

# Riesgos Físicos III: Temperaturas extremas y ventilación

*Segunda edición*

**ECO E**  
EDICIONES



**Fernando Henao Robledo**



## **Fernando Henao Robledo**

Ingeniero mecánico de la Universidad Tecnológica de Pereira, 1971; ingeniero de salud ocupacional del ISS, Caldas 1972-2002; especialista en salud ocupacional de la Universidad de Antioquia, 1999; profesional en Salud Ocupacional de la Universidad del Quindío, 1999.

Elaboración de las siguientes normas técnicas: Calderas, Seguridad Hospitalaria, Sierras Circulares para madera y Planeadoras.

Autor de: Límites máximos permisibles; Codificación en salud ocupacional; Estadística aplicada a la salud ocupacional; Riesgos Físicos I, ruido, vibraciones y presiones anormales; Riesgos Físicos II, iluminación; Riesgos eléctricos y mecánicos; Riesgos químicos; Riesgos en la construcción

Segunda edición

# **Riesgos: Temperaturas extremas y ventilación**

**Fernando Henao Robledo**

# Contenido

<b>Presentación</b> .....	XI
<b>Primera Parte</b>	
<b>Temperaturas extremas</b> .....	1
<b>Calor</b> .....	3
<b>Frío</b> .....	4
<b>Fisiología</b> .....	5
<b>Sistema aislante del organismo</b> .....	8
<b>Equilibrio entre la producción y la pérdida de calor</b> .....	8
<b>Mecanismo para reducir la temperatura corporal</b> .....	10
<b>Glosario de términos</b> .....	11
<b>Calor</b> .....	13
<b>Conducción</b> .....	13
<b>Convección</b> .....	15
<b>Radiación</b> .....	16
<b>Evaporación</b> .....	17
<b>Carga térmica</b> .....	18
<b>Confort térmico</b> .....	19
Temperatura del aire.....	20
Velocidad de movimiento del aire.....	20
Contenido de humedad del aire.....	21
Temperatura radiante de sólidos vecinos.....	22
<b>Unidades de calor</b> .....	23
<b>Perturbaciones debidas al calor</b> .....	24
<b>Tensión térmica</b> .....	24
Golpe de calor.....	25
Síncope por calor (colapso debido al calor).....	25
Postración anhidrótica por el calor (deshidratación).....	25
Postración de calor con depleción de sal.....	26
Calambres por el calor.....	26
Enfermedades de las glándulas sudoríparas.....	26
Fatiga transitoria por el calor.....	26
Edema por calor.....	26
Otros efectos del calor.....	26

<b>Medición de factores ambientales</b> .....	27
<b>Temperatura del aire</b> .....	27
<b>Humedad del aire</b> .....	28
<b>Velocidad de movimiento del aire</b> .....	28
<b>Calor radiante</b> .....	28
Termómetro de bulbo húmedo para “condiciones naturales”.....	30
Requisitos y procedimientos.....	31
<b>Tipos y características de los equipos</b> .....	32
Medidor de temperaturas.....	32
Medidor de humedad.....	33
Medidor de velocidad del aire.....	33
Medidor de calor radiante.....	33
Medidor de estrés térmico.....	33
Índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH).....	37
Índice de Tensión Térmica (ITT).....	38
Cálculo de evaporación máxima.....	40
Índice de temperatura efectiva (T efectiva).....	40
Determinación del calor metabólico.....	42
<b>Estimación del consumo metabólico a través de tablas</b> .....	44
Consumo metabólico según el tipo de actividad.....	44
Niveles de referencia – Valores límites permisibles.....	46
<b>Análisis de resultados</b> .....	47
<b>Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo</b> .....	47
<b>Índice de Tensión Térmica, ITT</b> .....	48
<b>Ambientes fríos</b> .....	49
Hipotermia.....	49
<b>Sensación térmica</b> .....	50
<b>Controles</b> .....	53
<b>Medidas de control</b> .....	55
<b>Controles de ingeniería</b> .....	55
Sistemas de ventilación general.....	55
Sistemas de enfriamiento y/o tratamiento del aire.....	55
Intercambiadores de calor.....	55
Equipos de aire acondicionado.....	55
Aumentar la velocidad de flujo del aire en el sitio de trabajo.....	56
Encerramiento de fuentes de calor y superficies calientes.....	56
Barreras de material aislante reflectivo y/o absorbivo.....	56
<b>Actuación sobre la fuente</b> .....	56
<b>Protección contra los aportes externos de calor</b> .....	56
Tabiques opacos.....	56
Tabiques de vidrio.....	59
<b>Protección contra las fuentes de calor interiores</b> .....	59
Fuentes de calor convectivas.....	59

Fuentes de calor radiante.....	59
<b>Actuación sobre el medio.....</b>	60
<i>Sistemas de ventilación general.....</i>	60
<i>Sistemas de enfriamiento y/o tratamiento del aire.....</i>	60
<i>Intercambiadores de calor.....</i>	61
<i>Equipos de aire acondicionado.....</i>	61
<i>Aumentar la velocidad de flujo de aire en el sitio de trabajo.....</i>	61
<b>Actuación sobre el individuo.....</b>	62
Reducción de la producción de calor metabólico.....	62
Limitación de la duración de la exposición.....	62
Creación de un microclima en el puesto de trabajo.....	63
<i>Aclimatación.....</i>	63
<i>Hidratación.....</i>	64
<i>Control médico.....</i>	65
<i>Programas de monitoreo de los trabajadores.....</i>	65
<b>Protección personal.....</b>	66
<i>Características térmicas de los vestidos de protección.....</i>	67
<i>Inflamabilidad de los vestidos.....</i>	68
A. Características cuantitativas.....	68
B. Características cualitativas.....	68
<i>Dispositivos para impedir la penetración de calor ambiental.....</i>	69
1- Reflexión del calor radiante.....	69
2- Disminución de la conductividad térmica a través del vestido.....	69
3- Eliminación del calor recibido por la superficie del vestido mediante la evaporación del agua.....	69
<i>Vestidos interiores ventilados.....</i>	70
<i>Vestuario con circulación de líquido.....</i>	70
<b>Controles administrativos y prácticas de trabajo .....</b>	70
<b>Objetivos del diseño.....</b>	71
<b>Aislamientos térmicos.....</b>	72
<i>Principales materiales de aislamiento.....</i>	72
Silicato de calcio.....	72
Vidrio celular.....	73
Fibra de vidrio.....	73
Fibras minerales y lana de roca .....	73
Sílice y perlita expandida.....	73
Plásticos elastómeros.....	73
Espumas plásticas.....	74
Fibras refractarias.....	74
Cementos aislantes.....	74
<b>Formatos para ser utilizados .....</b>	75
<i>Visita de reconocimiento.....</i>	75

<i>Evaluación de estrés térmico</i> .....	78
<b>Segunda Parte</b>	
<b>Ventilación industrial</b> .....	79
<i>Introducción</i> .....	79
<i>El aire atmosférico</i> .....	80
<i>Ventilación</i> .....	80
<i>Clasificación de los métodos de ventilación</i> .....	82
<b>Ventilación general o por dilución</b> .....	82
Clasificación.....	86
<b>Extracción localizada</b> .....	89
Clasificación.....	89
Campana, capota o sistema de captación .....	90
Conductos (ductos) de aire con sus accesorios (codos, entradas, uniones) .....	98
Separadores, filtros o purificadores de aire.....	102
<b>Concentración y tamaño de las partículas del contaminante</b> ..	104
Grado y nivel de captación requerido.....	104
Características del aire o corriente de gas .....	105
Características del contaminante.....	105
<b>Requerimientos de energía</b> .....	105
<b>Métodos de eliminación de desechos</b> .....	105
Cámara de sedimentación.....	105
Ciclones.....	106
Filtros de tela (talegas).....	107
Torres lavadoras (Scrubbers).....	108
Precipitador electrostático.....	110
Ventilador y motor.....	111
Ventiladores de hélice.....	111
Tipos especiales de ventiladores .....	115
Extractores, ventiladores de techo.....	116
Combinación de ventilador y colector de polvo.....	117
Eyectores de aire.....	117
Selección de ventiladores .....	118
<b>Entradas de aire</b> .....	118
<b>Comprobación de la eficiencia de un sistema</b> .....	119
<b>Bibliografía</b> .....	121
<b>Consultas electrónicas</b> .....	123

### **Actualización normativa en el sistema SIL**

- Reglamento Técnico Colombiano para evaluación y control de sobrecarga térmica en los centros y puestos de trabajo
- Resolución 2400 de 1979
- NTP 323: Determinación del metabolismo energético
- ISO 7243: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT



## *Presentación*

La *American Industrial Hygienist Association, AIHA*, define a la higiene industrial como: "La ciencia y el arte dedicada al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales originados en o por el lugar de trabajo, que pueden ocasionar enfermedades, menoscabo de la salud y bienestar o importante malestar e ineficiencia entre los trabajadores o entre los ciudadanos de una comunidad".

Además, en el Artículo 9° del Decreto 614 de 1984, del Ministerio de la Protección Social se define como: "El conjunto de actividades destinadas a la identificación, evaluación y al control de los agentes y factores del ambiente de trabajo que pueden afectar la salud de los trabajadores".

Uno de los capítulos de esta ciencia es sobre los factores de riesgo que en la "*Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacionales para el proceso de evaluación en la calificación de origen de enfermedad*", elaborada por el Ministerio de la Protección Social, plantea que los factores de riesgo se clasifican desde el punto de vista del origen y no del efecto, definiendo a los factores de riesgo físico como: "Los factores ambientales de naturaleza física, considerando a esta como la energía que se desplaza en el medio, que cuando entren en contacto con las personas pueden tener efectos nocivos sobre la salud dependiendo de su intensidad, exposición y concentración de los mismos". También se pueden definir como, cualquier forma de energía presente en el medio ambiente de trabajo que puede lesionar al trabajador expuesto.



Con esta obra se pretende presentar, las bases teóricas para que las personas se motiven en el estudio del tema de temperaturas extremas, ventilación industrial con sus riesgos asociados y posteriormente, poder dedicarse a realizar estudios más profundos con el fin de poder diseñar sistemas de control, tanto en la fuente como en el medio, y como última instancia en el receptor. No es el objetivo escribir un manual que recopile todo lo escrito y estudiado sobre tan complejos temas.

Se plantean las definiciones básicas, clasificación, fuentes generadoras, los problemas de salud generada por exposición al riesgo, instrumentos de medición, los límites máximos permisibles establecidos en Colombia y los métodos de control, comúnmente utilizados para atenuarlos en los ambientes de trabajo.

Toda la legislación colombiana nombrada en el presente documento puede ser consultada en Sistema de Información en Línea, SIL, de Ecoe Ediciones.

## *Temperaturas extremas*

Dentro de la clasificación general de factores de riesgo físico, aparece el riesgo de temperaturas extremas que afecta a gran cantidad de trabajadores, y a pesar de existir el *"Reglamento técnico colombiano para evaluación y control de sobrecarga térmica en los centros y puestos de trabajo"*, la gran mayoría de las empresa y trabajadores lo desconocen; y por lo tanto, no se aplican controles efectivos con el fin de eliminar el riesgo y cuando esto no es posible, se hace muy poco por minimizar sus efectos sobre la población trabajadora y no se cuantifican las pérdidas ocasionadas. En esta edición se presenta la fundamentación teórica para poder enfrentar el riesgo de manera técnica y concreta, con los elementos básicos para su control. Además, se presenta la teoría básica para comprender el tema de ventilación industrial sin pretender crear un manual técnico sobre el tema, debiéndose comprender que la ventilación como tal, no es un riesgo sino un sistema para el control de riesgo de ambiente térmico y el mejor sistema actual, para el control del factor de riesgo químico.

Según lo planteado en el documento *"Evaluación de la sobrecarga térmica en el ambiente de trabajo"* por parte de la Organización Mundial de la Salud, contrariamente a lo que ocurre con otros agentes ambientales, el calor no actúa en forma específica sobre algún tejido o función determinada de la persona expuesta sino que actúa en forma compleja, sus variaciones afectan la fisiología total del organismo.

El hombre como ser homeotermo posee los mecanismos compensatorios adecuados para mantener una constancia relativa de la temperatura interna, aún cuando varíen las condiciones climáticas exteriores que podrían potencialmente modificarla. El hombre es un animal de temperatura constante; ello implica que

## Otros títulos de su interés:

Seguridad y salud en el trabajo  
Conceptos básicos  
*Fernando Henao Robledo*

Riesgos en la construcción  
*Fernando Henao Robledo*

Riesgos eléctricos y mecánicos  
*Fernando Henao Robledo*

Lesiones profesionales e  
inspecciones de control  
*Fernando Henao Robledo*

Planes de contingencia  
*Raúl Felipe Trujillo*

Salud ocupacional  
*Francisco Álvarez Heredia*

Seguridad industrial  
*Andrés Giraldo*

# Riesgos: Temperaturas extremas y ventilación



El hombre es un animal de temperatura constante; ello implica que la biología humana no tolera variaciones apreciables de temperatura de ciertos órganos críticos, siendo por lo tanto de gran interés estudiar las relaciones entre el hombre y las características térmicas del ambiente, las cuales podrían modificar la temperatura de los órganos y poner en peligro la vida e integridad física de la persona expuesta.

El mantener constante la temperatura interna del cuerpo es de vital importancia para el hombre, el cual ha desarrollado potentes medios de regulación que le permiten mantener bajo control dicha temperatura, aún en condiciones muy desfavorables.

Respecto a la ventilación industrial, esta no solo sirve para controlar la temperatura ambiental sino que es el mejor sistema de control de las sustancias químicas.

**Colección:** Ingeniería y salud en el trabajo

**Área:** Seguridad y salud en el trabajo

ECO  
EDICIONES



[www.ecoediciones.com](http://www.ecoediciones.com)

