

CARGA TÉRMICA

Condiciones higrotérmicas

Consideraciones fisiológicas: El calor actúa sobre el cuerpo humano en forma muy compleja, afectando la fisiología general del organismo.

El hombre es un ser homeotermo, es decir, para que se verifiquen las condiciones que son la base de la vida, es necesario que la temperatura corporal se mantenga estable; pequeños cambios de temperatura producen graves desequilibrios.

Si el organismo no puede eliminar calor, este se acumula y se eleva la temperatura corporal, debiendo, el organismo, adaptarse a las nuevas condiciones. Si la elevación continúa, y no puede resolverse el problema, sobreviene la muerte.

La transferencia de calor obliga siempre a la existencia de una diferencia de temperatura. Cuando el aire está más frío que la piel, se pierde calor por convección y radiación, en caso contrario se puede ganar calor.

Si la temperatura del aire es superior a la de la piel, los mecanismos de transferencia por radiación y convección acumulan calor en el cuerpo en lugar de disiparlo, y en esas condiciones, es necesario recurrir a otro mecanismo de pérdida de calor que es la evaporación del sudor o transpiración de la piel.

Las respuestas fisiológicas que se producen para amortiguar el efecto del calor son:

- Dilatación de los vasos sanguíneos de la piel.
- Cambios de frecuencia del ritmo cardíaco.
- Cambios en la presión sanguínea.
- Movilización de la sangre.
- Desplazamientos de agua en el cuerpo.
- Constricción de los vasos sanguíneos de ciertas vísceras.
- Sudoración.
- Elevación de la temperatura corporal.
- Aumento de la ventilación pulmonar.
- Relajación muscular.

Factores que intervienen en las condiciones higrotérmicas:

- Temperatura del aire.
- Humedad relativa.
- Intercambio calórico por radiación: Es una forma de transmisión de energía calórico a distancia, que se transmite incluso en el vacío.
- Velocidad del aire: El aire interviene en los procesos de intercambio calórico por convección y en los procesos de evaporación.
- Intercambio calórico por convección: La tasa de intercambio calórico por convección está expresada por la siguiente relación:

$$C = k.A.(t_{bs} - t_{piel})$$

donde:

C: Cantidad de calor perdido o ganado por convección

k: Coeficiente de intercambio térmico por convección

A: Superficie corporal

t_{bs}: Temperatura del aire

t_{piel}: Temperatura de la piel

El coeficiente k varía en función de la velocidad del aire.

- Intercambio calórico por respiración: Se produce por vaporización del agua en los pulmones.
- Intercambio calórico por evaporación: La evaporación del sudor colocado en la superficie de la piel es otra forma de pérdida de calor corporal. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E_{amb} = K.A.(P_{piel} - P_{aire}) \text{ donde}$$

E_{amb}: Capacidad de evaporación del ambiente

K: Coeficiente de transferencia de calor de evaporación

A: Superficie corporal

P_{piel}: Presión de vapor saturado a la temperatura de piel

P_{aire}: Presión de vapor del aire ambiente

— Calor metabólico: Es una consecuencia de la actividad corporal y debe ser estimado en cada caso en particular.

Se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$M = M_b + M_I + M_{II} \text{ donde}$$

M: Calor metabólico

M_b: Metabolismo basal (considerando 70 Kcal/hora o 70 W)

M_I: Depende de la posición del cuerpo

M_{II}: Depende del tipo de trabajo

Balance calórico: Despreciando la pérdida de calor por respiración, la ecuación del balance calórico sería:

$$M \pm R \pm C = Q$$

Esto significa que el calor generado por metabolismo debe perderse por radiación y convección.

El calor metabólico es positivo mientras que los calores radiante y conectivo pueden tener signo positivo o negativo.

Cuando la expresión da cero hay equilibrio calórico y todo el calor metabólico se disipa por radiación o convección. No hay carga calórica.

Cuando la expresión da como resultado menos que cero, parece el esfuerzo por frío, fácilmente compensable con ropa adecuada.

En caso de dar el resultado mayor que cero, el calor debe eliminarse por otra vía que no sea radiación y/o convección, queda como única alternativa evaporización.

El requerimiento de evaporización tiene dos limitaciones, una de ellas es la sudoración máxima del hombre o sea 1 litro/hora equivalente a unas 600 Kcal/hora. La otra limitación es la capacidad de evaporación del ambiente.

Cálculo de los límites permisibles para carga térmica de acuerdo al Anexo II del Decreto Reglamentario 351/79 de la Ley 19.587.

Estimación del calor metabólico: Se realizará por medio de tablas de acuerdo al tipo de tarea y posición del operario.

Se considerará calor metabólico como la sumatoria del metabolismo basal (MB), y las adiciones derivadas de la posición (MI) y del tipo de trabajo (MII).

$$M = MB + MI + MII$$

Metabolismo basal (MB): Se considerará 70 W

Adición derivada de la posición (MI):

Posición del cuerpo	MI (W)
Acostado o sentado	21
De pie	42
Caminando	140
Subiendo pendiente	210

Adición derivada del tipo de trabajo (MII):

Tipo de trabajo	MII (W)
Trabajo manual ligero	28
Trabajo manual pesado	63
Trabajo con un brazo ligero	70
Trabajo con un brazo pesado	126
Trabajo con dos brazos ligero	105
Trabajo con dos brazos pesado	175
Trabajo con el cuerpo ligero	210
Trabajo con el cuerpo moderado	350
Trabajo con el cuerpo pesado	490
Trabajo con el cuerpo muy pesado	630

Evaluación de la carga térmica

A efectos de evaluar la exposición de los trabajadores sometidos a carga térmica, se calculará el índice de temperatura globo bulbo húmedo (TGBH).

- para lugares interiores o exteriores sin carga solar

$$\text{TGBH} = 0,7 \text{ TBH} + 0,3 \text{ TG}$$

- para lugares exteriores con carga solar

$$\text{TGBH} = 0,7 \text{ TBH} + 0,2 \text{ TG} + 0,1 \text{ TBS}$$

Límites permisibles:

Valores dados en °C TGBH

Trabajo continuo: 8 horas diarias.

Régimen de trabajo y descanso	Tipo de trabajo		
	Liviano menos de 230 W	Moderado 230-400 W	Pesado más de 400 W
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75 % trabajo y 25 % descanso c/hora	30,6	28,0	25,9
50 % trabajo y 50 % descanso c/hora	31,4	29,4	27,9
25 % trabajo y 75 % descanso c/hora	32,2	31,1	30,0

Efectuando el cálculo del calor metabólico (W) y la evaluación de la carga térmica (°C - TGBH), entramos en la última tabla con la cual determinamos los porcentajes de trabajo y descanso por cada hora.

Criterios de corrección

- Corrección del calor metabólico: Muchas situaciones de tensión calórica pueden ser resueltas disminuyendo el esfuerzo físico del trabajador.

- Corrección del calor radiante: Por su naturaleza, el calor radiante se traslada en línea recta, se refleja y se absorbe. Para su control entonces, aprovechando esta propiedad emplearemos pantallas absorbentes y reflectivas.

— Corrección del calor convectivo: Para mejorar la pérdida por convección debe refrigerarse el aire y aumentar su velocidad.

— Corrección de la evaporización ambiente: La evaporización ambiente depende de la humedad relativa y de la velocidad del aire.

Cuando no existan formas razonables de controlar la agresión, se deberá recurrir a la reducción del tiempo de exposición, según lo ya explicado y proveer de lugares o zonas apropiadas de recuperación.

En todos los casos debe proveerse agua fresca y controlar la ingestión de sal a raíz de su pérdida a través de la sudoración.

Definiciones:

Carga Térmica Ambiental: Es el calor impuesto al hombre por el ambiente.

Carga Térmica: Es la suma de la carga térmica ambiental y el calor generado en los procesos metabólicos.

Condiciones Higrotérmicas: Son las determinadas por la temperatura, humedad, velocidad del aire y radiación térmica.

Las condiciones y características de los procesos deberán estar concebidos de manera que la carga térmica se mantenga dentro de valores que no afecten la salud del trabajador, teniendo en consideración la Carga Térmica Ambiental, las condiciones higrotérmicas y restantes aspectos relacionados. A tal efecto se proveerán protecciones ambientales adecuadas a las características y duración de los trabajos.

Evaluación de la carga térmica: a efectos de conocer la exposición de los trabajadores sometidos a carga térmica, se debe calcular el Índice de Temperatura Globo Bulbo Húmedo (TGBH).

Se partirá de las siguientes ecuaciones:

1. Para lugares interiores y exteriores sin carga solar.

$$TGBH = 0,7 TBH + 0,3 TG$$

2. Para lugares exteriores con carga solar

$$\text{TGBH} = 0,7 \text{ TBH} + 0,2 \text{ TG} + 0,1 \text{ TBS}$$

Las situaciones no cubiertas en el presente Reglamento, serán resueltas por autoridad competente.

Los valores límites del TGBH son aplicables a aquellos trabajadores vestidos, aclimatados al calor, físicamente aptos y con buen estado de nutrición. Esos valores deben modificarse en función de las variantes expuestas a continuación. Los valores de tabla deben sumarse algebraicamente al valor obtenido del TGBH, según el siguiente criterio:

Factores	Modificación del TGBH (°C)
Una persona no aclimatada no físicamente apta	- 2
Ante un incremento de la velocidad del aire: superior a 90 m/min. y temperatura del aire inferior a 35° C	+ 2
Ropa:	
- pantalón corto, semidesnudo	+ 2
- ropa impermeable que interfiere la evaporación	- 2
- gabardinas	- 4
- traje completo	- 5
Obesidad o persona mayor	- 1 a - 2
Mujeres	-1

La modificación para un aumento de la velocidad del aire no es apropiada con ropa impermeable

Límites permisibles para la carga térmica:

Valores dados en ° C - TGBH