

PROPUESTA DE PROYECTO DE NORMA CUBANA PARA EVALUAR ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR

A PROPOSAL OF PROJECT OF CUBAN STANDARD FOR ESTIMATING HEAT STRESS

Rugiere Suárez Cabrera ¹
Eduardo Lázaro Caballero Poutou ²

RESUMEN

Se hace necesario la elaboración y edición de normas cubanas relacionadas con el ambiente térmico laboral. Basado en la experiencia cubana, el estudio de las normas ISO, las normas de otros países de habla hispana, las normas o guías de entidades de reconocido prestigio en la materia, y en publicaciones científicas especializadas, se ha elaborado un proyecto de norma cubana para evaluar estrés térmico por calor, apoyada en el llamado índice *WBGT*, que se presentará próximamente al Comité Técnico de Normalización N° 6 (de Seguridad y Salud en el Trabajo) para ser evaluada como norma cubana. Se intenta divulgar la propuesta de proyecto de norma elaborada para así ampliar las fuentes, recibir comentarios, sugerencias y críticas concretas por parte de especialistas, dirigidas a mejorar esta propuesta y que ésta, con posterioridad, pueda sufrir el proceso de evaluación correspondiente.

Palabras clave: ambiente térmico laboral, estrés térmico por calor, índice *WBGT*

ABSTRACT

It becomes necessary to elaborate and edit Cuban standards related to thermal work environment. A Cuban standard draft to assess heat stress applying *WBGT* Index has been elaborated based on Cuban experiences, ISO and Spanish speaking countries standards, specialized scientific reports, norms and guides of several important institutions in this matter. This draft will be submitted to evaluate by the Cuban Technical Committee of Occupational Safety and Health Standards. This report pretends to disclose the draft to receive comments, suggestions to improve it.

Key words: thermal environment, heat stress, *WBGT* index

INTRODUCCIÓN

El sistema jurídico-normalizativo cubano en la esfera de la seguridad, salud y ergonomía en el trabajo, resulta de vital importancia por su repercusión en los trabajadores y, por consiguiente, para el desarrollo económico del país.

Aunque las primeras leyes asociadas con la salud y seguridad de los trabajadores en Cuba fueron promulgadas en la década de los 60, no es hasta los 70 en que se definió y estructuró el sistema jurídico-normalizativo cubano. En 1978, Cuba inició el ascenso del que se denominó Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo (SNPHT).

La abrupta pérdida de vínculos comerciales y financieros externos y el recrudescimiento del bloqueo al que se sometió a Cuba, desembocaron en una crisis económica al iniciarse la década de los 90, que afectó, entre muchas otras cosas, el desarrollo y actualización de la normalización en el país. Esto, unido a la apertura de la economía cubana a la inversión extranjera, a importantes cambios económicos internos y a nuevos conceptos asociados a los sistemas de calidad, medioambientales y a las OHSAS 18000, hacen necesario hoy que el sistema de normalización en el campo de la seguridad y salud de los trabajadores adopte las modificaciones pertinentes para renovarse y desarrollarse de acuerdo con las nuevas realidades.

En 1996 se crea el Comité técnico de normalización N° 6 (CTN 6) de Seguridad y salud en el trabajo, presidido por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), que tiene como misión estudiar, elaborar y actualizar las normas cubanas relacionados con los temas: principios generales, seguridad de las máquinas, condiciones de trabajo, equipos de protección personal y ergonomía, priorizando la adopción de normas internacionales siempre que resulte conveniente.

En el año 2000 comienza a percibirse la reanimación del sistema jurídico-normalizativo. En la esfera de la normalización se inicia la revisión y aprobación de importantes normas y un sistemático trabajo dirigido a la recuperación de tan importante actividad.

La Dirección de Seguridad en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), ha previsto la promoción y estimulación de la aplicación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST), y su certificación formada por tres elementos: las instituciones involucradas, la base documental y el proceso de certificación. Para el segundo de ellos, la actualización del sistema de normalización resulta fundamental.

Entre las normas vinculadas con la ergonomía ambiental y con las condiciones de trabajo, están aquellas vinculadas con los ambientes térmicos, sonoros y luminosos de trabajo, por lo que resulta imprescindible contar con normas nacionales para evaluar esos factores del ambiente físico de trabajo, y así propiciar ambientes de

¹ Ingeniero industrial, Máster en Salud de los Trabajadores. Investigador Auxiliar, Profesor Instructor. Departamento de Riesgos Físicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

² Médico especialista de II grado en Medicina del Trabajo, Máster en Salud de los Trabajadores, Investigador Agregado, Profesor Auxiliar. Departamento de Fisiología, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

Correspondencia:

MSc Rugiere Suárez Cabrera
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores
Calzada de Bejucaí km 7 1/2, Apartado 9064, CP10900, Arroyo Naranjo, Ciudad de La Habana, Cuba
E-mail: rugiere@informed.sld.cu

trabajo confortables y seguros.

El ambiente térmico que rodea a los trabajadores puede ser causa de estrés térmico por calor o frío en casos extremos, pudiendo llegar a afectar la salud de los trabajadores. Cuando las temperaturas son moderadas, como en el caso de los trabajos en oficinas, puede ser causa de discomfort.

En Cuba, país donde predominan los días con altas temperaturas y una elevada humedad, es frecuente encontrar puestos de trabajo con ambientes calurosos con posibilidades de influir negativamente en la salud, productividad y confort de los trabajadores.

En los últimos 25 años no se ha elaborado ninguna norma cubana relacionada con el ambiente térmico laboral, y algunas de las que estaban vigentes han sido derogadas, por lo que se hace necesaria la actualización correspondiente. Particular cuidado se debe prestar a la actualización del vocabulario y símbolos a emplear en la redacción de nuevos documentos.

La tendencia en la elaboración de las normas cubanas del SNPHT relacionadas con el ambiente físico de trabajo, era elaborar dos tipos de normas, una con los requisitos higiénico-sanitarios generales (niveles límite de exposición), y otra con los métodos y medios de medición.

La tendencia con las normas internacionales ISO sobre ambiente térmico, por su parte, ha sido la elaboración de una serie de normas que especifiquen métodos de medición y valoración para ambientes térmicos calurosos, moderados y fríos, utilizando normas complementarias y de apoyo, que, además de ser utilizadas en la evaluación de los ambientes térmicos, puedan utilizarse independientemente en estudios ergonómicos y de otro tipo.

En Cuba existe experiencia en la utilización del método para evaluar estrés térmico por calor basado en el índice WBGT y se ha demostrado su aplicabilidad.

Se ha elaborado ya un proyecto de norma cubana para evaluar estrés térmico por calor basado en el índice WBGT, basado en la experiencia cubana, el estudio de las normas ISO, las normas de otros países de habla hispana, las normas o guías de entidades de reconocido prestigio en la materia, y publicaciones científicas especializadas. Este proyecto se presentará próximamente al CTN 6 para su evaluación y posible transformación en norma cubana.

Es nuestro objetivo con esta publicación divulgar la propuesta elaborada del proyecto de norma para presentar al CTN 6, buscando con ello recibir comentarios y sugerencias por parte de especialistas que puedan enriquecer esta propuesta y su posterior proceso de evaluación.

PROPUESTA DE PROYECTO DE NORMA CUBANA

Título

Ambientes térmicos calurosos. Estimación del estrés térmico en el trabajo basado en el índice WBGT (temperatura de globo y bulbo húmedo)

Introducción

El índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT) es uno de los índices empíricos que representa el estrés térmico al que un individuo está expuesto en un ambiente caluroso. El método para evaluar el estrés térmico basado en este índice proporciona un diagnóstico simple de los ambientes industriales calurosos. Se recomienda como método exploratorio.

Un método de estimación del estrés térmico basado en un análisis del intercambio de calor entre el hombre y el ambiente permite una estimación más exacta del estrés térmico y un análisis de los métodos de protección. Este método tiene el inconveniente de ser más dilatado y más difícil de ejecutar; por tanto, será aplicado cuando se desee realizar un análisis detallado de las condiciones de trabajo en ambientes calurosos, o cuando el método basado en el índice WBGT supera los valores de referencia (ISO 7933:2004).

1. Objeto y campo de aplicación

Esta norma cubana proporciona un método que puede ser fácilmente aplicado en un ambiente industrial caluroso para evaluar el estrés térmico al que está sometido un individuo y permite un diagnóstico rápido.

Se aplica para la evaluación del efecto medio del calor sobre un hombre durante un período representativo de su actividad, pero no para la evaluación del estrés térmico sufrido durante períodos muy cortos, ni para la evaluación del estrés térmico en ambientes calurosos próximos a las zonas de confort.

2. Principio y definición general

El estrés térmico al que está expuesta una persona mientras trabaja en un ambiente caluroso es, en particular, dependiente de la producción interna de calor en el cuerpo como resultado de la actividad física y de las características del ambiente que rigen la transferencia de calor entre el entorno y el cuerpo.

La carga térmica interna es el resultado de la energía calórica producida por los procesos metabólicos basales y de la actividad física del organismo, conjuntamente con los aportes externos cuando la temperatura radiante y la temperatura del aire del medio son superiores a la temperatura de la piel.

Un análisis detallado de la influencia del ambiente sobre el estrés térmico requiere un conocimiento de los siguientes parámetros básicos: temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad absoluta. Sin embargo, una estimación global de esta influencia se puede obtener midiendo parámetros derivados de los anteriormente mencionados y que son función de las características físicas del espacio ocupado.

El índice WBGT combina la medida de dos parámetros derivados: la temperatura de bulbo húmedo natural (t_{nw}) y la temperatura de globo (t_g), y, en algu-

nas situaciones, la medida de un parámetro básico, la temperatura del aire (t_a). Las siguientes expresiones muestran la relación entre estos diferentes parámetros:

- Interior de edificios y exterior sin carga solar:

$$WBGT = 0,7 t_{nw} + 0,3 t_g$$

- Exterior de edificios con carga solar:

$$WBGT = 0,7 t_{nw} + 0,2 t_g + 0,1 t_a$$

Este método de estimación del estrés térmico en ambientes calurosos se basa en la medida de diferentes parámetros y en el cálculo de los valores medios, teniendo en cuenta las variaciones en espacio y tiempo de estos parámetros, así como su comparación con los valores de referencia.

Los valores de referencia corresponden a niveles de exposición bajo las condiciones especificadas en el anexo A, a los cuales casi todos los individuos pueden estar habitualmente expuestos sin ningún efecto nocivo para la salud, siempre que no haya condiciones patológicas previas.

3. Medida de los parámetros característicos del ambiente

La determinación del índice WBGT requiere la medida de dos parámetros derivados: la temperatura húmeda natural y la temperatura de globo, y la medida de un parámetro básico, temperatura del aire.

3.1 Medida de los parámetros derivados

La información suministrada por el sensor de medida de los parámetros derivados es siempre dependiente de las características físicas del sensor utilizado. Estas características son especificadas en los apartados 3.1.1 y 3.1.2.

3.1.1 Sensor de temperatura húmeda natural. La temperatura húmeda natural es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto por una mecha húmeda, que está ventilado de forma natural, es decir, se sitúa en el ambiente sin ventilación forzada. La temperatura húmeda natural es así diferente de la temperatura termodinámica determinada con un psicrómetro.

El sensor de temperatura se debe ajustar a las siguientes características:

- a) Forma de la parte sensible del sensor: cilíndrica.
- b) Diámetro externo de la parte sensible del sensor: (6 ± 1) mm.
- c) Longitud del sensor: (30 ± 5) mm.
- d) Rango de medida: 5 a 40 °C.
- e) Precisión de la medida: $\pm 0,5$ °C.
- f) La parte sensible total del sensor debe estar recubierta con una mecha blanca de un material sumamente absorbente al agua (por ejemplo, algodón).

- g) El soporte del sensor debe tener un diámetro igual a 6 mm, y 20 mm de dicho soporte debe estar recubierto por la mecha para reducir la conducción desde el soporte al sensor.
- h) La mecha debe tener forma de manga y ser fijada sobre el sensor con precisión. Una malla de tejido demasiado apretada o demasiado suelta va en detrimento de la precisión de la medida.
- i) La mecha se debe mantener limpia.
- j) La parte más baja de la mecha debe estar inmersa en un depósito de agua destilada. La longitud libre de la mecha al aire debe ser de 20 a 30 mm.
- k) El depósito debe estar diseñado de forma que la temperatura del agua en su interior no pueda aumentar como resultado de la radiación que procede del ambiente.

3.1.2 Sensor de temperatura de globo. La temperatura de globo es la temperatura indicada por un sensor de temperatura situado en el centro de un globo que tenga las siguientes características:

- a) Diámetro: 150 mm.
- b) Coeficiente de emisión medio: 0,95 (globo negro mate).
- c) Espesor: tan delgado como sea posible.
- d) Rango de medida: 20⁰ a 120 °C.
- e) Precisión de la medida:
 - rango de 20 a 50 °C: $\pm 0,5$ °C;
 - rango de 50 a 120 °C: $\pm 1,0$ °C.

Se puede utilizar cualquier instrumento de medida de la temperatura húmeda natural o de la temperatura de globo que, después de la calibración en los rangos de medida especificados, proporcione el mismo grado de precisión.

3.2 Medida de la temperatura del aire

La temperatura del aire, parámetro básico, puede ser medido por cualquier método adecuado cualquiera que sea la forma del sensor utilizado. Sin embargo, es necesario adoptar determinadas precauciones para la medida de la temperatura del aire.

En particular, el sensor de la temperatura del aire debe estar protegido de la radiación por un dispositivo que no impida la circulación del aire alrededor del sensor. El rango de medida de la temperatura del aire es de 10 a 60 °C y la precisión de ± 1 °C.

4. Medida o estimación de la energía metabólica

La cantidad de calor producido en el interior del cuerpo es un elemento del estrés térmico; por tanto, es esencial determinarla para evaluar éste. La energía metabólica que indica la cantidad de energía producida dentro del cuerpo es un buen indicador para estimar el estrés térmico (trabajo externo despreciable).

El consumo metabólico se puede determinar por:

- la medida del consumo de oxígeno del trabajador;
- por estimación a partir de tablas de referencia.

Debido a la naturaleza del índice WBGT, es suficiente estimar el consumo metabólico de acuerdo con las tablas de referencia.

La determinación del consumo de oxígeno requiere práctica, y preferiblemente será realizada por personas con experiencia en esta técnica.

El consumo metabólico se puede estimar median-

te la clasificación dada en la tabla 1. En ella, el consumo metabólico para una actividad dada se clasifica en una de las cinco clases principales, que son las siguientes: descanso, consumo metabólico bajo, consumo metabólico moderado, consumo metabólico alto y consumo metabólico muy alto. Los valores dados están establecidos para actividades continuas.

El consumo metabólico considerado más exacto es el medido directamente sobre el individuo.

Tabla 1
Clasificación de los niveles de consumo metabólico

Clase	Rango de valores para la estimación del consumo metabólico medio		Ejemplos
	W.m ² *	W*	
0 Descanso	≤ 65	≤ 117	Postura sedente sin realizar actividad
1 Consumo metabólico bajo	66 - 97	118 - 174	Postura sedente realizando: trabajo manual ligero (escribir, escribir a máquina, dibujar, coser, contabilidad); trabajo con manos y brazos (banco pequeño de herramientas, inspección, reunión o clasificación de materiales ligeros); trabajos con brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, operar con interruptores de pie o pedal) De pie: taladrar (piezas pequeñas); fresado (piezas pequeñas); enrollado de bobinas y de pequeñas armaduras mecanizado con herramientas de poca potencia; caminar sin prisa (velocidad de hasta 2,5 km.h ⁻¹)
2 Consumo metabólico moderado	98 - 160	175 - 290	Trabajo de sostenimiento con manos y brazos (martillar, limar); trabajo con brazos y piernas (conducción de camiones, tractores o equipo de construcción); trabajos con brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, ensamblaje de tractores, enyesar, manejo manual de material moderadamente pesado, escardar, manejo de azada, seleccionar frutas o verduras); empujar o tirar carretas o carretillas cargadas con pesos ligeros; caminar a una velocidad de 2,5 km.h ⁻¹ a 5,5 km.h ⁻¹ ; trabajos en forja
3 Consumo metabólico alto	161 - 225	291 - 405	Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; palear; empleo de macho o maza; empleo de sierra; serrar; cepillado o escopleado de madera dura; corte de hierva o cavado manual; caminar a una velocidad de 5,5 tallado de madera dura; siega a mano; excavado; caminar a una velocidad de 5,5 km.h ⁻¹ a 7 km.h ⁻¹ . Empujar o tirar de carretillas o carros de mano muy cargados; desbarbado de fundición; colocación de bloques de hormigón
4 Consumo metabólico muy alto	> 225	> 405	Actividad muy intensa realizada con un ritmo forzado; trabajo con un hacha; manejo de pala o cavado intenso; subir escaleras, rampas, escalar; caminar rápidamente con pequeños pasos, correr, caminar a velocidad superior a 7 km.h ⁻¹

* Nota: Para su aplicación al sexo femenino, se calculará el 70% de los valores que aparecen en la tabla.

5. Especificaciones de la medida

5.1 Especificaciones relativas a la heterogeneidad del ambiente

Cuando existan condiciones ambientales heterogéneas en altura alrededor del trabajador, es necesario determinar el índice WBGT en tres posiciones correspondientes al nivel de los tobillos, el abdomen y la cabeza. Cuando el trabajador esté de pie, las alturas de medición deben ser a 0,1; 1,1 y 1,7 m con relación al plano de apoyo del trabajador; cuando esté sentado,

las alturas de medición deben ser a 0,1; 0,6 y 1,1 m con relación al plano de apoyo del trabajador. Las medidas usadas para determinar los índices preferiblemente se deben realizar de manera simultánea.

El valor medio del índice WBGT se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$WBGT = \frac{WBGT_{cabeza} + (2 \cdot WBGT_{abdomen}) + WBGT_{tobillos}}{4}$$

Si un análisis previo en el punto o puntos de estudio muestra que el ambiente es prácticamente homo-

géneo en altura alrededor del trabajador, se puede adoptar un procedimiento simplificado que consiste en realizar una única determinación del índice WBGT a nivel del abdomen, bien sea de pie o sentado.

Para una determinación rápida del índice WBGT, es suficiente con realizar una medida en el nivel máximo de estrés térmico. El uso de este procedimiento conlleva una sobrevaloración del estrés térmico sesgada hacia la seguridad. El uso de este procedimiento será anotado en el informe de la evaluación.

En el caso que sea imposible situar los sensores en posiciones tales que los intercambios térmicos sean aproximadamente iguales a aquellos a los que el trabajador está expuesto, se recomienda que estén situados donde estén expuestos aproximadamente a la misma influencia del ambiente.

5.2 Especificaciones relativas a las variaciones en el tiempo de los parámetros

Si el análisis del lugar de trabajo y de la actividad ha mostrado que un parámetro no es constante en el tiempo, se debe determinar un valor medio representativo.

El procedimiento más preciso consiste en medir la evolución continua de este parámetro en función del tiempo, y deducir el valor medio por integración.

Como usar este método puede ser difícil en muchos casos, las variaciones de cada parámetro considerado son clasificadas por niveles. El valor medio del parámetro considerado es entonces obtenido ponderando los niveles de las diferentes categorías por el total de tiempo correspondiente a cada nivel.

El tiempo base T para el cálculo de los valores medios es un período de trabajo/descanso de 1 h, representativo del estrés térmico máximo. Se debe calcular desde el inicio de un período de trabajo.

El valor medio de un parámetro p (por ejemplo: consumo metabólico, temperatura de globo o WBGT, en el caso de medición simultánea de los tres parámetros del ambiente), cuya evolución es función del tiempo, se divide en n niveles, y se expresa de la siguiente forma:

$$p = \frac{(p_1 \cdot t_1) + (p_2 \cdot t_2) + \dots + (p_n \cdot t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Donde:

p_1, p_2, \dots, p_n es el nivel del parámetro obtenido durante los tiempos t_1, t_2, \dots, t_n

$$t_1 + t_2 + \dots + t_n = T = 1 \text{ h}$$

El número de medidas que se deben realizar depende de la velocidad de variación de los parámetros, de las características de los sensores usados y de la precisión deseada.

5.3 Valor medio de la energía metabólica

Las consideraciones mencionadas anteriormente

se aplican para la determinación del valor medio de consumo metabólico basado en valores medidos o estimados a partir de tablas. Si el consumo metabólico se clasifica sencillamente bajo una de las cinco clases principales mencionadas en el apartado 4., el nivel de consumo metabólico medio es determinado como antes, para cada actividad elemental, el valor medio de consumo metabólico dado en la tabla 1.

En caso de dificultad al interpretar los datos, el parámetro medio de mayor precisión es el calculado a partir de las variaciones del parámetro medido continuamente, seguido del calculado a partir del mayor número de niveles precisos determinados.

6. Período y duración de las medidas

6.1 Período de las medidas

La determinación del índice WBGT de acuerdo con esta norma proporciona sólo un medio de estimación del estrés térmico al que está expuesto un trabajador durante el tiempo en que se realizaron las medidas. Por consiguiente, se recomienda que las medidas sean realizadas en el período de las condiciones térmicas más desfavorables, es decir, generalmente en el período de verano y en horas del mediodía, o cuando el equipo que genera calor está en funcionamiento.

6.2 Duración de las medidas

La duración de cada medida depende del tiempo de respuesta del sensor, que en algunas ocasiones puede ser considerable (especialmente el de temperatura de globo).

7. Valores de referencia

Los valores de referencia correspondientes a una situación determinada para un individuo normalmente vestido (aislamiento de la ropa $I_{cl} = 0,6$ clo), físicamente apropiado para la actividad considerada y con buena salud, se presentan en el anexo A y están basados en el análisis de la bibliografía consultada.

Si estos valores son superados, es necesario:

- reducir directamente el estrés térmico en el lugar de trabajo mediante métodos apropiados (control del ambiente térmico o del nivel de actividad, tiempo de exposición);
- realizar un análisis detallado del estrés térmico de acuerdo con métodos más elaborados.

Estos valores de referencia son representativos del efecto medio del calor sobre un individuo expuesto durante un período de trabajo suficientemente largo. No se toman en cuenta los valores pico de estrés térmico al que pueden estar sujetos los individuos durante cortos períodos de tiempo (unos pocos minutos).

Tales valores pico pueden ocurrir como resultado de un ambiente particularmente caluroso, o por un corto momento

de actividad física intensa. En tales circunstancias, el estrés térmico puede superar los valores permisibles sin que los valores de referencia representativos de una actividad media o ambiente medio sean excedidos.

Cuando haya duda respecto al valor de consumo metabólico que se va a adoptar, se utilizará el valor de referencia correspondiente al consumo metabólico más alto. Si la medida o estimación es imposible, se utilizará la clase 4.

Notas:

- 1) Si la vestimenta usada no es un traje de trabajo normalizado (permeable al aire y al vapor, con un aislamiento térmico de $I_{cl} = 0,6$ clo), se recomienda modificar los valores de referencia dependiendo de las propiedades especiales del traje y del ambiente considerado. En general, la vestimenta impermeable al vapor de agua requiere la reducción del valor de referencia. Por otra parte, vestir trajes reflectantes implica un aumento de los valores de referencia permisibles. De todas formas, cuando las características del conjunto del traje difieran considerablemente del traje especificado de referencia, se recomienda la consulta de documentación o de personas especializadas, debido a las dificultades en la estimación de las correcciones necesarias.
- 2) Una aclimatación parcial puede ser alcanzada en 7 días, incrementando gradualmente la tolerancia al ambiente térmico. Se considera como no aclimatado a toda aquella persona no expuesta al calor a diario durante la semana de trabajo precedente (véase el anexo B).

expuesto un individuo en una situación determinada, se recomienda indique la siguiente información:

- a) objetivos de la evaluación;
- b) lugar de la evaluación (por ejemplo: industria, almacén, puesto de trabajo);
- c) período de evaluación (año, mes, día, hora);
- d) descripción de las características constructivas de la instalación o área evaluada, así como de la influencia del proceso tecnológico sobre el ambiente térmico;
- e) plano con la ubicación de los puntos de medición y las fuentes de calor;
- f) descripción del lugar de trabajo y régimen de trabajo/descanso;
- g) observaciones o comentarios útiles; por ejemplo: condiciones atmosféricas externas, vestimenta, aclimatación, hechos anormales el día de la medición, opiniones de los trabajadores y directivos, sistema de ventilación, facilidades para el consumo de líquidos, mediciones de temperatura interna o externa de trabajadores, medios de protección;
- h) persona que realizó las mediciones;
- i) información sobre los medios de medición (marca, modelo e identificación única);
- j) resultados detallados de las medidas o estimaciones de los parámetros;
- k) valor medio del WBGT y su posición en relación con los valores de referencia;
- l) conclusiones;
- m) recomendaciones; y
- n) nombre, cargo y firma de la persona que realizó la evaluación.

8. Informe de evaluación

El informe de evaluación del estrés térmico al que está

Anexo A (Forma parte de la norma)

TABLA DE LOS VALORES DE REFERENCIA DEL WBGT

Régimen de trabajo/descanso	Consumo metabólico					
	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Moderado	Alto
	Persona aclimatada			Persona no aclimatada		
	Valor de referencia WBGT ($^{\circ}$ C)					
Trabajo continuo	29,5	27,5	26,0	27,5	25,0	22,5
75% trabajo y 25% descanso cada hora	30,5	28,5	27,5	29,0	26,5	24,5
50% trabajo y 50% descanso cada hora	31,5	29,5	28,5	30,0	28,0	26,5
25% trabajo y 75% descanso cada hora	32,5	31,0	30,0	31,0	29,0	28,0

Anexo B (Informativo)

ACLIMATACIÓN AL CALOR

La aclimatación es el estado resultante de un proceso de adaptación fisiológica que aumenta la tolerancia de

un individuo cuando ha sido expuesto a un determinado ambiente durante un período de tiempo suficiente. En comparación con un individuo no aclimatado, un individuo aclimatado muestra menos tensión fisiológica para igual estrés térmico.

La aclimatación puede ser alcanzada bien artificialmente por medio de exposiciones controladas repetidas en una cámara de climatización; o bien naturalmente, cuando el individuo comienza a trabajar durante cortos períodos de tiempo incrementándolos gradualmente.

Los ciclos de trabajo/descanso para personas aclimatadas y no aclimatadas están determinados por la esti-

mación del índice WBGT de acuerdo a esta norma y a los valores de referencia del anexo A. A partir del estado de no aclimatación, con un incremento gradual de la duración del período de trabajo durante un período de 7 días, se alcanza un estado de aclimatación parcial.

Se consideran no aclimatadas todas las personas que no se han expuesto diariamente al ambiente térmico caluroso que se evalúa u otro equivalente, así como, aquellas personas no expuestas al calor a diario durante la semana de trabajo precedente por cualquier motivo (ejemplos: vacaciones, enfermedad, cambio de actividad).

BIBLIOGRAFÍA

1. ISO 7243:1989. Hot environments - Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT - index (wet bulb globe temperature).
2. UNE-EN 27243:1995. Ambientes cálidos - Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT.
3. COVENIN 2254. Calor y frío. Límites máximos permisibles de exposición en lugares de trabajo, 1995.
4. INTE 31-08-09-97. Higiene y seguridad ocupacional. Exposición a ambientes con sobrecarga térmica. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica; 1997.
5. NOM-015-STPS-2001. Condiciones térmicas elevadas o abatidas - Condiciones de seguridad e higiene; 2001.
6. ISO 13731:2001. Ergonomics of the thermal environment. Vocabulary and symbols.
7. UNE-EN ISO 13731:2002. Ergonomía del ambiente térmico. Vocabulario y símbolos.
8. ISO 7726:1998. Thermal environments - Instruments and methods for measuring physical quantities.
9. UNE-EN 7726:2002. Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas.
10. ISO 8996:2004. Ergonomics. Determination of metabolic heat production.
11. UNE-EN 8996:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de tasa metabólica.
12. American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Heat stress and strain TLVs. In: Documentation of the Threshold Limit Values for Physical Agents, 7th ed. Cincinnati, OH: ACGIH; 2001.
13. ISO 7933:2004. Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain.
14. UNE-EN ISO 7933:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada.
15. Suárez R. Experiencias y aplicabilidad de las normas ISO 7243 (EN 27243) e ISO 7933 (EN 12515) en Cuba y países del mar Caribe. MAPFRE Seguridad 2004;24(96):15-27.
16. Suárez R, Jaimes R, Caballero E. Propuestas de modificaciones a la norma mexicana para evaluar condiciones térmicas extremas. Disponible en: <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEuuEpZkAFDxJCvYvj.php>.
17. El reglamento técnico colombiano para la evaluación y control de sobrecarga térmica en los centros y puestos de trabajo. Asociación Colombiana de Higienistas Ocupacionales (ACHO). Disponible en: <http://www.aciem.org/bancoconocimiento/R/RTtemp/RT%20TEMPERATURA.doc>
18. Manero R. Indicadores prácticos para la evaluación de la capacidad física de trabajo [Tesis doctoral] La Habana: Academia de Ciencias de Cuba; 1985.
19. Padilla C. Aplicabilidad de la norma ISO 7243 en la normalización de ambientes térmicos. Tesis para optar por el Título de Master en Salud Laboral. La Habana: INSAT; 2000.
20. Manero R. Métodos prácticos para estimar la capacidad física de trabajo. Bol OPS 1996; 100 (2):65.

Recibido: 6 de enero de 2009

Aprobado: 9 de marzo de 2009