

ESTRÉS TÉRMICO



Los organismos disponen diversos mecanismos para poder mantener la temperatura corporal constante. En los humanos la temperatura corporal es de 37°C y existe un intercambio continuo entre el calor generado por el cuerpo y el ambiente para mantener este equilibrio. Cuando este equilibrio entre el calor generado y el calor perdido se rompe, ya sea por efectos de exceso de calor o frío, nos encontramos en una situación incómoda.

Aunque el confort térmico es una sensación muy particular este depende principalmente las condiciones ambientales, del ejercicio físico y la vestimenta, y en condiciones extremas puede derivar en un riesgo para las personas y darse situaciones de estrés térmico

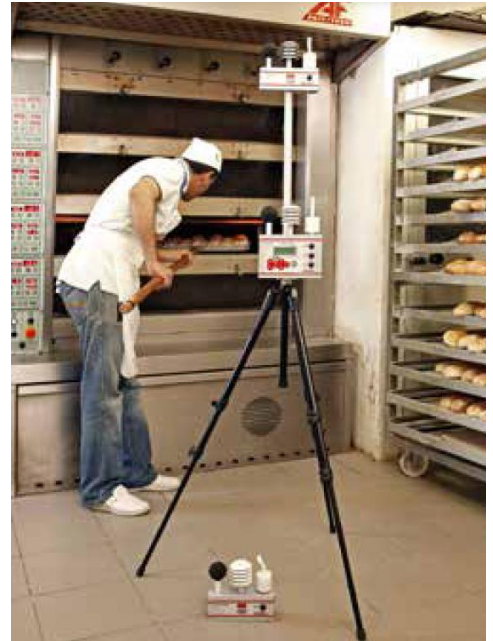
Las condiciones ambientales que afectan directamente a la sensación de confort térmico son principalmente cuatro: **Temperatura ambiente, Humedad Relativa, la radiación de temperatura de paredes y objetos que nos rodean, y la velocidad del aire:**

- La **temperatura ambiente** determina la cantidad de calor que pierde el cuerpo humano generalmente por convección. En situaciones donde la Humedad Relativa, la velocidad del aire y la radiación no afecten en exceso, con la temperatura ambiente podría ser suficiente para determinar el confort térmico. Este rango de confort depende de la estación del año y ronda los 20°C en invierno y los 25°C en verano. Para el confort térmico también se aconseja que la variación de temperatura.
- La **Humedad Relativa** influye directamente en la sensación de confort térmico. Se considera una humedad relativa saludable si se encuentra entre 30-40% hasta 60 – 70%.
- La **velocidad del aire** también ayuda a la pérdida de calor del cuerpo humano siempre que la temperatura del ambiente este por debajo de los 37°C. Si la temperatura ambiente está por encima de los 37°C el efecto del aire es el contrario y agrava la situación

El estrés térmico por tanto es el malestar que experimentan los usuarios como consecuencia de un ambiente determinado provocando que el organismo realice esfuerzos desmesurados para mantener el equilibrio entre el calor generado y el calor disipado.

Definir un índice de estrés térmico es complejo pues cada persona responde de forma diferente a la presión que ejerce la exposición a temperaturas extremas, humedad y velocidad del aire. Pero en general nos podemos encontrar con estas situaciones:

- Riesgo de Hipertermia
- Malestar por calor
- Confort térmico
- Malestar por frío
- Riesgo de Hipotermia



ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR, ÍNDICE WBGT

El **estrés térmico por calor** lo encontramos en situaciones donde la temperatura ambiente alcanza valores excesivos y el trabajo o actividad física resultan incómodos o incluso se pueden generar riesgos para la salud y la seguridad del trabajador.



Si añadimos una humedad relativa elevada y sin circulación de aire, estas condiciones agravan la situación de estrés térmico. Otros factores que agravan esta situación de estrés térmico son entre otras, la falta de aclimatación, la exposición prolongada a altas temperaturas, malas condiciones físicas, vestimentas inadecuadas, etc.

Los trastornos más comunes relacionados con el estrés térmico por calor son:

- Alteraciones Cutáneas

- Calambres
- Síncope por calor
- Agotamiento
- Golpe de calor

El índice WBGT (Wet Bulb Globe Thermometer), establecido en la norma UNE EN ISO 7243:2017, se utiliza en ambientes laborales para evaluar el estrés térmico al que está sometido un individuo o trabajador expuesto a un ambiente caluroso.

El índice WBGT se utiliza, por su sencillez, para discriminar si es o no admisible una situación de riesgo de estrés térmico. Se trata de una primera aproximación, no de un método preciso. Su cálculo permite tomar decisiones en cuanto a las posibles medidas preventivas a aplicar.

El método de evaluación parte del cálculo del índice WBGT en base a:

a) La producción interna de calor en el cuerpo como resultado de la actividad física o consumo metabólico.

b) Las características del ambiente que rigen la transferencia de calor entre el entorno y el cuerpo. Para ello, se necesitará conocer los siguientes parámetros:

- Temperatura húmeda natural (t_{hn}).
- Temperatura globo (t_g).
- Temperatura del aire (t_a), también llamada temperatura de bulbo seco.

Las siguientes expresiones muestran la relación entre estos parámetros, dependiendo de las características del lugar de trabajo:

- En el interior de edificios y en el exterior sin carga solar:

$$WBGT = 0.7 * t_{hn} + 0.3 * t_g$$

- En el exterior de edificios con carga solar:

$$WBGT = 0.7 * t_{hn} + 0.2 * t_g + 0.1 * t_a$$

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, es decir, cuando haya diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice WBGT realizando tres mediciones: al nivel de los tobillos (0,1 m), al nivel del abdomen (0,6 m sentado, 1,1 m de pie) y al nivel de la cabeza (1,1 m sentado, 1,7m de pie), utilizando la expresión:

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

Se considerará que la temperatura es constante u homogénea cuando las diferencias entre las medidas sean iguales o inferiores al 5%. En estos casos, se podrá realizar una única medición a nivel del abdomen.

Las mediciones

Se recomienda que las medidas sean realizadas en el período correspondiente al de máximo riesgo de estrés térmico, es decir, generalmente en el período de verano y al mediodía, o cuando el equipo que genera calor está en funcionamiento.

El tiempo base para el cálculo de los valores medios debe ser un período de trabajo / descanso de 1 hora, en general, aquel que refleje las peores condiciones de trabajo.

- Temperatura de globo T_g ; Temperatura en el interior de una esfera negra de 150mm de diámetro.
- Temperatura natura húmeda T_{hn}
- Temperatura seca del aire T_a



Consumo Metabólico:

M: consumo metabólico: es la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), como consecuencia de la tarea que desarrolla el individuo, despreciando en este caso la potencia útil (puesto que el rendimiento es muy bajo) y considerando que toda la energía consumida se transforma en calorífica.

El término M puede medirse a través del consumo de oxígeno del individuo, o estimarlo mediante tablas. Esta última forma es la más utilizada, pese a su imprecisión, por la complejidad instrumental que comporta la medida del oxígeno consumido. (UNE-EN ISO 8996).

| A. Posición y movimiento del cuerpo | | Kcal/min | |
|-------------------------------------|------------|----------------------------|-------------------|
| Sentado | | 0,3 | |
| De pie | | 0,6 | |
| Andando | | 2,0 - 3,0 | |
| Subida de una pendiente andando | | añadir 0,8 por m de subida | |
| B. Tipo de trabajo | | | |
| | | Media Kcal/min | Rango Kcal/min |
| Trabajo manual | Ligero | 0,4 | 0,2 - 1,2 |
| | Pesado | 0,9 | |
| Trabajo con un brazo | Ligero | 1,0 | 0,7 - 2,5 |
| | Pesado | 1,7 | |
| Trabajo con dos brazos | Ligero | 1,5 | 1,0 - 3,5 |
| | Pesado | 2,5 | |
| | Ligero | 3,5 | |
| Trabajo con el cuerpo | Moderado | 5,0 | 2,5 - 15,0 |
| | Pesado | 7,0 | |
| | Muy pesado | 9,0 | |

Variación de las condiciones de trabajo con el tiempo

Si durante la jornada de trabajo varían las condiciones ambientales (diferentes ambientes o lugares de trabajo) o el consumo metabólico (realización de diferentes actividades o tareas), se

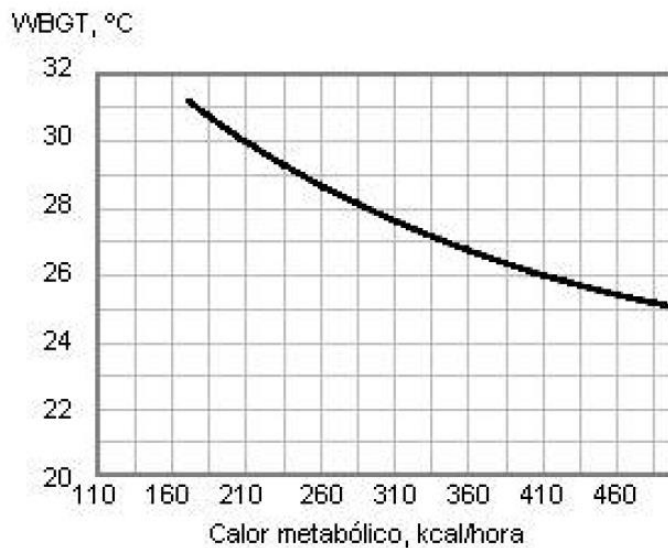
calculará el índice WBGT o el consumo metabólico, ponderados en el tiempo, aplicando las siguientes expresiones:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i * t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

$$WBGT = \frac{\sum_{i=1}^n WBGT_i * t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

El subíndice “i” hace referencia al valor del consumo metabólico (M) o del índice WBGT en cada período y “t” hace referencia a su duración. La suma de todos los tiempos ($\sum_{i=1}^n t_i$) debe ser inferior o igual a 1 hora. Esto se debe a que las compensaciones de unas situaciones térmicas con otras no ofrecen seguridad en periodos de tiempos largos.

Valores límite de referencia



| Consumo metabólico | WBGT límite (° C) | | | |
|--------------------|--------------------|-----|-----------------------|-----|
| | Persona aclimatada | | Persona no aclimatada | |
| W/m2 | V = 0 | V≠0 | V = 0 | V≠0 |
| ≤65 | 33 | 33 | 32 | 32 |
| 65 – 130 | 30 | 30 | 29 | 29 |
| 130 – 200 | 28 | 28 | 26 | 26 |
| 200 – 260 | 25 | 26 | 22 | 23 |
| > 260 | 23 | 25 | 18 | 20 |

1 Kcal/hora = 1,16 watos = 0,64 watos/m² (para una superficie corporal media de 1,8 m²).