

TEMPERATURA

- **Temperatura:** Propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico. El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el calor o frío relativos y de la observación de que el suministro de calor a un cuerpo conlleva un aumento de su temperatura mientras no se produzca la fusión o ebullición. En el caso de dos cuerpos con temperaturas diferentes, el calor fluye del más caliente al más frío, hasta que sus temperaturas sean idénticas y se alcance el equilibrio térmico.



Temperatura ambiente

- Es la temperatura experimentada por una persona en un ambiente dado. Esta temperatura es el resultado del intercambio de calor por conducción (a través de pisos o herramientas) y radiación (Muros, plafones, sol).

Temperatura efectiva

- Es un índice determinado experimentalmente, que incluye la temperatura, el movimiento del aire y la humedad. El intervalo normal es desde 18.3 °C hasta 22.8 °C, con una humedad relativa de 20% a 60%.



- **Transferencia de calor**
- El calor tiende a pasar desde los puntos en los que la temperatura es alta hacia aquellos en los que es inferior.
- De acuerdo con los materiales en los cuales se está realizando la transferencia de calor se tienen diferentes procesos como son:
 - Conducción: Cuando la transferencia de calor se realiza a través de sólidos o fluidos que no están en movimiento,
 - Convección: Cuando la transferencia se realiza a través de fluidos en movimiento.
 - Radiación: Cuando el calor es transferido de un cuerpo a otro sin soporte material alguno.



Zona termal comfortable

- Es el intervalo normal de temperatura efectiva. Se recomiendan temperaturas de 18.8°C y 22.9°C como limites externos para la regulación termostática.

Temperatura operativa

- Es la temperatura del cuerpo de un trabajador. Se determina por los efectos acumulativos de todas las fuentes y receptores de calor.

Fatiga por calor

- Se presenta cuando hay un ascenso máximo en la temperatura del cuerpo de un individuo de 1°C .

Estrés Térmico


- Es la presión que se ejerce sobre la persona cuando esta expuesta a temperaturas extremas.

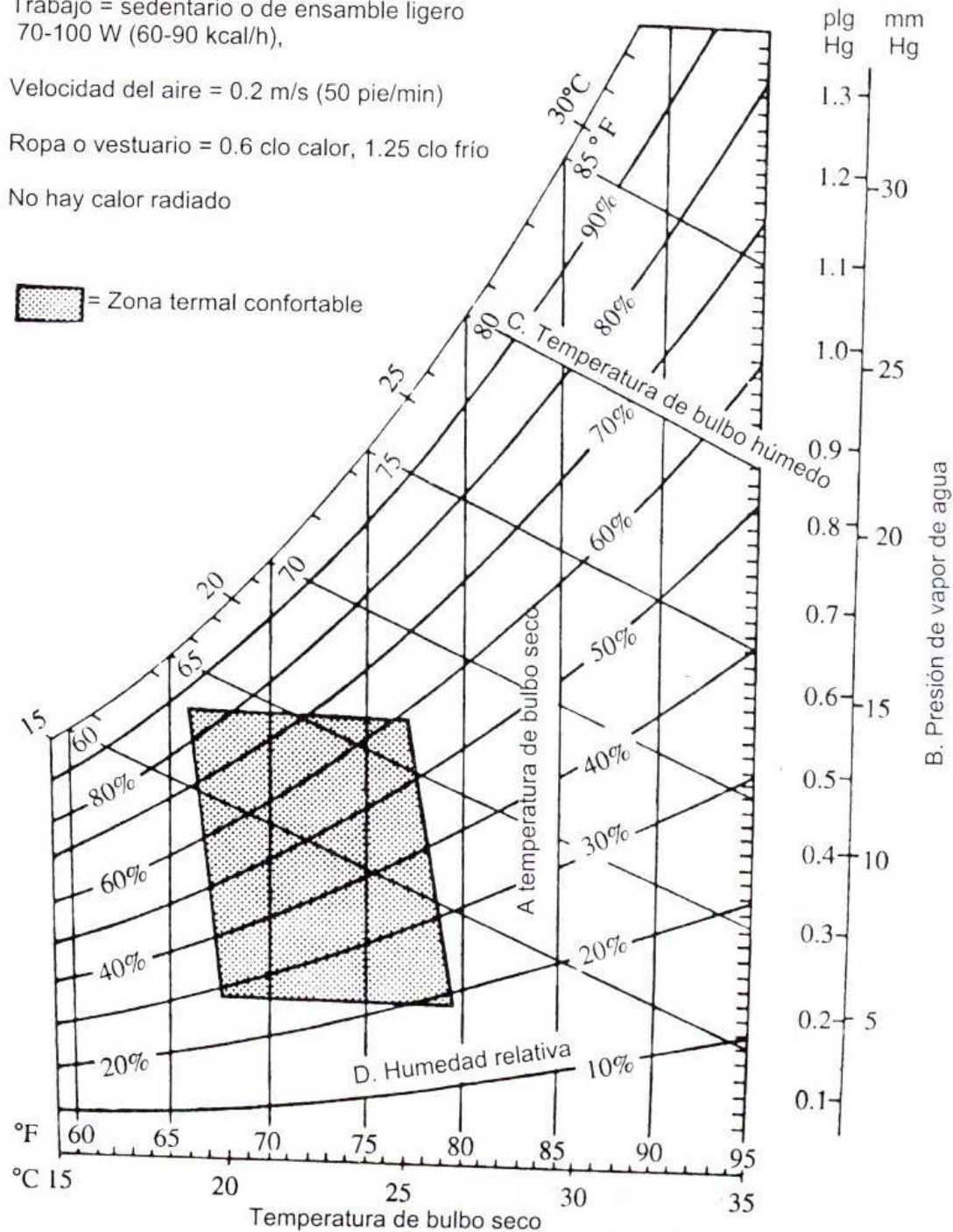
Trabajo = sedentario o de ensamble ligero
70-100 W (60-90 kcal/h),

Velocidad del aire = 0.2 m/s (50 pie/min)

Ropa o vestuario = 0.6 clo calor, 1.25 clo frío

No hay calor radiado

 = Zona termal comfortable



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

para el país

Ecuación de balance de calor

S = Almacenamiento de calor (o pérdida) del cuerpo. (0 es neutralidad térmica)

$$S = M \pm C \pm R - E$$

- M = Es el aumento de calor por metabolismo.
- C = Aumento de calor (o pérdida) por conducción.
- R = Aumento de calor (o pérdida) por radiación.
- E = Pérdida de calor a través de la evaporación del sudor.



- El ser humano mantiene un equilibrio térmico a través de mecanismos reguladores internos que permiten conservar su temperatura basal (del cuerpo) en 37°C con pequeñas variaciones, de $0,5^{\circ}\text{C}$ alrededor de este valor, según los individuos. Las alteraciones a esta temperatura provocan trastornos de tipo fisiológico que, mientras no alcance límites superiores a 39°C o inferiores a 34°C , no implican trastornos graves a la salud de la persona.



- La temperatura media normal en el interior del organismo es de 37°C .
- La temperatura media normal de la piel, es del orden de 35°C .
- Cuando el calor cedido por el organismo al medio ambiente, es inferior al calor recibido o producido por el metabolismo total (basal + de trabajo), el organismo tiende a aumentar su temperatura, y para evitar esta hipertermia (aumento de la temperatura del cuerpo) y pone en marcha mecanismos biológicos de compensación:
 - Vasodilatación sanguínea: aumento del intercambio de calor.
 - Activación: apertura de las glándulas sudoríparas: aumento del intercambio de calor por cambio de estado de sudor de líquido a vapor.
 - Aumento de la circulación sanguínea periférica: Puede llegar a $2,6 \text{ lt/m}^2$.
 - Cambio electrolítico de sudor: la pérdida de NaCl puede llegar a 15 gr/lt .

Efectos de las Bajas temperaturas

- Hipotermia Leve: menor rendimiento, fatiga, dificultad en el habla
- Hipotermia moderada: contracción de los vasos sanguíneos de la piel, aumento de la presión arterial y temblores necesarios para conservar el calor corporal y la temperatura interna del organismo. Al bajar la presión arterial, los órganos mas alejados del corazón tienen bajo riego sanguíneo y las partes periféricas del cuerpo (nariz, orejas, mejillas) son susceptibles de sufrir congelamiento.
- Hipotermia Aguda: rigidez muscular, respiración débil, disminución de la frecuencia cardiaca
- Hipotermia severa: Arritmia cardiaca, muerte

Efectos de las Altas Temperaturas



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

- Aumento de la transpiración.
- Mayor temperatura corporal.
- Incremento de la frecuencia cardiaca
- Disminución de la capacidad de concentración
- Mareos.
- Calambres por el calor (brazos, piernas, vientre y generalmente los músculos cansados , los que se usan para trabajar)
- Desmayos.
- Sarpullidos.(climas calurosos y húmedos)
- Insolación
- Sofocación
- Lesion Cerebral
- Muerte

Trabajo a temperaturas extremas

- El trabajo a bajas temperaturas lleva a una disminución de la capacidad de concentración de los individuos como también la pérdida de reacción, tendencia a aumentar los errores; también se pierde destreza en los movimientos de los dedos.
- El trabajo a altas temperaturas tiene los mismos efectos que el de bajas, con énfasis en la concentración y la productividad por fatiga y el cambio del ritmo respiratorio

Medidas de control para ambientes fríos

Referidas al ambiente de trabajo

- Programar las tareas en el exterior para estaciones mas cálidas.
- Proveer de espacios calientes o refugios de protección.
- Capacitar y dotar de información sobre los riesgos, problemas, síntomas, etc.
- Controlar la velocidad del aire y el nivel de temperatura de los equipos de calefacción.
- Considerar tiempos de exposición, tiempo de descanso y mano de obra para cubrir esos turnos.
- aislar térmicamente el suelo donde se realicen trabajos de pie en forma estática.
- Anticiparse a los cambios climáticos.

Referidas al trabajador:

- Prevenir el sudor y los escalofríos.
- Ajustar el nivel de actividad para obtener una mínima sudoración.
- Evitar cambios bruscos en la intensidad del trabajo.
- Permitir una adecuada ingestión de bebidas y comidas calientes.

Referidas a la vestimenta:

- Utilizar vestimenta flexible y con buen ajuste
- Utilizar en lo posible vestimenta multicapa. (la capa interna evita la perdida de calor, la intermedia, es aislante del frío, y la externa, protege de las condiciones ambientales, como viento, lluvia, etc.)
- Utilizar guantes, mascarar, antiparras, etc.)
- Utilizar calzado con gran aislamiento del suelo (suela)

Referidas a los equipos:

- Seleccionar equipos que estén preparados para funcionar en condiciones de mucho frío.
- Escoger diseños que permitan la operatividad usando guantes.
- Precalentar equipos y herramientas.
- Aislar mangos de las herramientas y equipos.

Medidas de control para ambientes calurosos



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

- Selección específica del personal (sin afecciones como cardiopatías, problemas de presión arterial, afecciones dérmicas o renales)
- Climatización (de 7 a 15 días aproximadamente)
- Suministro de agua y sales
- Ambientes confortables para el descanso.
- Capacitar e informar sobre las consecuencias y sintomatología.
- Controlar el microclima de trabajo. Ventilación y aire acondicionado.
- Programar los periodos de descanso. Utilizar vestimenta cómoda y liviana.

Valoración del riesgo de estrés térmico

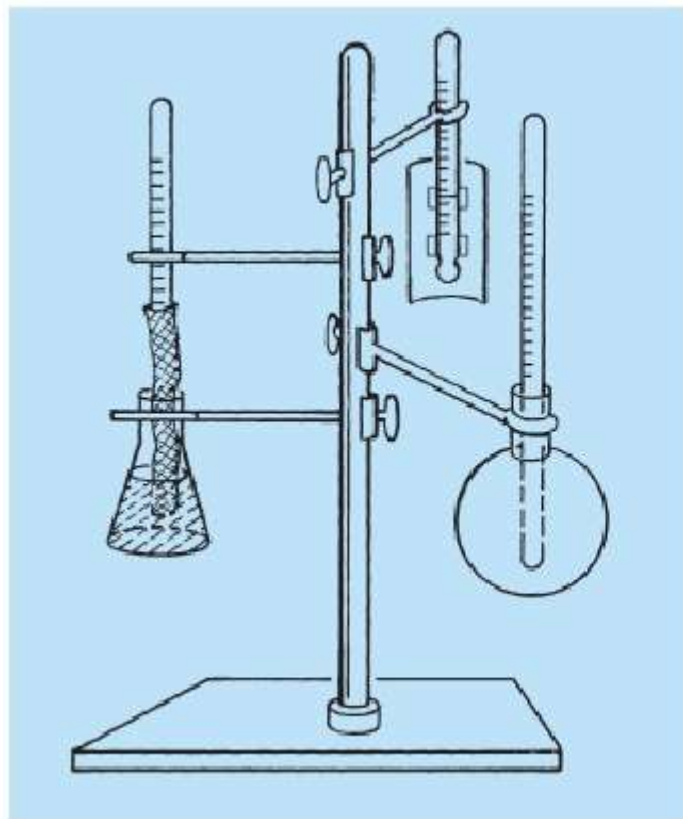
- Índice WBGT Wet Bulb Globe Temperature Index (Temperatura Global de Bulbo Húmedo)
- Adoptado en Colombia por la resolución 2400 de 1979 Mintrabajo
- [NTP 322](#)
- <http://www.youtube.com/watch?v=TcxzW06fCC4>
- <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-estres-termico/medidor-estres-termicoWBGT.htm>





UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

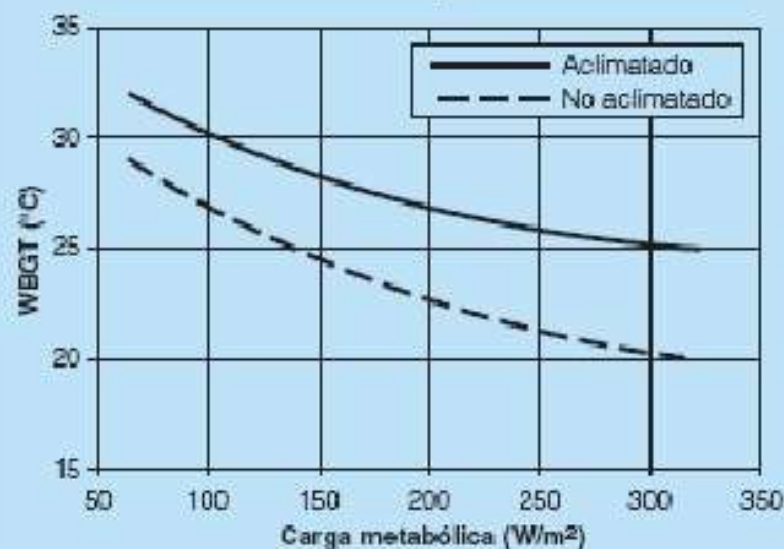
SEDE BOGOTÁ



VALORES LÍMITE DEL ÍNDICE WBGT

| Metabolismo, M (W/m ²) | Valor límite del WBGT (°C) | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | Individuo aclimatado al calor | | Individuo no aclimatado al calor | |
| <65 | 33 | | 32 | |
| 65<M<130 | 30 | | 29 | |
| 130<M<200 | 28 | | 26 | |
| | Sin movimiento del aire | Movimiento del aire perceptible | Sin movimiento del aire | Movimiento del aire perceptible |
| | | | | |
| 200<M<260 | 25 | 26 | 22 | 23 |
| M>260 | 23 | 25 | 18 | 20 |

Valores límite para el WBGT



CORRECCIÓN DEL VALOR LÍMITE DEL WBGT PARA ROPA

| Tipo de ropa | Corrección WBGT |
|-----------------------------------|-----------------|
| Ropa de verano | 0 |
| Bata de algodón | -2 |
| Ropa de invierno | -4 |
| Protección antihumedad, permeable | -6 |

Material de apoyo

- [NTP 923: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos \(II\) \(pdf ,371 Kbytes\)](#)
- [NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos \(I\) \(pdf ,307 Kbytes\)](#)
- [NTP 018: Estrés térmico. Evaluación de las exposiciones muy intensas \(pdf ,268 Kbytes\)](#)
- [NTP 779: Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables \(pdf ,53 Kbytes\)](#)
- [NTP 501: Ambiente térmico: inconfort térmico local \(pdf ,299 Kbytes\)](#)
- [NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT \(pdf ,257 Kbytes\)](#)
- [NTP 279: Ambiente térmico y deshidratación \(pdf ,214 Kbytes\)](#)
- [NTP 074: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación \(pdf ,604 Kbytes\)](#)
- [NTP 350: Evaluación del estrés térmico. Índice de sudoración requerida \(pdf ,286 Kbytes\)](#)
- [NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales \(pdf ,746 Kbytes\)](#)
- [NTP 904: Arco eléctrico: estimación de la energía calorífica incidente sobre un trabajador \(pdf ,318 Kbytes\)](#)