producción. El análisis e interpretación de los datos se realizó a través del Índice WBGT calculado con temperatura húmeda, temperatura de globo y temperatura seca, cuyo valor fue 30.69°C. En conclusión, la exposición a la temperatura del área de producción de la panadería supera los valores límites permisibles establecidos, 28°C, siendo un peligro potencial para la salud humana; no obstante, los trabajadores se encuentran aclimatados en dicha área. Finalmente, se recomiendan medidas de control con el propósito de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores expuestos de la empresa.

## PALABRAS CLAVE

Condiciones térmicas, calor; estrés térmico, índice WBGT

## Evaluation of environmental thermal conditions production area in a bakery in Cereté (Córdoba)

## ABSTRACT

This project aims to evaluate the temperature conditions of workers in the production area in a bakery in Cereté city, in order to determine if the exposure values are within permissible limits. The study is framed within the quantitative research and it is descriptive. It is a transactional research because is performed one observation in a period of time. The population was composed of workers in the production area. The analysis and interpretation of the data was performed using the WBGT Index, it was calculated with wet bulb temperature, globe temperature, and dry temperature, the result was 30.69°C. In conclusion, exposure to the temperature of the production area of the bakery exceeds permissible limits values, 28°C, being a potential danger to human health; however, workers are acclimated in this area. Finally, control measures are recommended in order to improve the working conditions of workers exposed in the company.

## KEYWORDS

Thermal conditions, heat, heat stress, WBGT Index

Recibido: 01/06/2015 Aceptado: 25/11/2015

\* Artículo producto de una investigación concluida, que tuvo lugar en el municipio de Cereté, entre los meses de julio a noviembre del año 2014. Financiado por la Universidad de Córdoba y ejecutado por estudiantes de la especialización de Higiene y Seguridad Industrial de dicha universidad.

<http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23103> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

**Cómo citar este artículo:** CÚJAR-VERTEL, Angélica Del Carmen; GLADYS PAOLA JULIO-ESPITIA. Evaluación de las condiciones térmicas ambientales del área de producción en una panadería en Cereté (Córdoba). *En:* Entramado. Enero - Junio, 2016. vol. 12, no. 1, p. 332-343, <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23103>



## Avaliação das condições térmicas ambientais da área de produção em uma padaria em Cerete (Cordoba)

### R E S U M O

Este projeto tem como objetivo avaliar as condições de temperatura nos trabalhadores da área de produção em uma padaria na cidade de Cereté, a fim de determinar se os valores de exposição estão dentro dos limites permitidos. O estudo está enquadrado dentro da pesquisa quantitativa e descritiva. É uma pesquisa transacional, porque uma única observação é feita em um determinado período. A população foi composta por trabalhadores da área de produção. A análise e interpretação dos dados foi realizada utilizando o índice WBGT calculado temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo, temperatura seca, cujo valor foi de 30,69 ° C. Em conclusão, a exposição a valores padaria da área de produção temperatura excede os limites admissíveis, 28 ° C, com um potencial perigo para a saúde humana; No entanto, os trabalhadores estão aclimatados nesta área. Finalmente, as medidas de controle são recomendados, a fim de melhorar as condições de trabalho dos trabalhadores expostos da empresa.

### PALAVRAS-CHAVE

Condições térmicas, calor; estresse térmico, índice WBGT

### Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS), refiere que “la salud no sólo implica la ausencia de enfermedad, por el contrario, corresponde a un estado de bienestar físico, mental, social y espiritual” en todos los ambientes en los que las personas se encuentren (OMS, 1946). El calor es uno de los factores físicos ambientales que más puede afectar al mundo laboral especialmente en determinadas épocas del año. Lo más habitual es que a los trabajadores que están expuestos a calor, éste les produzca una incomodidad o discomfort, pero en ocasiones si las condiciones son extremas, la incomodidad se transforma en peligrosidad o toxicidad para la vida y la salud (IRSAL, 2010).

Muchos empleos requieren trabajar en ambientes calurosos, tanto en exteriores como en interiores. Trabajar en el calor y haciendo esfuerzo físico arduo puede afectar el sistema de refrigeración del cuerpo. Si éste no es capaz de enfriarse a sí mismo, el trabajador puede sufrir estrés térmico. Si éste no se reconoce y trata en su comienzo, se pueden desarrollar condiciones más serias e incluso fatales con bastante rapidez.

En Colombia la legislación establece (Ley 9 de 1979, Resolución 2400 de 1979) la obligatoriedad de la protección a todo trabajador con exposición a condiciones con peligro potencial para la salud, el desarrollo de sistemas de vigilancia, como mecanismo para prevenir, o para evitar la exposición y lesión en la salud de los trabajadores.

La Organización Internacional de Normalización (The International Organization for Standardization, ISO), ha propuesto métodos de evaluación del estrés térmico en ambientes

calurosos y ha elaborado otros documentos complementarios (Suárez, Baqués y Suárez, 2004). De acuerdo con la normatividad vigente para Colombia, esto es, la Resolución 2400 de 1979, se asumirán los valores límites permisibles (TLV's) de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), con base en la ISO 7243, para realizar la evaluación del ambiente térmico, y se tendrá en cuenta el Índice WBGT calculado con temperatura húmeda, temperatura de globo y temperatura seca; además se considera para el cálculo del Índice WBGT, la exposición promedio ocupacional (ISO 7243, 1989; Resolución 2400 de 1979).

Con esta información se podrán dirigir los esfuerzos hacia la protección del personal expuesto proponiendo mejoras en organización del trabajo, equipos, planes de contingencia, entre otros. Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario realizar estudios a fin de evitar las consecuencias que puede tener la exposición a altas temperaturas tales como alteraciones cutáneas, calambres térmicos, síncope por calor, agotamiento por calor, golpe de calor y adicionalmente, aumento de la probabilidad de que se produzca un accidente de trabajo y agravamiento de dolencias previas (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, entre otras). (Ogawa, 2011).

En nuestro entorno, es común que las empresas dedicadas a la manufactura de productos alimenticios utilicen procesos de trabajo con altas temperaturas, y estos a su vez se vean agravados por el clima cálido tropical de la región, el diseño de las instalaciones y el crecimiento improvisado en muchas industrias.

La existencia de evaluaciones, registros y seguimientos permitiría llevar de forma sistemática estadísticas de morbi-

dad e indicadores epidemiológicos ligados con la aparición de patologías potencialmente relacionadas con la exposición a ambientes de trabajo con alta temperatura y de esta forma crear programas de promoción y prevención, basados en la cuantificación de la exposición y sus efectos. De allí, surge la necesidad de proponer una evaluación de las condiciones de los trabajadores expuestos a altas temperaturas en una panadería, que permita obtener información relacionada con la exposición ocupacional a dichos ambientes calurosos y los efectos potencialmente nocivos para la salud. Así mismo, estudiar el sector generaría información de sus condiciones para nutrir datos de la región (inexistente en el momento) y proponer planes de intervención que le sean valiosos al sector.

## I. Marco teórico

### I.1. Factores de riesgo

La Guía Técnica Colombiana, GTC 45, manifiesta que un factor de riesgo es todo elemento cuya presencia o modificación, aumenta la probabilidad de producir un daño a quien está expuesto a él (GTC 45, 1997). Así mismo, la Guía Técnica Colombiana, GTC 45, declara que los factores de riesgo físico son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que pueden provocar efectos adversos a la salud según sea la intensidad, exposición y concentración de los mismos. Los principales factores del ambiente físico son: ruido, vibraciones, iluminación, condiciones de temperatura (calor-frío) y radiaciones (GTC 45, 1997).

### I.2. Ambiente térmico

Es el resultado de las relaciones de los factores humanos y los factores del medio que lo rodea, la interacción en conjunto determina si las condiciones térmicas son óptimas para el desarrollo de una actividad por el ser humano o al contrario para su limitación. Un ambiente térmico favorable o neutro se produce cuando la generación de calor metabólico, o termogénesis, se equilibra con las pérdidas de calor sensible sin que haga falta luchar contra el calor (Mondelo, Gregori, Comas, Castejón, & Bartolomé, 1999).

Por su parte, el *confort térmico* puede definirse como la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente. (Mondelo *et al*, 1999). Los factores del ambiente que tienen importancia en el control de la temperatura de los microclimas sujetos a medición, intervención y control son: la **temperatura** (temperatura del aire o de bulbo seco, temperatura húmeda o de bulbo húmedo, temperatura de globo, temperatura radiante media, temperatura ambiental), **humedad del aire** (humedad relativa y humedad absoluta); **velocidad del aire** (velocidad del aire velocidad relativa del aire).

### I.3. Calor

Los seres humanos somos de sangre caliente, homeotermos, es decir, mantenemos nuestra temperatura central en torno a los 37°C, de tal forma que el cuerpo es capaz de enfriarse por sí mismo cuando se eleva su temperatura. La carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo es el resultado de la interacción entre las condiciones ambientales, la actividad física y metabólica y la vestimenta que llevan (IRSAL, 2010).

Para tratar de eliminar el exceso de calor, se ponen en funcionamiento los mecanismos de termorregulación del cuerpo, cuyo centro está en el cerebro. Esta termorregulación fisiológica se caracteriza porque los trabajadores comienzan a sudar (al evaporarse el sudor de la piel, ésta se enfría) y, además, aumenta el flujo de la sangre hacia la piel (vasodilatación periférica) para llevar el calor del interior del cuerpo hacia su superficie y desde aquí sea expulsado el calor, al exterior. Esto se acompaña de un aumento del volumen sanguíneo circulante y de la frecuencia cardíaca. (IRSAL, 2010).

Si a pesar de la puesta en marcha de los mecanismos fisiológicos de adaptación al calor, los trabajadores siguen laborando en condiciones de calor, y acumulando éste, la temperatura central del cuerpo puede superar los 38°C, el trabajador sufre estrés térmico. Los problemas de salud derivados del estrés térmico son conocidos como trastornos causados por calor, cuya gravedad estará relacionada con la cantidad de calor acumulada en el cuerpo. (WorkSafeBC, 2005).

Cuando se trabaja en condiciones de calor, durante mucho tiempo y sin hacer descansos, llega un momento en que se tiene tanto calor que se experimentan pérdida de motivación hacia la actividad, disminución de la calidad del trabajo, de concentración, agotamiento, deshidratación, síncope y golpe de calor entre otros, que además de afectar la salud de los trabajadores, incrementan la ocurrencia de accidentes de trabajo y por lo tanto el ausentismo en las empresas (IRSAL, 2010; NIOSH, 1986).

Además, aunque cese el trabajo en condiciones de calor elevado y no se produzca una acumulación excesiva de calor en el cuerpo, los trabajadores podrán sufrir daños si no reponen el agua y los electrolitos (sales) perdidos al sudar (IRSAL, 2010).

Alta temperatura ambiental, humedad alta, el ejercicio extenuante o con problemas de disipación de calor pueden causar una variedad de trastornos por calor. Incluyen síncope por calor, edema de calor, calambres por calor, agotamiento

por calor y golpe de calor como los trastornos sistémicos, y lesiones de la piel como los trastornos locales (Ogawa, 2011).

#### 1.4. Índices de evaluación de ambientes térmicos

De acuerdo con la normatividad vigente para Colombia, esto es, los valores límites permisibles (TLV's) de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), con base en la ISO 7243, para realizar la evaluación del ambiente térmico, se tendrá en cuenta el Índice WBGT (Wet Bulb, Globe Temperature), calculado a partir de la temperatura húmeda, temperatura de globo y temperatura seca. Además se puede tener en cuenta para el cálculo del Índice WBGT, la exposición promedio ocupacional. (ISO 7243, 1989; Resolución 2400 de 1979).

#### 1.5. Estudios relacionados

En Colombia, Álvarez y Pineda (2008), a partir de la revisión de la literatura científica acerca de la sobrecarga térmica, describen efectos en la salud, métodos de detección en el ambiente y en la persona e identifican medidas de prevención de las consecuencias por la exposición a altas temperaturas. Los autores revisan varios artículos de investigación. Tomando los resultados obtenidos de estos estudios, identifican los calambres por calor, el síncope de calor, el agotamiento por calor y el golpe de calor como los principales efectos fisiológicos de la exposición a la sobrecarga térmica y la disminución en el desempeño perceptual y cognitivo como efectos psíquicos. No referencian un indicador fisiológico ideal para la detección de la tensión térmica, ni un acuerdo sobre el método correcto para la medición de la sobrecarga térmica en los lugares de trabajo. Plantean finalmente, un manejo integral de la exposición a sobrecarga térmica desde la perspectiva como salubristas ocupacionales, con el objetivo de proporcionar y mantener condiciones de salud favorables en los trabajadores y así mismo servir de referencia para la consulta de los diferentes sectores implicados y comprometidos con la población expuesta a sobrecarga térmica.

En el año 2011 en Colombia, Vega (2013), realiza un estudio que tiene como objetivo el diseño de un sistema de evaluación y seguimiento de los efectos en la salud de los trabajadores expuestos a altas temperaturas ambientales, aplicado en una empresa de exploración sísmica. Se concluye que en el proceso de exploración sísmica la exposición a la temperatura ambiental supera los valores límites permisibles establecidos, siendo un peligro potencial para la salud humana, así mismo la caracterización de la población que participó en el proyecto valorado tuvo una alta comorbilidad de factores individuales modificadores de la susceptibilidad a los

ambientes calurosos. Finalmente, bajo el concepto de la teoría general de los sistemas se estructuró el diseño para la evaluación y seguimiento de los efectos en salud, se usó como método de control de procesos el modelo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) resultando en una estrategia de mejoramiento continuo.

En Venezuela, Camacho (2013) realizó una investigación que tuvo como objetivo evaluar el riesgo de estrés térmico en trabajadores expuestos al área de fundición en una empresa metalmeccánica. El universo estuvo integrado por veinte trabajadores y la muestra representada por ocho trabajadores del área de fundición. En conclusión, en el área evaluada existe discomfort térmico; así que Camacho recomienda establecer un programa preventivo de ambiente térmico.

Por su parte, Daza (2013), en Venezuela presentó una propuesta para la mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo de un restaurante de comida asiática, ya que estas condiciones no eran las mejores en cuanto a variables físicas como las temperaturas altas. Así mismo, se determinaron los costos asociados a cada propuesta de mejora para poder comparar estos con las posibles sanciones que podrían ser aplicadas por el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laboral (TN-BASEL), estableciendo así la factibilidad de las propuestas.

Por último, las condiciones de temperatura y humedad del ambiente causan en las personas un conjunto de sensaciones y efectos que van desde una ligera incomodidad hasta daños graves. (Camacho, 2013). Muchos trabajadores realizan sus actividades laborales en condiciones de calor, como es el caso de las personas que trabajan en las panaderías. Sin embargo, es poco o nulo lo que se conoce acerca de los valores de sus exposiciones a ambientes calurosos en el departamento de Córdoba. Una evaluación de las condiciones de temperatura (calor) en este tipo de empresas podrá aportar información de dichas exposiciones y valorar las condiciones de exposición a calor con el fin de determinar si la exposición se encuentra dentro de los límites aceptables o si es perjudicial y de esta manera adoptar medidas de prevención y control que permitan la preservación y el mejoramiento de las condiciones y la salud de los trabajadores expuestos al calor.

## 2. Metodología

### 2.1. Tipo de estudio

El presente estudio está enmarcado dentro de la investigación cuantitativa y es de carácter descriptivo. Es una investigación de tipo transaccional debido a que se realiza una sola observación en un tiempo determinado.



Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

La utilidad de este tipo de estudio descriptivo para la presente investigación radica en que permite establecer las condiciones de exposición a calor, en las que se encuentran los trabajadores de la panadería del municipio de Cereté.

### 2.1. Población y muestra

- **Población.** La población está conformada por los operarios del área de producción (6 trabajadores), los cuales están distribuidos en un turno, en la panadería de Cereté.
- **Muestra.** Como se mencionó, la población objeto de estudio está integrada por trabajadores que laboran en la panadería en el área de producción. Dada las características de esta población pequeña y finita, se tomó como unidades de estudio a toda la población, que representa el cien por ciento de los trabajadores expuestos. De este modo, la muestra será representativa, no solo en calidad, sino también en cantidad.

### 2.2. Recolección de la información

La información fue recopilada a través de un formato de recolección de datos previamente diseñado, y que se ajusta a los resultados del equipo a utilizar en las mediciones. Fue analizada por medio de estadísticos descriptivos (promedios, porcentajes, entre otros.) y análisis de resultados de fórmulas presentes en el método de Índice TGBH o WBGT propuesto por la ACGIH con base en la ISO 7243. Entonces, a partir de las mediciones, se determinaron las condiciones de exposición a calor en que se encuentran los trabajadores de la panadería del municipio de Cereté.

Cabe anotar que también se utilizó la observación como ayuda para comprender los resultados luego del análisis de los datos, así como una serie de entrevistas a los implicados en el proceso para conocer otros aspectos relevantes de los procesos y de la empresa.

### 2.3. Instrumentos y medición

El medidor de estrés térmico es el instrumento que se utiliza para esta medición. Marca 3M Quest Temp. °36 y serie

Air ProbeWPM080003. Igualmente, se manejó un equipo anexo que es el Velómetro, que mide el flujo del aire. El equipo debe cumplir con calibración para su uso.

### 2.4. Descripción del método

De acuerdo con la normatividad vigente para Colombia, esto es Resolución 2400 de 1979, se asumirán los valores límites permisibles (TLV's) de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), con base en la ISO 7243, para realizar la evaluación del ambiente térmico, y se tiene en cuenta el Índice WBGT calculado con temperatura húmeda, temperatura de globo y temperatura seca. También se calcula el índice de sobrecarga calórica, teniendo en cuenta el metabolismo y los cambios por convección y radiación.

El índice WBGT se basa en tratar de evitar que la temperatura central del cuerpo exceda de 38°C como consecuencia de la combinación de las condiciones ambientales y la producción interna de calor debida a la actividad física desarrollada por trabajadores vestidos con ropa de verano. El método presenta las siguientes ventajas: a) permite la evaluación del ambiente por medio de un valor único; b) requiere de un equipamiento sencillo; c) el método de cálculo es fácil; d) puede emplearse para ambientes bajo techo y a la intemperie; y e) permite su ponderación para niveles variables de exposición. Por su parte el índice de sobrecarga calórica expresa la relación entre la evaporación de calor requerida, para mantener el cuerpo en equilibrio térmico (Ereq) y la máxima capacidad evaporativa para unas condiciones climáticas determinadas (Emax) (UNE-EN ISO 7933, 2005).

## 3. Análisis de resultados

### 3.1. Situación actual del área de producción

El objeto de estudio de esta investigación fue el área de producción (la cocina, interior del local), en esta se encontró un horno grande de gas, una cilindradora, una mezcladora, un cuarto de crecimiento, cortadora, balanza, estufa de dos puestos de gas, batidora, carros bandejeros, punto de hidratación, herramientas y materiales propios de la producción.

La producción se realiza de domingo a domingo, desde las 6:00am hasta las 5:00 pm o antes, según la cantidad a producir, con una hora para almorzar, y dos reposos cortos uno en la mañana y uno en la tarde donde les brindan una merienda con gaseosas. En cuanto a la vestimenta utilizada, para las camisetas es en material de poliéster, para los pantalones en dril, gorro en tela y calzado cerrado.

El área de producción solo cuenta con dos extractores pequeños, la única ruta de acceso es la entrada. La actividad

implica desgaste físico y por tanto aumento de la temperatura corporal, los empleados también se encuentran con exposición a temperaturas debido al horno y otras herramientas que emiten calor implícito en el proceso.

### 3.2. Descripción de los puestos de trabajo

Previo a la evaluación se realizó una inspección a los puestos de trabajo de los panaderos para determinar las actividades y fuentes de calor a evaluar.

En el área de producción de la empresa, que es la cocina, se encuentran zonas de preparación, hornero y despacho de los productos, y es aquí donde se ubican las principales fuentes de calor radiante: horno y estufa, (Ver Tabla 1). Todos los panaderos realizan las mismas actividades dentro del área.

### 3.3. Evaluación del estrés térmico del área de producción

#### 3.3.1. Resultados de las mediciones

Las mediciones se realizaron en condiciones normales de operación. El promedio de la temperatura del ambiente para los días de las mediciones osciló en los 31°C, dado que en la región para esa época se evidenciaron lluvias y días nublados. Se realizaron varias mediciones para la obtención de resultados entre las 10:00am- 12:00m y las 2:00- 4:00pm, dado que este horario es parte de la jornada laboral de los

trabajadores, y es el horario crítico, cuando se perciben las temperaturas más altas.

Posteriormente se verificó la calibración del monitor de estrés térmico (antes y después de la medición) obteniendo los siguientes datos : Temperatura de Bulbo Seco (TBS): 46.1°C, Temperatura de Globo (TG): 68.4°C, Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH): 11.7°C y la Humedad Relativa 53%.

El equipo se ubicó en los puntos donde permanecen los trabajadores el mayor tiempo de la jornada laboral (área de cocina), a nivel de pies, cintura y cabeza. Se procedió a medir variables como: Humedad relativa (HR), Temperatura de globo (TG), Temperatura de bulbo húmedo (TBH), Temperatura de bulbo seco (TBS) y Velocidad del aire o Flujo (V)

- Al verificar las condiciones en las que se realizaron las mediciones, se puede decir que el tipo de ropa es ligera (de verano), por tanto, no es necesario agregar ningún valor a los resultados de los índices.
- Metabolismo estimado. Las estimaciones para el metabolismo, de acuerdo con el tipo de oficio en mención y a los valores estipulados se tomaron de la Tabla 2 (ACGIH, 2014), pág 338.

El tipo de trabajo es moderado, y se está aclimatado para ello. Caminar, levantar ó empujar pesos no muy grandes. El trabajo continuo es permanente, por tanto el consumo metabólico (M): 300W.

Tabla 1.

Descripción del área de producción.

Área	Actividades	Descripción del sitio	Descripción del oficio
Área de Producción: Cocina	Preparación de productos	El puesto de trabajo es de pie, para esto el trabajador se ubica al costado de una mesa.	Se realiza la medición de los ingredientes, el mezclado, amasado, la elaboración del producto y su ubicación en bandejas para hornear.
	Desplazamientos en el área	Desplazamientos a pie, entre la mesa de trabajo, horno, estufa y estante de ingredientes.	El trabajador recorre toda el área para buscar ingredientes, utensilios y transporte de productos en bandejas.
	Ingreso y salida de productos de la sección de crecimiento.	Espacios cerrados (tipo estante) en los que se colocan los productos que necesiten crecimiento previo antes del horneado.	Se realiza el ingreso salida de las bandejas de los productos que necesiten crecimiento previo antes del horneado. De igual manera, se verifica el crecimiento y luego se pasa al horneado.
	Ingreso y salida de productos del horno	El trabajador se ubica en la parte delantera del horno	Introduce los productos en el horno y les da salida a los que estén listos.
	Abrir y cerrar el horno	El trabajador se ubica en la parte delantera del horno	Revisa la temperatura del horno y el horneado de los productos.
	Utilización de la estufa	El trabajador se ubica en frente de la estufa	Manipular utensilios que se encuentran sobre la estufa, los cuales contienen ingredientes que serán utilizados en algunos productos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.

Algunos tipos de trabajo, de acuerdo con el nivel de carga.

Categoría	Gasto Metabólico (W)	Ejemplos de actividades
Descanso	115	Sentado
Ligero	180	Sentado con trabajo ligero de manos y brazos, y manejando. Parado con trabajo ligero de manos y caminando ocasionalmente.
Moderado	300	Trabajo sostenido con manos y brazos. Trabajo con piernas y brazos moderado. Trabajo con brazos moderado o empujando o halando ligeramente. Caminando normalmente
Pesado	415	Trabajo intenso con tronco y manos, cargando, empujando, aserrando manualmente, empujando y halando cargas pesadas y caminando a paso rápido.
Muy Pesado	520	Actividad muy intensa a rápida a paso máximo

Fuente: TLVs ACGIH (2014)

Así que:

- $1W = 0.861 \text{ Kcal/hora}$
- $M = 300W = 258.3 \text{ Kcal/hora}$
- $1 \text{ Kcal/h} = 0.644 \text{ W/m}^2$
- $M = 300W = 166.35 \text{ W/m}^2$

### 3.3.1. Cálculo del índice WBGT

Partiendo de los datos obtenidos promedios se tiene lo siguiente:

- Humedad relativa (HR): 59,8%
- Temperatura de globo (TG): 35,3°C
- Temperatura de bulbo húmedo (TBH): 28,7°C
- Temperatura de bulbo seco (TBS): 34,8°C
- Velocidad del aire o Flujo (V): 0.1 m/s

Con base en la norma ISO 7243:1989, por ser un área cerrada, área de cocina, se utiliza la fórmula de espacio interiores,  $WBGT_i = 0.7T_{bh}(n) + 0.3T_g$

Reemplazando los datos se obtiene que:  **$WBGT_i = 30.69^\circ\text{C}$**

Los límites de acción se establecen como se observa en las Tablas 3 y 4.

Teniendo en cuenta el valor de WBGT,  $WBGT_i = 30.69^\circ\text{C}$  y la tasa metabólica  $M = 258.3 \text{ Kcal/hora}$ , se procede a compararlos con las Tablas 3 y 4 de lo que se obtienen los resultados de la Tabla 5, pág 339.

El WBGT promedio medido al realizar actividades correspondientes en el área de cocina, supera el TLV – WBGT ( $28^\circ\text{C}$ ) establecido, para trabajo moderado continuo y persona aclimatada. Por lo cual la exposición se puede considerar como alta. Los factores que posiblemente inciden en los resultados son el encerramiento del área, la poca ventilación y el calor radiante proveniente del horno y de la estufa.

A continuación, se interceptan la Figura 1, pág. 339, (límites del índice WBGT y condiciones de estrés térmico), el gasto metabólico y el índice WBGT obtenido, y se encuentra un punto por debajo de la línea de “50% de trabajo y 50% de descanso cada hora”, lo que indica que para este ambiente de trabajo, la actividad podría desarrollarse hasta 30 minutos laborales continuos en la actividad de exposición, y los otros 30 minutos en actividades donde no haya exposición directa por hora.

Tabla 3.

Valores límites permisibles.

Distribución de trabajo en un ciclo de trabajo y recuperación	Persona Aclimatada				Persona no Aclimatada			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
75 al 100%	31.0	28.0	-	-	28.0	25.0	-	-
50% al 75%	31.0	29.0	27.5	-	28.5	26.0	24.0	-
25% al 50%	32.0	30.0	29.0	28.0	29.5	27.0	25.5	24.5
0 al 25%	32.5	31.5	30.5	30.0	30.0	29.0	28.0	27.0

Fuente: TLVs ACGIH (2014)



Tabla 4.

Límites del índice WBGT.

Consumo Metabólico (Kcal/hora)	WBGT LIMITE (°C)			
	Persona Aclimatada		Persona No Aclimatada	
	V=0	V ≠ 0	V=0	V ≠ 0
≤ 100	33	33	32	32
100-200	30	30	29	29
200-310	28	28	26	26
310-400	25	26	22	23
> 400	23	25	28	20

Fuente: ISO 7243:1989

Tabla 5.

Resultado del índice WBGT.

Área	WBGT Obtenido (°C)	TLV WBGT (°C)	Supera el índice WBGT	Promedio velocidad del aire (m/s)	Clasificación de la exposición
Producción: Cocina	30.69	28	Si	1	Alta

Fuente: Elaboración propia

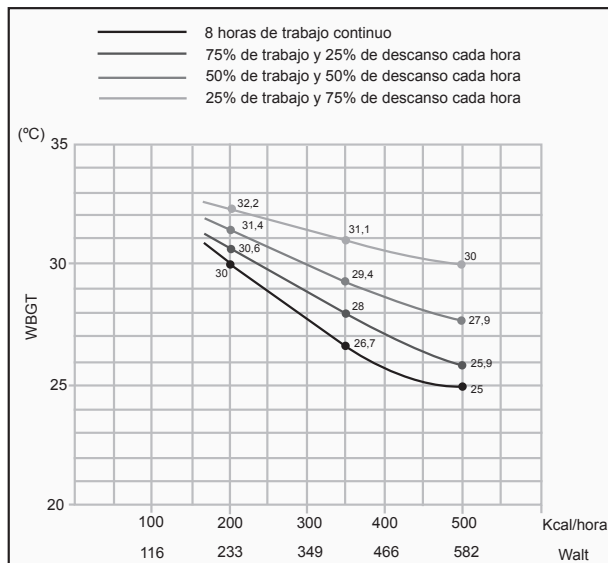


Figura 1. Límites del Índice WBGT y condiciones de estrés térmico.

Fuente: ISO 7243:1989.

Sin embargo, como este dato solo lo arroja una gráfica, en siguientes apartados se verificará a través de fórmulas (Ver apartado 3.4. Ciclos de trabajo y recuperación).

### 3.4. Ciclos de trabajo y recuperación

Partiendo de los resultados de que el WBGT promedio medido al realizar actividades correspondientes en el área de producción,  $WBGT = 30.69^{\circ}C$  supera el TLV – WBGT

( $28^{\circ}C$ ) establecido por la ACGIH, para trabajo moderado continuo y persona aclimatada, es necesario determinar un tiempo de trabajo y otro de reposo para cada hora de los trabajadores.

Con base en la ISO 7243:1989, para el cálculo de la fracción de hora que puede trabajar un individuo se necesita conocer:

- $WBGT_{trabajo}$  y  $WBGT_{limtrabajo}$ , es decir, ambos valores en fase de trabajo.
- $WBGT_{reposo}$  y  $WBGT_{limreposo}$ , es decir, sus valores en reposo

*Jamas el  $WBGT_{limreposo} < WBGT_{reposo}$ .*

Con estos valores se calcula:

- La diferencia de los valores en trabajo.  
 $dWBGT_t = WBGT_t - WBGT_{limt}$
- La diferencia contraria de los valores en reposo.  
 $dWBGT_o = WBGT_{limreposo} - WBGT_{reposo}$

Luego, la fracción horaria de reposo se obtiene con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{dWBGT_o}{dWBGT_t - dWBGT_o}$$

Este valor  $K$  es la fracción de hora que puede trabajar. Es decir, con un valor  $K=0.25$ , puede trabajar 15 minutos ( $0.25$  de hora =  $0,25 * 60$  minutos).

Esta es la fórmula general para el cálculo del reposo, pero en realidad la norma propone que el reposo se haga en el mismo puesto de trabajo sentado. En estas condiciones el WBGTlim es de  $32^{\circ}\text{C}$ .

La norma ISO 7243, propone ciclos de trabajo/ reposo de: 45/15, 30/30, 15/45 minutos. Hay que decir que tal como se expresa en la norma 7243 el trabajo es imposible si el WBGT ambiental es mayor de  $32^{\circ}\text{C}$ . Es evidente que en este caso hay que buscar lugares de reposo más frescos.

Por tanto, para el caso de los panaderos del área de producción, conociendo las características del trabajo:

- Trabajo moderado,  $M = 300 \text{ W} = 258.3 \text{ Kcal/hora}$
- $\text{WBGT}_t = 30.69^{\circ}\text{C}$
- $\text{WBGT}_{\text{lim}} = 28^{\circ}\text{C}$
- $d\text{WBGT} = 30.69^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C} = 2.69^{\circ}\text{C}$

Entonces, se procede a calcular el tiempo que deben descansar estos trabajadores en el mismo ambiente, sentados.

Por tanto, si se verifica la Tabla 2 (Algunos tipos de trabajo de acuerdo con el nivel de carga de trabajo, de TLVs AC-GIH), la categoría del gasto metabólico sería para este caso DESCANSO, con un valor de 115W. Así se tiene:

- Descanso,  $M = 115 \text{ W} = 99.015 \text{ Kcal/hora}$
- $\text{WBGT}_t = 30.69^{\circ}\text{C}$  (en el mismo ambiente)
- $\text{WBGT}_{\text{lim}} = 32^{\circ}\text{C}$
- $d\text{WBGT}_o = 32^{\circ}\text{C} - 30.69^{\circ}\text{C} = 1.31^{\circ}\text{C}$

Luego:

$$K = \frac{1.31^{\circ}\text{C}}{2.69^{\circ}\text{C} - 1.31^{\circ}\text{C}}$$

$$K = 0,3275$$

Es decir, el trabajador puede realizar su tarea durante 0,3275 de hora (20 minutos).

Lo que indica que para este ambiente de trabajo, la actividad se puede desarrollar normalmente por 20 minutos, por cada hora que el trabajador emplee para el desarrollo de sus actividades. Es decir, 20 minutos laborales continuos en la actividad de exposición y los otros 40 minutos en actividades donde no haya exposición directa o en descanso.

### 3.5. Medidas de control recomendadas para mejorar las condiciones laborales

Para minimizar la exposición a temperaturas se sugieren las siguientes recomendaciones para fuentes de calor ubicadas en espacios interiores, teniendo en cuenta que los controles encontrados no son suficientes para mantener un ambiente con los límites permisibles de temperaturas para interiores y con el objetivo de minimizar la exposición a temperaturas altas. Cabe anotar que será la empresa quien debe determinar la viabilidad de la implementación.

#### • Métodos de control en la fuente

- Separación del área de horneado del área de producción.
- Barreras de material aislante a la fuente, en este caso horno. Para esto se puede tener en cuenta que los colores brillantes reflejan el calor y algunos materiales como el asbesto lo aíslan (absorben), evitando la exposición de las personas, la idea es crear una barrera alrededor del horno que mitigue la propagación del calor, así mismo una barrera que separe el área de producción y ventas.

#### • Métodos de control en el medio

- Sistemas de ventilación general. Diseñar e implementar un sistema de ventilación mecánica, mediante la instalación de otros extractores para renovación del aire en el área, y cerca de la zona de horno y la estufa.
- Reducir la humedad por medio del uso de deshumidificadores o reducir las fuentes de humedad (baños de agua abiertos, desagües).

#### • Acciones sobre el trabajador

- **Control de la duración de la exposición.** Establecer periodos de descanso, de tal forma que no se superen los tiempos máximos continuos de exposición, Para los periodos de descanso se puede utilizar la zona de atención de usuarios que está ventilada por el ambiente.

Así que, de acuerdo con los resultados, para el ambiente de trabajo evaluado, la actividad se puede ejecutar normalmente por 20 minutos, por cada hora que el trabajador emplee para el desarrollo de sus actividades. Es decir, 20 minutos laborales continuos en la actividad de exposición y los otros 40 minutos en actividades donde no haya exposición directa o en descanso.

- **Hidratación.** La empresa debe seguir suministrando agua potable y ubicar puntos de hidratación en cada una de las secciones evaluadas, así mismo debe entrenar a los trabajadores acerca de la importancia de ingerir agua potable u otras bebidas hidratantes (que no contengan alcohol y muchos azúcares), durante la jornada laboral para mantenerse hidratados y divulgar los riesgos asociados a la deshidratación y la forma de contrarrestarlos.
- **Aclimatación.** En el caso que ingrese personal nuevo es necesario realizar inducción relativa a las normas de seguridad para el puesto de trabajo específico e implementar periodos de aclimatación por lo menos durante una semana. La importancia de esta actividad radica en la disminución de la demanda cardiovascular, mayor eficiencia en la evaporación del calor por sudoración y mayor capacidad del organismo para mantener la temperatura normal durante la jornada laboral.
- Suministrar los elementos de protección personal (EPP) adecuados para cada tarea, en especial en el caso de las manos, guantes aislantes del calor, para el contacto con las fuentes de calor.

#### 4. Discusión y conclusiones

Partiendo de las condiciones del trabajo, los resultados obtenidos en las mediciones y de los cálculos determinados, el valor de WBGT,  $WBGT_i = 30.69^{\circ}\text{C}$  medido al realizar actividades correspondientes en el área de cocina, supera el TLV – WBGT ( $28^{\circ}\text{C}$ ) establecido por la ACGIH, para trabajo moderado continuo y persona aclimatada. Por lo cual, la exposición se puede considerar como alta. Los factores que posiblemente inciden en los resultados son: el encerramiento del área, la poca ventilación y el calor radiante proveniente del horno y de la estufa.

De igual manera, al tener en cuenta el índice WBGT, junto con el gasto metabólico, se determinó el tiempo de trabajo y el tiempo de reposo por cada hora laborada de los trabajadores. El resultado fue de 0.3275 de hora, lo que significa que para este ambiente de trabajo, la actividad se puede ejecutar normalmente por 20 minutos, por cada hora que el trabajador emplee para el desarrollo de sus actividades. Es decir, 20 minutos laborales continuos en la actividad de exposición y los otros 40 minutos en actividades donde no haya exposición directa o en descanso.

Por último, según la normatividad vigente para Colombia, Resolución 2400 de 1979, los valores límites permisibles (TLV's) de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), se tendrán en cuenta para

realizar la evaluación del ambiente térmico, con el Índice WBGT. Así que, si se estiman los casos solo con el índice WBGT, se puede evidenciar que los resultados se encuentran fuera de los rangos aceptables de exposición, lo que indica que para el ambiente de trabajo evaluado, la actividad se puede desarrollar tomando descansos.

Con respecto a lo anterior, cabe señalar que una evaluación de las condiciones de los trabajadores expuestos a altas temperaturas permite obtener información relacionada con la exposición ocupacional a dichos ambientes calurosos y los efectos potencialmente nocivos para la salud.

Por consiguiente, si se siguen realizando evaluaciones, registros y seguimientos se podría llevar de forma sistemática estadísticas de morbilidad e indicadores epidemiológicos relacionados con la aparición de patologías potencialmente relacionadas con la exposición a ambientes de trabajo con alta temperatura y de esta forma crear programas de promoción y prevención, basados en la cuantificación de la exposición y sus efectos. De allí, surge la necesidad de continuar con la evaluación de las condiciones de los trabajadores expuestos a altas temperaturas en panaderías de diversas complejidades y de varias regiones del país, con lo cual se podrá obtener información relacionada con la exposición ocupacional. Así mismo, estudiar el sector generaría información de sus condiciones para región y la nación, con el fin de proponer planes de intervención que sean valiosos a la hora de actuar.

#### 5. Recomendaciones

Normalmente las fuentes de calor transfieren la energía por conducción, convección o radiación. Sin embargo, son la convección y la radiación los fenómenos que crean mayores situaciones de riesgo para los trabajadores. En la panadería, las fuentes de calor son básicamente por el horno y la estufa.

- Automatización. Obtener equipos más tecnológicos que permitan un menor esfuerzo a los trabajadores.
- Controles administrativos y prácticas de trabajo. El entrenamiento es la clave para mejorar, se recomienda un buen programa de entrenamiento para riesgo térmico, que incluya:
  - Dar a conocer los riesgos por exposición al calor.
  - Reconocer los factores de predisposición, signos y síntomas de patologías por calor.
  - Capacitación específica en primeros auxilios para atender urgencias por calor.
  - Responsabilidad por exposición innecesaria.

- Peligro de usar drogas, incluidas algunas terapéuticas y /o alcohol en ambientes calientes.
- Importancia de usar elementos de protección personal.
- Programa de rescate y su importancia.
- Antes de contratar a una persona para este tipo de actividad es importante considerar las siguientes características de factores de riesgo personales: Estado físico, edad, enfermedades o tratamientos médicos pre-existentes, enfermedades de corta duración y males-tares menores, alcohol y drogas, incidencia previa de insolación.
- Supervisión. Los trabajadores no deben estar solos en condiciones que puedan causar estrés térmico. Deben ser supervisados con atención o trabajar en pares o grupos, de modo que sea posible identificar los trastornos causados por calor y tratarlos a la brevedad. Los supervisores necesitan asegurarse de que haya un sistema disponible y adecuado de primeros auxilios y deben establecer procedimientos de emergencia para enfrentar problemas serios como el agotamiento causado por el calor y la insolación.
- Establecer un plan de emergencias. Un plan de emergencias no solo nos va ayudar a evacuar un lugar en un momento dado, sino también para saber actuar ante circunstancias adversas como por ejemplo accidentes causados por el golpe de calor. ■■■

### Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Referencias bibliográficas

1. ÁLVAREZ, Libia Inés y PINEDA TORRES, Yesmid Constanza. Manejo Integral de la Exposición Ocupacional a Sobrecarga Térmica. Tesis no Publicada. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Enfermería. Bogotá D.C. 2004.
2. AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS, ACGIH. Threshold limits values (TLVs) and Biological exposure indices (BEIs). Cincinnati, U.S. 2014.
3. CAMACHO FAGUNDEZ, Dunia Inés. Estrés Térmico en Trabajadores Expuestos al Área de Fundición en una Empresa Metalmecánica, Mariara, 2004–2005. *En: Ciencia y Trabajo*, 2013. Vol. 15, no. 46, p. 31–34.
4. DAZA MENDOZA, Luis Miguel. Propuesta de mejora en las condiciones de seguridad y salud laboral en un restaurante de comida asiática, ubicado en el estado Miranda, para el año 2013. Tesis no Publicada. Universidad Católica Andrés Bello. Facultad de Ingeniería. Venezuela. 2013.
5. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, ICONTEC. Guía técnica colombiana, GTC 45. (1997). Guía Para El Diagnostico De Condiciones De Trabajo O Panorama De Factores De Riesgos, Su Identificación Y Valoración.
6. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la Investigación. Cuarta Edición. México D.F.: McGraw-Hill; 2006.
7. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, INSHT. NTP 322. Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT. España. 1993.
8. INSTITUTO RIOJANO DE SALUD LABORAL, IRSAL. Riesgo, Estrés térmico por calor. Área de Higiene y Seguridad Industrial. Logroño, España. 2010.
9. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7243:1989. Hot environments. Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index (wet bulb globe temperature). 1989.
10. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7726:1998. Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities. 1998.
11. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7730:2005. Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. 2005.
12. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Resolución 2400 de 1979: Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Colombia. 1979.
13. MONDELO, Pedro, GREGORI, Enrique, COMAS, Santiago, CASTEJÓN, Emilio, BARTOLOMÉ, Esther. Ergonomía 2: Confort y Estrés Térmico. Tercera Edición. Barcelona: Alfaomega; 1999.
14. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, NIOSH. Criteria for recommended standard: Occupational Exposure to hot environments. Department of Health and Human Services. Cincinnati, U.S. 18986.
15. OGAWA, Tokuo. Heat Disorders. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 2011. [Acceso 19 de Septiembre del 2014] Disponible en: <http://www.ilo.org/oshenc/part-vi/heat-and-cold/item/677-heat-disorders>.
16. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS. Constitución. Ginebra. 1946.
17. PARRA, Manuel. Conceptos básicos en salud laboral. Santiago de Chile: Oficina Internacional del Trabajo, OIT. 2003.
18. SÁNCHEZ GARCÍA, María José y FORERO HENAO, Santiago. Estudio de las condiciones de trabajo de los conductores de vehículos de carga en Colombia para proponer mejoras en los puestos de trabajo. Tesis no Publicada. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Bogotá D.C. 2004.
19. SUAREZ CABRERA, Ruggieri; BAQUÉS MERINO, Raúl y SUAREZ BATISTA, Rafael. Evaluación del estrés térmico en una empresa de producción Textil. *En: Revista Cubana de Salud y Trabajo* 2004; 5(1): 20-25.
20. VEGA SAMACA, Gerardo. Diseño de un sistema de evaluación y seguimiento de los efectos en la Salud de los trabajadores expues-

tos a altas temperaturas ambientales, Aplicado en una empresa de exploración sísmica 2011. Tesis no Publicada. Pontificia Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Enfermería. Bogotá D.C. 2013.

21. UNE-EN ISO 7933:2005. Ergonomía del ambiente térmico - Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada. 2005.
22. WORKSAFEBC. Prevención del Estrés Térmico en el Trabajo. Junta Directiva de Compensación para los Trabajadores, Canadá. 2005.