

# Carga térmica



## Integrantes

- Gualampe, Nayra
- Verdejo, Florencia Mariel

# OBJETIVOS DEL INFORME



Concientizar sobre peligros por exposición a sobrecargas térmicas



Analizar riesgos asociados concretamente al estrés térmico



Brindar criterios básicos de seguridad para reducir riesgos.



Establecer las precauciones y prevenciones a tener en cuenta en condiciones adversas de temperatura.

# MARCO LEGAL



- Las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo con exposición a la carga térmica se ajustaran a la **Ley Nacional de Higiene y Seguridad (Ley N°19.587)**
- **Decreto 351/79** (Art. 60) con Anexo II
- **Decreto 911/96** (Art. 137).
- **Resolución 295/2003** con Anexo III (sustitución del Anexo II del Decreto 351/79).
- **Resolución N° 30/2023** de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo B.O. 28/7/2023 (**ARTÍCULO 3°.- Déjase sin efecto las disposiciones contenidas en el artículo 137, Vigencia: a partir de los CIENTO OCHENTA (180) días corridos contados desde su publicación en el Boletín Oficial.**)

# DEFINICIONES Y CONCEPTOS

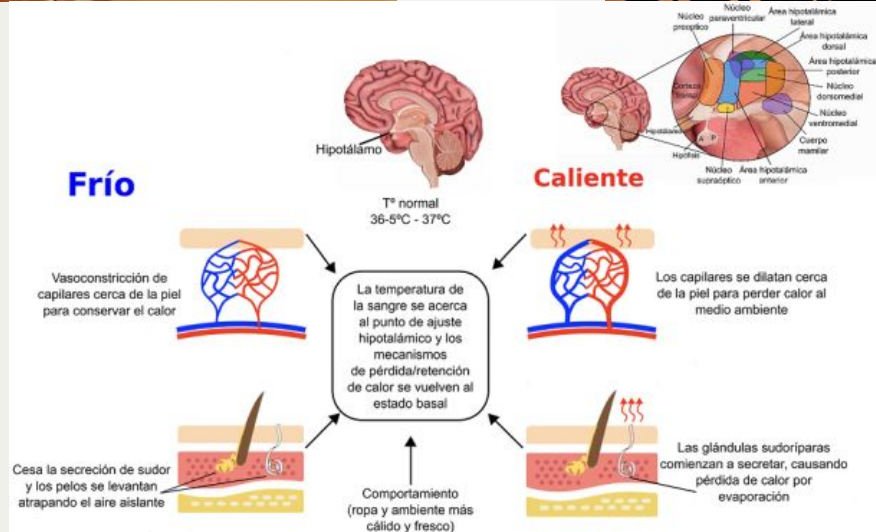
Carga Térmica Ambiental

Carga Térmica

Estrés térmico

Ajustes fisiológicos

Aclimatación



# Condiciones hidrométricas

Definidas por una serie de parámetros termodinámicos

- Temperatura del aire
- Humedad relativa
- Velocidad del aire
- Intercambio calorico



# Temperatura del aire

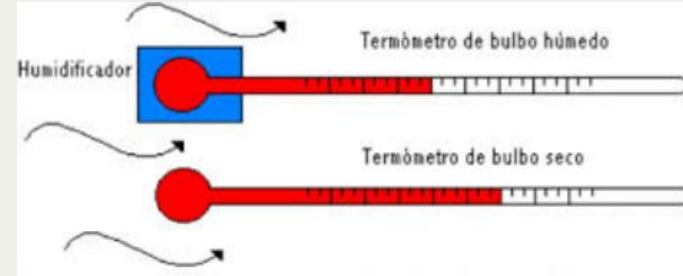
**Temperatura de Bulbo Seco (TBS):** Se mide la temperatura del aire sin considerar factores ambientales. Instrumento de medición: Termómetro convencional de mercurio o similar cuyo bulbo se encuentre seco.

**Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH):** Se envuelve el bulbo en un paño de agua, y se emplea para medir la temperatura húmeda del aire

**Temperatura de Globo (TG):** Se determina la temperatura radiante media, que tiene en cuenta el calor emitido por radiación de los elementos del entorno. Instrumento de medición: globo termómetro.

**Temperatura de Globo Bulbo Húmedo (TGBH):** Se debe medir en el ambiente tres temperaturas: Temperatura bulbo seco (TBS); Temperatura bulbo húmedo (TBH) y temperatura de globo (TG)

Definida por la temperatura de Bulbo y la temperatura de Globo.



# Humedad relativa (rh)

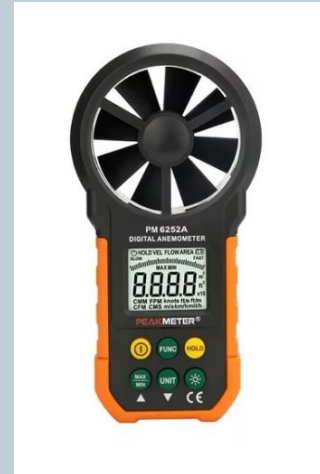
Es la relación entre la cantidad real de vapor de agua en el aire y la presión de vapor de equilibrio del agua a una temperatura dada. La humedad relativa depende de la temperatura y la presión del sistema de interés.

Instrumento de medición: higrometro



# Velocidad del aire

En las proximidades de la piel, se crea una capa de aire inmóvil que mantiene una temperatura cercana a la de la piel y una humedad relativa alta. El movimiento del aire desplaza ese aire y permite un intercambio de calor más efectivo con el ambiente y un mejor rendimiento de la evaporación del sudor, lo que modifica las condiciones térmicas del cuerpo. Para su determinación in situ, se utilizan Anemómetros digitales.



# Intercambio calórico

## Intercambio calórico por Radiación

Es el calor emitido por un cuerpo debido a su temperatura de forma que la energía es transmitida a distancia por ondas electromagnéticas, por lo que no requiere de un medio material para su transferencia.

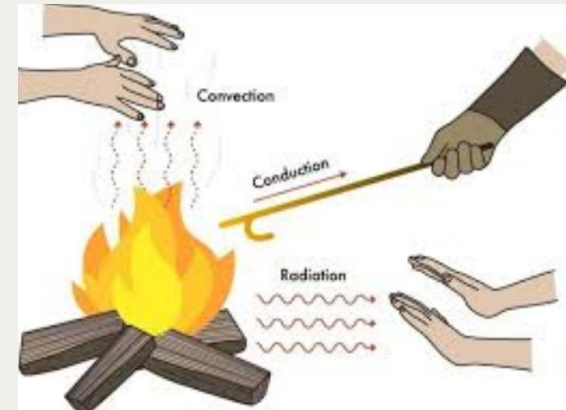
## Intercambio Calórico Por Convección

La convección es una forma de transferencia de calor que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. Se produce únicamente por medio de materiales. La convección en sí es el transporte de calor por medio del movimiento del fluido.

Puede ser forzada a través de un ventilador (aire) o bomba (agua) que mueve el fluido entre distintas zonas; o natural, donde el propio fluido extrae el calor de la zona caliente, cambia su densidad haciendo que se desplace hacia la zona más fría donde cede calor.

## Intercambio calórico por conducción

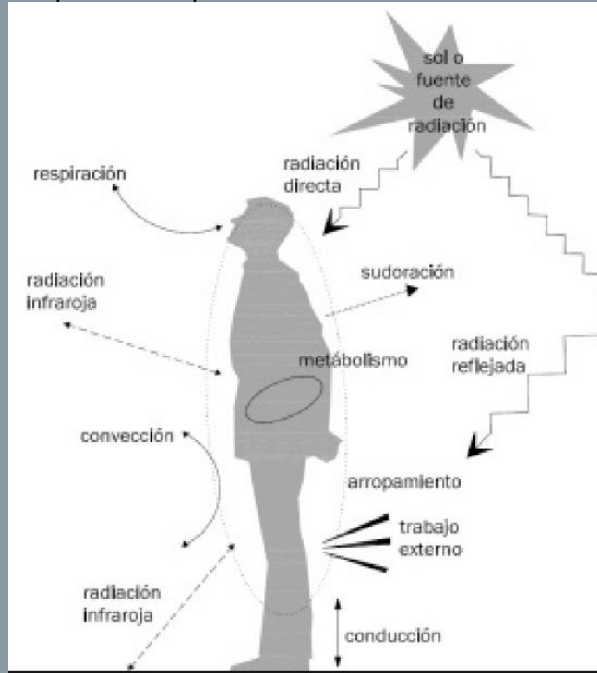
El calor perdido por conducción (K) se produce en las partes del cuerpo que están en contacto con las superficies externas. Esta pérdida calórica tiene muy poca influencia en el intercambio calórico total, y generalmente se desprecia.





## Intercambio calórico por respiración

Se produce por evaporación del agua en los pulmones. En la respiración se produce un intercambio de calor ya que existen diferencias de temperaturas ( $C_{res}$ ) entre el aire exhalado (se considera la temperatura del aire exhalado igual a  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y el inhalado, y porque existen diferencias en el contenido de vapor ( $E_{res}$ ). La transferencia de calor por respiración ( $C_{res}$  y  $E_{res}$ ) es insignificante por lo tanto también se puede despreciar.



## Intercambio Calórico Por Evaporación

Uno de los mecanismos más efectivos mediante el cual el cuerpo puede mantener su temperatura interna dentro de los valores normales.

Es útil cuando logra evaporarse y así logra refrigerar el cuerpo. La cantidad de sudor que se evapora varía en función de:

- El trabajo que se realice,
- La vestimenta,
- Capacidad de sudar de cada persona

# Calor metabolico

El metabolismo es la suma de todas las **reacciones químicas** que se producen en nuestro organismo debido a la **combustión de los alimentos con el oxígeno**.

**Metabolismo basal:** es el límite mínimo del metabolismo - por la actividad fisiológica básica para mantenerse vivo.

Calor metabolico: La cantidad de calor producida varía con el grado de actividad corporal, en consecuencia debe ser estimado en cada caso particular.

$$M = Mb + MI + MII$$

La determinación del Calor Metabólico está definido dentro del Decreto Reglamentario 351/1979 – Ley 19.587. Para su determinación deben utilizarse las tablas del Anexo II.

<b>1. Metabolismo Basal</b>		<b>MB (W)</b>
Se considerará a MB		70
<b>2. Adición derivada de la posición</b>		<b>MI (W)</b>
Acostado o Sentado		21
De pie		42
Caminando		140
Subiendo pendiente		210
<b>3. Adición derivada del tipo de trabajo Tipo de trabajo</b>		<b>MII (W)</b>
Trabajo Manual	Ligero	28
	Pesado	63
Trabajo Con Un Brazo	Ligero	70
	Pesado	126
Trabajo Con Ambos Brazos	Ligero	105
	Pesado	175
Trabajo Con el Cuerpo	Ligero	210
	Moderado	350
	Pesado	490
	Muy Pesado	630

# Balance Calórico

Persona emite calor al medio y recibe calor del medio

## Gana calor por:

1. Por su metabolismo (M)
2. Por radiación de calor (R)
3. Por convección (C)
4. Por la respiración (Res)
5. Por conducción (K)

## Pierde calor por:

1. Por radiación de calor (R)
2. Por convección (C)
3. Por la respiración (Res)
4. Por evaporación del sudor (E)
5. Por conducción (K)

**Acumulación de calor en el cuerpo humano (ganancia o pérdida neta)**

$$M \pm R \pm C - E \pm C_{res} \pm K = A$$

# Estrés térmico

En la práctica se pueden despreciar los intercambios por respiración y por conducción

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

**A=0 Hay equilibrio térmico** y todo el calor metabólico generado por el trabajo se disipa o no se pierde. El **cuerpo logra mantener su temperatura corporal necesaria** para el correcto funcionamiento de las funciones vitales.

**A<0 hay calor cedido del cuerpo** al ambiente. Si este es excesivo -> **estrés térmico por frío**

**A>0 hay ganancia de calor**, el calor almacenado debe eliminarse por otra vía que no sea la radiación y/o convección, quedando como última alternativa la evaporación del sudor. Cuando esta no es suficiente -> **estrés térmico por calor**.

# Estrés térmico por calor

## Factores que intervienen en riesgo y daño de salud

- Del calor metabólico (M), como resultado de su actividad laboral.
- De las condiciones higrotérmicas del ambiente que le rodea
- Del tiempo de exposición (Duración del trabajo).
- De factores personales como:
  - Falta de aclimatación al calor.
  - Capacidad de sudar.
  - Estado de salud - Enfermedades previas cardiovasculares, respiratorias, renales, cutáneas, diabetes, obesidad, entre otras.
  - Toma de medicamentos que alteren las funciones del organismo.
  - Mala forma física y alimentación.
  - Falta de descanso.
  - Bajo consumo de agua.
  - Consumo de alcohol, drogas y exceso de cafeína.
  - Haber sufrido con anterioridad algún trastorno relacionado con el calor



# Trabajos donde puede ser peligroso el estrés térmico por calor

**Donde el calor y la humedad sean elevados** debido al proceso de trabajo o a las condiciones climáticas de la zona o la ausencia de medios para reducirlos



Donde, sin ser el calor y la humedad ambiental elevados, se realice una **actividad física intensa** o donde los trabajadores lleven **trajes o equipos de protección individual** que impidan la eliminación del calor corporal.



# Riesgos y daños a la salud que genera el estrés térmico por calor

- Aumenta la probabilidad de que se produzcan accidentes de trabajo.
- Se agravan dolencias previas (enfermedades cardiovasculares, respiratorias, renales, cutáneas, diabetes, etc.)

## Desórdenes fisiológicos por calor

- Golpe de calor
- Colapso calórico
- Deshidratación
- Calambres
- Enfermedades de las glándulas sudoríparas





# Golpe de calor

Ocurre cuando el **sistema termorregulador** no puede manejar la situación de carga térmica,

Entonces se **disminuye la función cerebral**, y los mecanismos de disipación calórica no actúan correctamente.

## Síntomas

el desmayo, las convulsiones, delirios alucinatorios, y hasta un estado de coma. Los síntomas externos son una piel caliente, seca y coloreada.

# Colapso calórico (Síncope por calor):

por un esfuerzo excesivo sobre el sistema circulatorio. Por ejemplo: el estar de pie durante mucho tiempo en un sitio caluroso, no llega suficiente sangre al cerebro.

## Síntomas

son mareos, dolor de cabeza, palidez, y una piel sudorosa. En estos casos se produce también una deficiencia de oxígeno que influye en la actividad del cerebro y del corazón.

La deshidratación aumenta los riesgos de un colapso calórico. La temperatura interna es usualmente normal.

## **Deshidratación:**

El agotamiento por deshidratación ocurre cuando la pérdida del agua producida por la transpiración no es reemplazada por la ingesta de líquidos, con lo que el contenido de agua del cuerpo disminuye notablemente.

**Límite de deshidratación sin riesgos** se da para pérdida de líquido no superior al 1,5% del peso del individuo.

## **Calambres:**

Dolores agudos producidos en los músculos, sobre todo en los trabajadores no acostumbrados al calor, y se producen por la pérdida excesiva de sales debido a que se suda mucho y en la ingesta de una gran cantidad de agua, pero sin que ésta incorpore las sales perdidas.

## **Enfermedades de las glándulas sudoríparas:**

Se producen después de una prolongada exposición en el tiempo al calor (meses o años); en ambientes sumamente húmedos en los cuales el sudor no puede evaporarse libremente. En estos casos las glándulas sudoríparas de ciertas secciones del cuerpo dejan de funcionar adecuadamente.

Hay disminución de la resistencia calórica.



# MEDIDAS PREVENTIVAS

(Estrés térmico por  
calor)



## 1. FUENTE DE CALOR Y LUGAR DE TRABAJO

- Evaluación de riesgos (apreciables-manifestados)
- Aislamientos y barreras en fuentes (Emisión de radiación)
- Ventilación y sistemas de extracción (emisión por convección)
- Control de acceso a las distintas áreas de trabajo.



# MEDIDAS PREVENTIVAS

(Estrés térmico por  
calor)



## 2. LOS TRABAJADORES

- Control de exposición (minimizar tiempo de exposición)
- Rotación de tareas entre trabajadores (reducción de exposición continua)
- Hidratación adecuada
- Capacitaciones
- Evaluación médica periódica
- Elementos de protección personal

# ÍNDICE DE ESFUERZO CALÓRICO (IEC)

El IEC es una medida que se utiliza para evaluar si un trabajador está en riesgo de sufrir estrés térmico.

Formula para determinar:

$$IEC(\%) = (E_{req}/E_{max}) \times 100$$

*E<sub>req</sub>* = Evaporación requerida para el equilibrio, (Kcal/h)

*E<sub>max</sub>* = la cantidad máxima de calor que el trabajador es capaz de eliminar por evaporación del sudor

Se desarrolla a continuación la obtención de *E<sub>req</sub>*.

# ÍNDICE DE ESFUERZO CALÓRICO



Cálculo de  
Evaporación  
requerida  
(*Ereq*)

Se determina *Ereq* para que el cuerpo se mantenga en equilibrio térmico.

Balance termico:

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

Equilibrio térmico: calor almacenado/perdido **Q=0**

$$Ereq = M \pm R \pm C$$

$Ereq > Emax$

-



ganancia neta de calor -  
**riesgo estrés térmico**

$Ereq < Emax$



sin riesgo estrés térmico

# ÍNDICE DE ESFUERZO CALÓRICO (IEC)

$$IEC(\%) = (E_{req}/E_{max}) \times 100$$

## Situaciones:

- $E_{req} < E_{max}$       $IEC < 100\%$
- $E_{req} > E_{max}$       $IEC > 100\%$

Índice	Consecuencias fisiológicas para 8 hs de exposición
0	No hay carga calórica
10 – 30	Costo fisiológico suave o moderado.
40 – 60	Costo fisiológico elevado que comporta un riesgo para la salud, a menos que se trate de individuos físicamente adaptados.
70 – 90	Costo fisiológico muy elevado, solo con pequeño porcentaje de personas puede adaptarse, además el personal debe seleccionarse.
100	Máximo costo fisiológico, tolerables para hombre jóvenes aclimatados

# TIEMPO DE EXPOSICIÓN

La exposición al calor debe cesar cuando la temperatura interna del cuerpo se ha incrementado 1°C, esto se da debido a  **$E_{max} < E_{req}$**

$$t_{ex} = 3600 / (E_{req} - E_{max})$$

# TIEMPO DE REPOSO

En este caso  **$E_{max} > E_{req}$**

$$t_r = 3600 / (E_{max} - E_{req})$$





# Observaciones del método

- Hombre estándar de 70 Kg de peso.
- El vestido es ligero (camisa y pantalón).
- La temperatura de la piel es de 35 °C.
- Método se asume aplicable a sujetos aclimatados.

# IEC - CASO PRACTICO

Tenemos un trabajador cuya tarea es **trasladar mampuestos** desde el camión en la puerta del obrador hasta el sector asignado para acopio del mismo por lo que realiza la tarea en interior. El lugar de descanso se encuentra también en interior con acceso a asientos.

## DATOS

Valores medidos en lugar de trabajo:

*TBS (temperatura ambiente de aire seco): 28°C*

*TBH (temperatura de bulbo húmedo): 20°C*

*TG (temperatura de globo o radiación): 30°C*

Velocidad del aire  $V = 1 \text{ m/s}$

$$M = M_b + M_I + M_{II} = 482 \text{ kcal/h}$$

Valores medidos en lugar de descanso:

*TBS (temperatura ambiente de aire seco): 24°C*

*TBH (temperatura de bulbo húmedo): 18°C*

*TG (temperatura de globo o radiación): 30°C*

Velocidad del aire  $V = 0,5 \text{ m/s}$

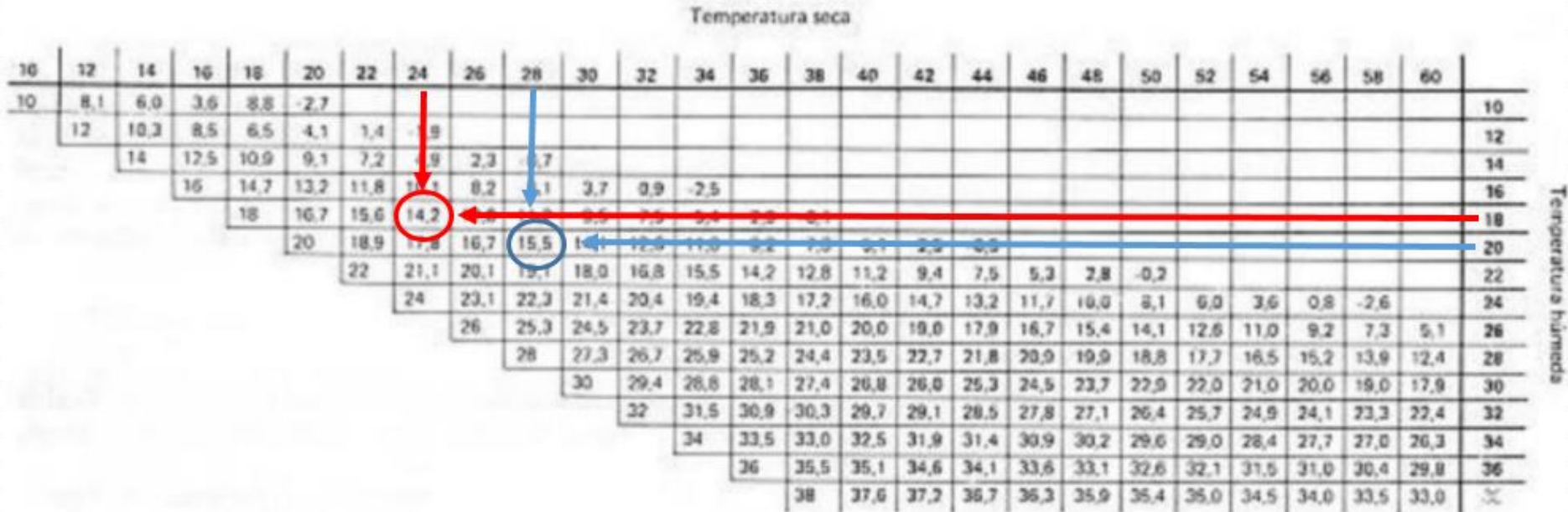
$$M = M_b + M_I = 79 \text{ kcal/h}$$

# IEC - CASO PRACTICO

Determino Temperatura de Rocío

Azul - Lugar de trabajo **TR=15,5 °C**

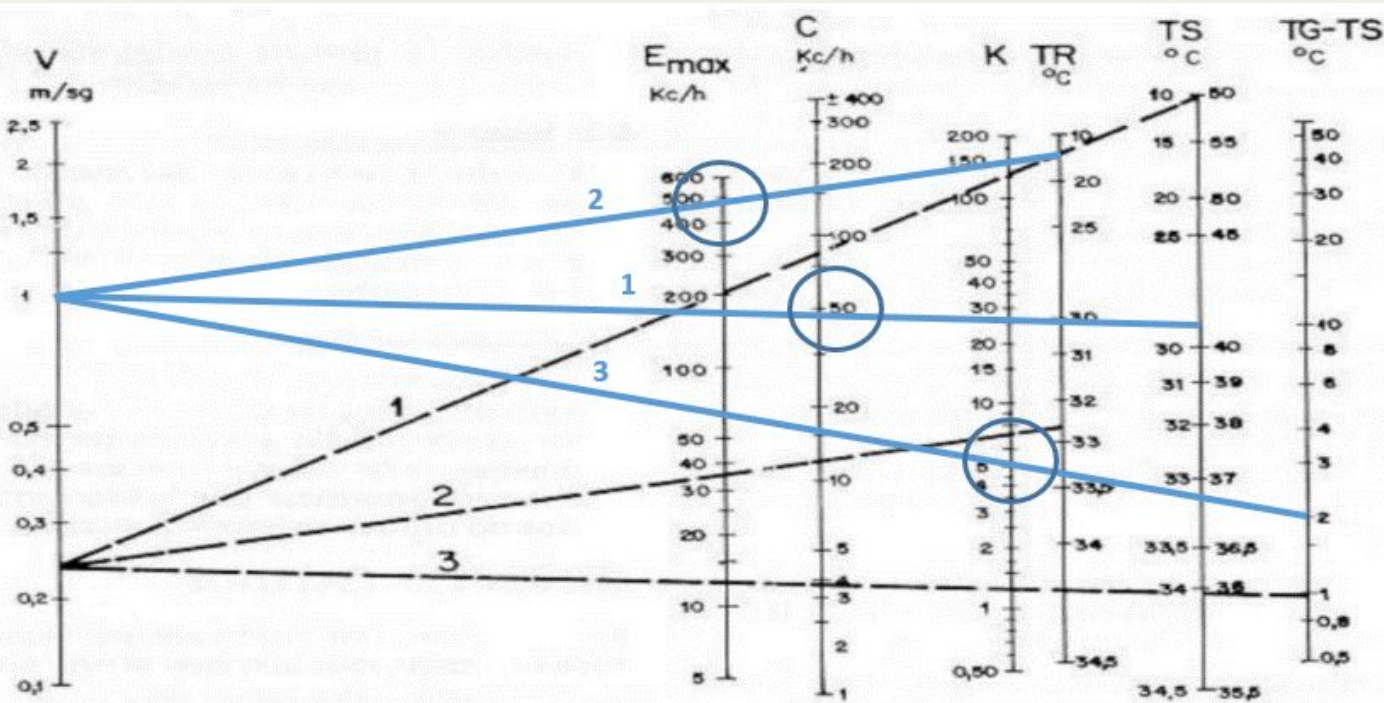
Rojo - Lugar descanso **TR=14,2 °C**



# IEC - CASO PRACTICO

## Tiempo máximo de exposición

Datos: Lugar de trabajo



### RECTAS

1 - Union V (1m/s) y TS (28°C)

$$C = -50 \text{ kcal/h}$$

2 - V (1m/s) y TR (15,5°C)

$$E_{\max} = 500 \text{ kcal/h}$$

3 - V (1m/s) y TG-TS

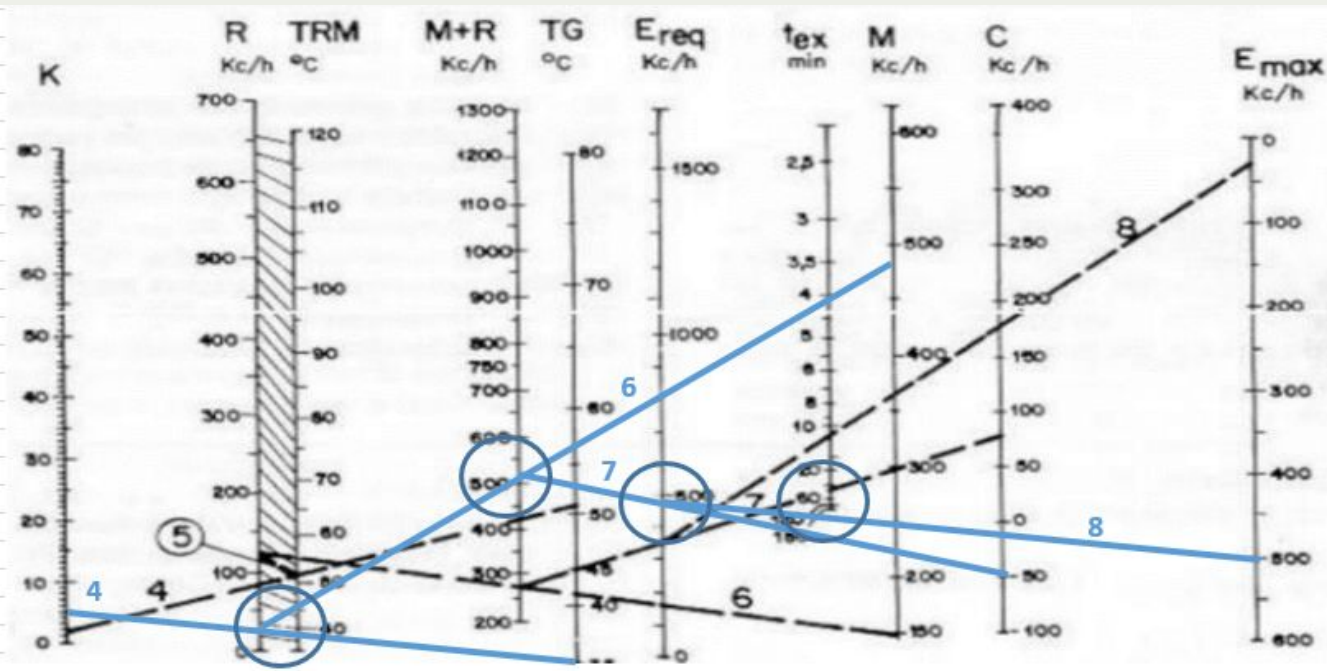
$$TG = 30^\circ\text{C}$$

$$TG - TS = 2^\circ\text{C}$$

$$K = 5$$

# IEC - CASO PRACTICO

## Tiempo máximo de exposición



### RECTAS

4 - Con K (5) y TG (30°C)  
**TRM = 38°C**

5 - Con TRM obtengo R  
**R = 20 kcal/h**

6 - Con R y M (482 kcal/h)  
**R+M = 500 kcal/h**

7 - Con M+R y C (-50 kcal/h)  
**Ereq = 480 kcal/h**

8 - Con Ereq y Emax (500)  
**Tex = 180 min = 3 hs**

# IEC - CASO PRACTICO

## Tiempo mínimo de descanso

Datos: Lugar de descanso

Debe realizarse el mismo procedimiento que se realizó antes pero con los datos para el lugar de descanso.

Obtengo valores de  $E_{req}$  y  $E_{max}$ :

$$\begin{aligned}E_{req} &= 200 \text{ kcal/h} \\E_{max} &= 300 \text{ kcal/h}\end{aligned}$$

Tiempo mínimo de descanso:

$$tr = 3600 / (E_{max} - E_{req}) = 3600 / (300 - 200) = 36 \text{ minutos}$$

# Método de Temperatura Globo Bulbo Húmedo (TGBH).

- Método de estimación de las condiciones de estrés térmico a las que estarán sometidos los trabajadores.
- Índice útil como aproximación primera

## Con exposición directa al sol:

$$TGBH = 0,7 TBH + 0,2 TG + 0,1 TBS$$

*TBH*: es la temperatura del bulbo húmedo

## Sin exposición directa al sol (interiores):

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

*TBS*: temperatura del bulbo húmedo

*TG*: temperatura de globo

# Método de Temperatura Globo Bulbo Húmedo (TGBH).

Los valores obtenidos de TGBH deben ajustarse en función de la vestimenta (VAR):

$$TGBH_{ef} = TGBH + VAR$$

<i>Tipo de ropa</i>	<i>VAR</i>
Ropa de trabajo: Camisa de manga y pantalón largo (Algodón)	0
Overol de material tejido (se considera prenda liviana por debajo)	0
Overol de polipropileno SMS de una sola capa	0,5
Overol de poliolefina de una sola capa	1
Ropa tejida de doble capa (generalmente se considera como una capa de ropa de tela tejida adicional sobre la ropa de trabajo)	3
Overol que constituya una barrera de vapor, con capucha	11



# Método de Temperatura Globo Bulbo Húmedo (TGBH).

<i>Ejemplo de actividades dentro de las categorías de gasto energético</i>	
<i>Categorías</i>	<i>Ejemplos</i>
<b>Reposada</b>	Sentado sosegadamente
	Sentado con movimientos moderados de los brazos
<b>Ligera</b>	Sentado con movimientos moderados de los brazos y piernas
	De pie, con un trabajo ligero o moderado en maquina o mesa utilizando principalmente los brazos
	Utilizando una sierra de mesa
	De pie con trabajo ligero o moderado en una maquina o banco y algun movimiento a su alrededor
<b>Moderada</b>	Limpiar estado de pie
	Levantar o empujar moderadamente estando en movimiento
	Andar en llano a 6 km/h llevando 3kg de peso
<b>Pesada</b>	Carpintero aserrando a mano
	Mover con una pala la tierra seca
	Trabajo fuerte de montaje discontinuo
	Levantamiento fuerte intermitente empujando o tirando (trabajo con pico o pala)
<b>Muy pesada</b>	Mover con una pala tierra mojada

# Método de Temperatura Globo Bulbo Húmedo (TGBH).

## Valores límites en función de las exigencias del trabajo y aclimatación

Exigencias del trabajo	Aclimatado				Sin aclimatar			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
100% trabajo	29,5	27,5	26		27,5	25	22,5	
75% trabajo - 25% descanso	30,5	28,5	27,5		29	26,5	24,5	
50% trabajo - 50% descanso	31,5	29,5	28,5	27,5	30	28	26,5	25
25% trabajo - 75% descanso	32,5	31	30	29,5	31	29	28	26,5

# TGBH - CASO PRACTICO

Tenemos un trabajador cuya tarea es trasladar una carretilla de arena en el exterior, la vestimenta es camiseta manga larga y pantalón. Debido a que la tarea la realizan entre dos trabajadores los mismos trabajaron la mitad del tiempo y descansaron la otra mitad.

Valores medidos:

TBS (temperatura ambiente de aire seco): 35°C

TBH (temperatura de bulbo húmedo): 26°C

TG (temperatura de globo o radiación): 37°C

# TGBH - CASO PRACTICO

Como se encuentra en exterior:

$$TGBH = 0,7TBH + 0,2TG + 0,1TBS$$

$$TGBH = 0,7(26^{\circ}C) + 0,2(37^{\circ}C) + 0,1(35^{\circ}C)$$

$$TGBH = 29,1^{\circ}C$$

Corrección por vestimenta, camisa manga larga y pantalón:

<i>Tipo de ropa</i>	<i>VAR</i>
Ropa de trabajo: Camisa de manga y pantalón largo (Algodón)	0
Quil de material tejido (se considera unido libre por	

# TGBH - CASO PRACTICO

Exigencias del trabajo

<b>Moderada</b>	Limpiar estado de pie
	Levantar o empujar moderadamente estando en movimiento
	Andar en llano a 6 km/h llevando 3kg de peso
<b>Pesada</b>	Carpintero aserrando a mano
	Mover con una pala la tierra seca
	Trabajo fuerte de montaje discontinuo
	Levantamiento fuerte intermitente empujando o tirando (trabajo con pico o pala)
<b>Muy</b>	

# TGBH - CASO PRACTICO

Valores límites de tiempo exposicion

$$TGBH = 29,1^{\circ}C$$

Exigencias del trabajo	Aclimatado				Ligero
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	
100% trabajo	29,5	27,5	26		27,5
75% trabajo - 25% descanso	30,5	28,5	27,5		29
50% trabajo - 50% descanso	31,5	29,5	28,5	27,5	30
25% trabajo - 75% descanso	32,5	31	30	29,5	31

**Valor límite es de 25% del total de horas trabajadas (jornada 8 horas)**

**Restantes horas debe realizar tarea sin riesgo de estrés térmico**

MECANISMOS  
FISIOLÓGICOS

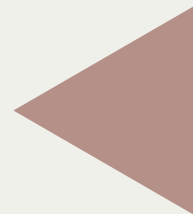
CONSECUENCIAS

DAÑOS EN LA  
SALUD

# ESTRÉS TÉRMICO POR FRÍO

-SURGE EN AMBIENTES FRÍOS QUE  
PROVOCAN UNA DISMINUCIÓN EN LA  
TEMPERATURA CORPORAL.

-EL CUERPO TIENE UN SISTEMA  
INEFICIENTE DE ADAPTACIÓN AL FRÍO :  
- IMPORTANCIA DE CONOCER LOS  
PELIGROS PARA TOMAR MEDIDAS  
EFICACES PARA EVITARLO



# MECANISMOS FISIOLÓGICOS

- Mantiene la constancia de ciertas características internas del organismo, frente a la variabilidad externa.
- Cuando el calor cedido del cuerpo al ambiente es excesivo, puede provocar una disminución de la temperatura corporal lo que conlleva a un riesgo de **hipotermia**.

## MEDIOS DEL CUERPO HUMANO PARA CONTRARRESTAR EL EFECTO DE BAJAS TEMPERATURAS

- **REACCIONES TÉRMICAS:**  
Desactivación de las glándulas sudoríparas para disminuir la sudoración.
- **REACCIONES DEL SISTEMA CIRCULATORIO:** En una vasoconstricción sanguínea, el cuerpo lleva la sangre caliente al centro donde se encuentran los principales órganos vitales y restringe su paso por las extremidades.
- **REACCIONES METABÓLICAS:**  
Aumento involuntario del metabolismo para compensar las pérdidas de calor.



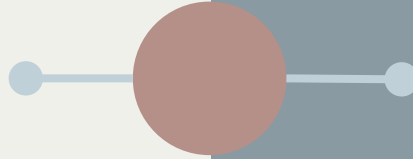
# SÍNTOMAS

SITUACIONES CLINICAS PROGRESIVAS DE LA HIPOTERMIA	
Temperatura Interna	
Temp [°C]	Síntomas Clínicos
37,6	Temperatura rectal normal
37	Temperatura oral normal
36	La relación metabólica aumenta en un intento de compensar la pérdida de calor.
35	Tiritones de intensidad máxima.
34	La víctima se encuentra consciente y responde; tiene la presión arterial normal.
33	Fuerte Hipotermia por debajo de esta temperatura.
32	Consciencia disminuida; la tensión arterial se hace difícil determinar; las pupilas están dilatadas aunque reaccionan a la luz; se deja de tiritar.
31	Pérdida progresiva de la consciencia; aumenta la rigidez muscular; resulta difícil determinar el pulso y la presión arterial; disminuye la frecuencia respiratoria.
30	
29	
28	Posible fibrilación ventricular con irritabilidad miocárdica.
27	Cesa el movimiento voluntario; la pupilas no reaccionan a la luz; ausencia de reflejos tendinosos profundos y superficiales.
25	Se puede producir fibrilación ventricular espontáneamente.
24	Edema Pulmonar.
22	Riesgo máxima de fibrilación ventricular
21	
20	Parada cardíaca.
18	Hipotermia accidental más baja para recuperar a la víctima
17	Electroencefalograma isoeléctrico.
9	Hipotermia más baja simulada por enfriamiento para recuperar al paciente.

El cuerpo va experimentando diversos síntomas a medida que disminuye la temperatura de exposición.

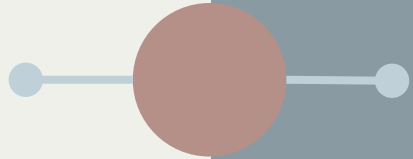
# CONSECUENCIAS

**HIPOTERMIA**



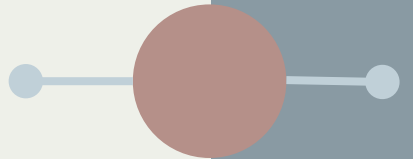
**CONGELAMIENTO DE  
EXTREMIDADES**

**DISMINUCIÓN EN LA  
CAPACIDAD DE REACCIÓN**



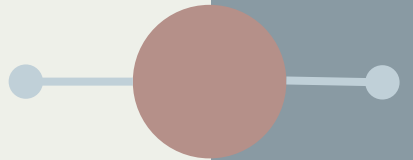
**EDEMA PULMONAR**

**PÉRDIDA DE CONOCIMIENTO**



**PARO CARDIACO**

**QUEMADURAS POR FRÍO**



**MUERTE**

# MEDIDAS PREVENTIVAS

LIMITES DE EXPOSICIÓN

AMBIENTES CÁLIDOS

CAPACITACIÓN

SEÑALIZACIÓN

DISMINUIR TIEMPOS

PLANIFICAR ACTIVIDADES

TRABAJO MÚLTIPLE

USO DE ROPA ADECUADA

MENOR TEMPERATURA, MAYOR ABRIGO

ROPA EN CAPAS

RESPONSABILIDAD

O  
R  
D  
E  
N  
  
G  
R  
A  
L.

O  
R  
G  
A  
N  
I  
Z  
A  
C.  
I  
O

P  
E  
R  
S  
O  
N  
A  
L  
E  
S

# CASO PRÁCTICO

→ Se desea valorar la **exposición laboral al frío** de un individuo que trabaja en una gran obra de construcción en Santa Cruz, el mismo estará expuesto a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  de temperatura del aire y sometido a velocidades de  $16\text{ km/h}$ , se encuentra realizando un trabajo pesado con ambos brazos.

$T_a = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$

$V = 16\text{ km/h}$

## NIVEL METABÓLICO:

1. Metabolismo Basal		MB (W)
Se considerará a MB		70
2. Adición derivada de la posición		MI (W)
Acostado o Sentado		21
De pie		42
Caminando		140
Subiendo pendiente		210
3. Adición derivada del tipo de trabajo		MII (W)
Trabajo Manual	Ligero	28
	Pesado	63
Trabajo Con Un Brazo	Ligero	70
	Pesado	126
Trabajo Con Ambos Brazos	Ligero	105
	Pesado	175
Trabajo Con el Cuerpo	Ligero	210
	Moderado	350
	Pesado	490
	Muy Pesado	630

$$M = MB + MI + MII$$

$$M = 70W + 42W + 175W = 287W$$

$$M = 287\text{ W} / 1.80\text{m}^2 = \mathbf{160\text{ W/m}^2}$$

# RIESGO DE CONGELAMIENTO

Velocidad estimada del viento (Km/h)	Lectura de la temperatura real (°C)											
	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-45	-51
TEMPERATURA EQUIVALENTE DE ENFRIAMIENTO (°C)												
En calma	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-45	-51
8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44	-49	-56
16	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57	-64	-71
24	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65	-73	-80
32	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71	-79	-85
40	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76	-83	-92
48	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-61	-70	-78	-87	-96
56	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81	-89	-98
64	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82	-91	-100
Las velocidades del viento superiores a 64 km/h tienen pocos efectos adicionales	<b>POCO PELIGROSO</b> En < horas con la piel seca. Peligro de falsa sensación de seguridad.			<b>PELIGRO CRECIENTE</b> El cuerpo expuesto se puede congelar en 1 minuto.				<b>GRAN PELIGRO</b> El cuerpo se puede congelar en 30 segundos.				

Poco riesgo de congelamiento.

# AISLACION REQUERIDA

## $I_{req}$

$V_{air} = 16 \text{ km/h} = 4.44 \text{ m/seg}$

$M = 160 \text{ W/m}^2$

$T = -10 \text{ (}^\circ\text{C)}$

IREQmin (clo) para $M = 200 \text{ w/m}^2$						
Var (m/seg)	ta					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	0.4	0.69	0.89	1.09	1.49	1.89
0.5	0.54	0.74	0.94	1.14	1.54	1.94
1	0.61	0.8	1	1.2	1.59	1.99
2	0.68	0.87	1.07	1.26	1.66	2.05
5	0.76	0.96	1.15	1.34	1.73	2.12

**AT (aislación total) = 1.34 (clo)** distribuidos en todo el cuerpo.

# VESTIMENTA NECESARIA

TIPO DE PRENDA	Aislamiento (CLO)	TIPO DE PRENDA	Aislamiento (CLO)
<b>Ropa interior</b>		- Vestido de manga corta	0.29
- Sujetador + tanga	0.04	- Vestido de manga larga de verano	0.29
- Sujetador + media hasta la rodilla + tanga	0.06	- Vestido de manga larga de invierno	0.40
- Tanga hombre	0.03	<b>Jerseys</b>	
- Calzoncillo corto	0.04	- Ligero manga corta con cuello en V de algodón	0.20
- Calzoncillo media pierna	0.08	- Ligero manga corta con cuello en V sintético	0.25
- Camiseta de tirantes de algodón	0.06	- Ligero de manga larga sintético	0.28
- Camiseta de algodón	0.10	- De manga larga sin cuello de lana	0.36
- Camiseta manga larga de algodón	0.12	<b>Varios</b>	
<b>Camisas y Blusas</b>		- Overol	0.52
- Polo de manga corta	0.17	- Chaqueta de trabajo sintética	0.21
- Camisa de manga corta	0.19	- Chaqueta de trabajo de algodón	0.26
- Camisa de manga larga ligera	0.20	- Blusa de laboratorio	0.35
- Camisa de manga larga normal	0.25	- Smoking: de verano	0.13
- Camisa de manga larga de franela	0.34	- Smoking: de invierno	0.45
- Blusa sin cuello	0.25	- Chaleco	0.13
<b>Pantalones</b>		<b>Zapatos - Calcetines</b>	
- Pantalones cortos de algodón	0.08	- Calcetines finos	0.02
- Pantalón ligero	0.20	- Calcetines gruesos	0.05
- Pantalón normal	0.25	- Media pierna finos	0.03
- Pantalón de franela	0.28	- Media pierna gruesos	0.10
- Pantalón-peto con tirantes	0.28	- Zapatos	0.03
<b>Faldas y Vestidos</b>		- Zapatillas de deporte	0.02
- Falda altura rodilla de verano	0.15	- Guantes gruesos	0.08
- Falda altura rodilla de invierno	0.23		

Icl: índice de vestimenta

$$Icl = 0.04 + 0.12 + 0.25 + 0.36 + 0.52 + 0.10 + 0.03 + 0.08 = 1.50$$

$$1.50 (Icl) > 1.34 (clo)$$

Verifica

TIEMPO MÁXIMO DE  
EXPOSICIÓN (h)

$$Var = 16 \text{ km/h} = 4.44 \text{ m/seg}$$

$$M = 160 \text{ W/m}^2$$

$$Icl = 1.50 (clo)$$

Icl (clo)	Var (m/seg)	ta					
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
1.5	0.2	>8	>8	>8	>8	1.38	0.59
	0.5	>8	>8	>8	>8	1.13	0.53
	1	>8	>8	>8	>8	0.93	0.47
	2	>8	>8	>8	5.7	0.76	0.41
	5	>8	>8	>8	2.22	0.6	0.35

**NO podrá permanecer más de 2.22 hs**  
en dichas condiciones.



# ¡GRACIAS!

