

Comunidad Nacional de Conocimiento:

Para la prevención de
peligros físicos

PLAN NACIONAL
MULTIMODAL
DE EDUCACIÓN EN SST **2023**

LA ASEGURADORA
DE TODOS LOS
COLOMBIANOS



Positiva Compañía
de Seguros



@PositivaCol



PositivaCol



Positiva Colombia



MINISTERIO DE HACIENDA Y
CRÉDITO PÚBLICO

Comunidad Nacional de Conocimiento para:

La Prevención de Peligros Físicos

CONFORT TÉRMICO: IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN, FORMAS DE EXPOSICIÓN Y APLICACIÓN DE CONTROLES



Experto Líder

*de la comunidad, prevención
de peligros físicos*

Jorge Andrés Cruz Laverde

Correo: jorgeandrescruzl@gmail.com

Contacto: +571 310 232 4055

Ruta de conocimiento

01

CONCEPTOS BÁSICOS Y LEGISLACIÓN APLICABLE EN PELIGROS FÍSICOS

05

EXPOSICIÓN A PRESIONES EXTREMAS

09

EXPOSICIÓN A RADIACIONES NO IONIZANTES

02

EXPOSICIÓN A RUIDO: IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y FORMAS DE EXPOSICIÓN

06

EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS EXTREMAS

10

EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES

03

EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN CUERPO ENTERO

07

CONFORT TÉRMICO: IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN, FORMAS DE EXPOSICIÓN Y APLICACIÓN DE CONTROLES

11

TALLER DE CONTROLES PARA PELIGROS FÍSICOS

04

EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN MANO BRAZO

08

ILUMINACIÓN: IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN, FORMAS DE EXPOSICIÓN Y APLICACIÓN DE CONTROLES

12

GESTIÓN INTEGRAL DE PELIGROS FÍSICOS

EVALUÉMONOS



“ La educación es el arma más poderosa que puede usar para cambiar el mundo. ”

Nelson Mandela



Tabla de contenidos



Identificar las características de confort térmico por calor o frío

Momento 1



Conocer las formas de exposición a confort térmico por calor o frío

Momento 2



Efectos que puede tener en la salud la exposición a confort térmico por calor o frío y controles a tener en cuenta

Momento 3

Objetivo general

Identificar en que consiste la exposición disconfort térmico por frio o calor y sus efectos en las empresas y trabajadores



Objetivos específicos



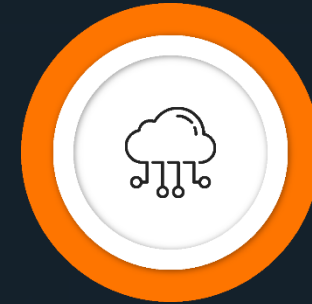
Objetivo 1

Identificar las características de exposición a disconfort térmico por calor o frío



Objetivo 2

Asociar la exposición a disconfort térmico en los diversos ámbitos laborales



Objetivo 3

Identificar que efectos puede tener la exposición a disconfort térmico en la salud de los trabajadores y las formas de control

PELIGROS FISICOS

PLAN NACIONAL
MULTIMODAL
DE EDUCACIÓN EN SST **2023**



PELIGROS FISICOS

Son distintas formas de energías que, generadas por fuentes concretas, pueden afectar a los trabajadores sometidos a ellas. Estas energías pueden ser mecánicas, térmicas o electromagnéticas, provocando efectos muy distintos entre sí.

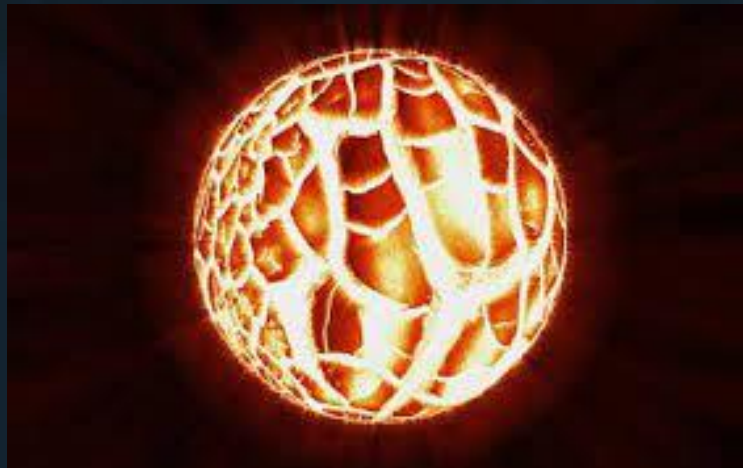


CLASES DE PELIGROS HIGIENICOS FISICOS

TIPO DE ENERGIA	TIPO DE PELIGRO	CLASE
MECANICA	RUIDO	Continuo o estacionario
		Intermitente
		Impacto o impulso
		Ultrasonido
		Infrasonido
	VIBRACION	Cuerpo entero
		Mano brazo
PRESIONES EXTREMAS	Ambiente hiperbarico	
	Ambiente hipobarico	
TERMICA	ESTRÉS TERMICO POR CALOR	
	ESTRÉS TERMICO POR FRIO	
	CONFORT TERMICO	(FACTOR DE CONFORT)
ELECTROMAGNETICA	RADIACIONES NO IONIZANTES	Ultra Violeta
		Visible
		Infrarroja
		Microondas
		Radiofrecuencia
		Campos Electricos
		Campos Magneticos
		RADIACIONES IONIZANTES
	Radiación γ	
	Particulas α	
	Particulas β	
	Neutrones	

CALOR

Energía que se manifiesta por un aumento de temperatura y procede de la transformación de otras energías.



TEMPERATURA

Grado o nivel térmico de un cuerpo o de la atmósfera

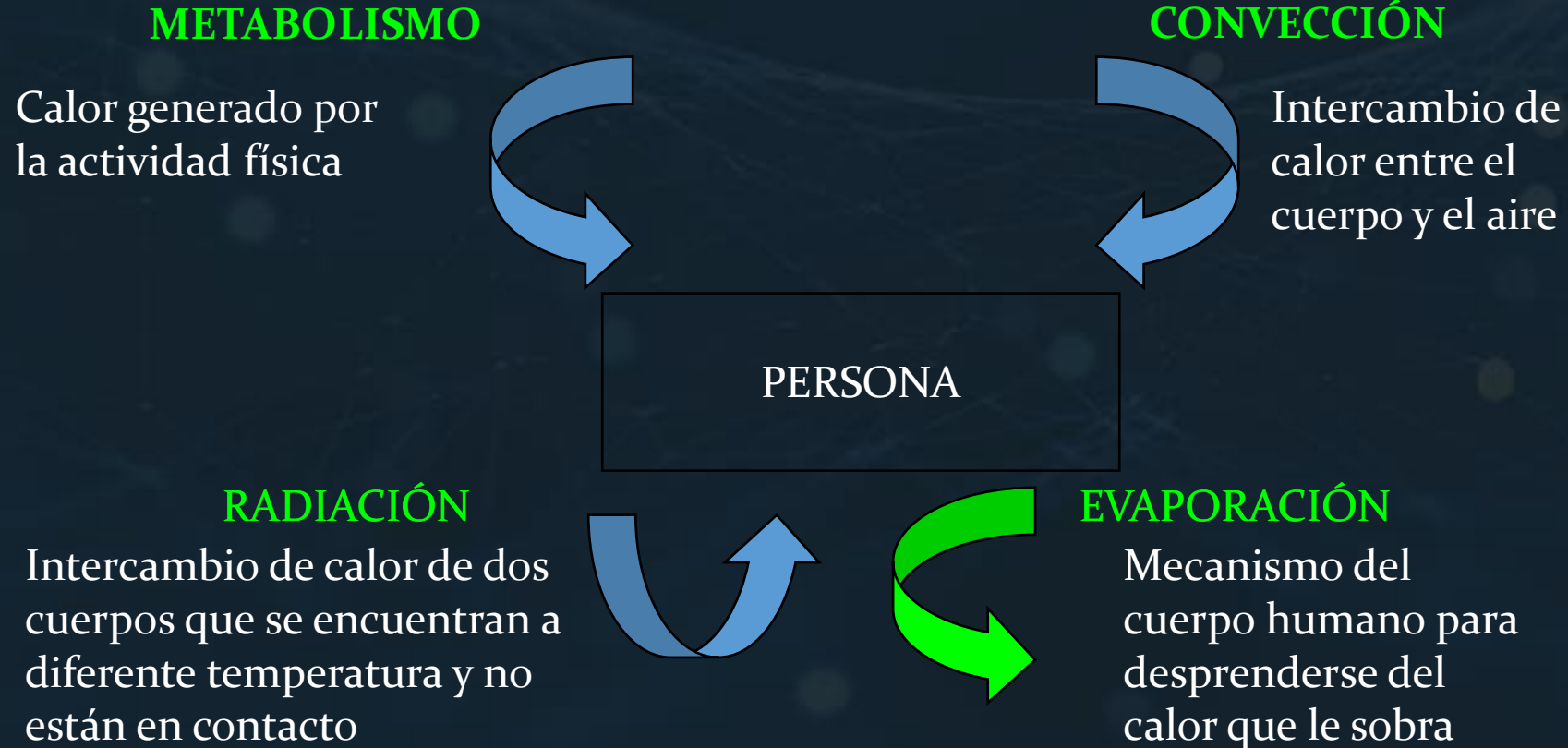
Grado Celcius

Grados Fahrenheit

Grados Kelvin



- **Mecanismos de intercambio de calor**



Todos los cuerpos emiten radiación infrarroja, dependiendo de su temperatura, al tiempo que absorben la radiación infrarroja que les llega de otros objetos

La cantidad de sudor que puede evaporarse depende de la humedad del ambiente y de la velocidad del aire que le rodea

CONFORT TÉRMICO

Estado de completo bienestar físico, mental y social.

Se pretende que las personas se encuentren bien, no que estén menos mal.

El confort, depende de multitud de factores personales y parámetros físicos.

El confort térmico representa el sentirse bien desde el punto de vista del ambiente higrotérmico exterior a la persona.

Los límites extremos, desde el punto de vista térmico, pueden resultar dañinos, e incluso mortales, para el ser humano.



DISCONFORT TÉRMICO

Las condiciones de disconfort, bien sea por frío o por calor, obligan al organismo a realizar ajustes fisiológicos para conservar su temperatura dentro de los límites de la normalidad

Serán más o menos importantes dependiendo de las condiciones ambientales y personales

En cualquier caso, aparecerán molestias de tipo psicológico, aunque no haya daños fisiológicos



CONDICIONES ATMOSFÉRICAS QUE AFECTAN EL CONFORT TÉRMICO

Temperatura

El Adecuado medio ambiente elimina el esfuerzo fisiológico de acomodación

Humedad

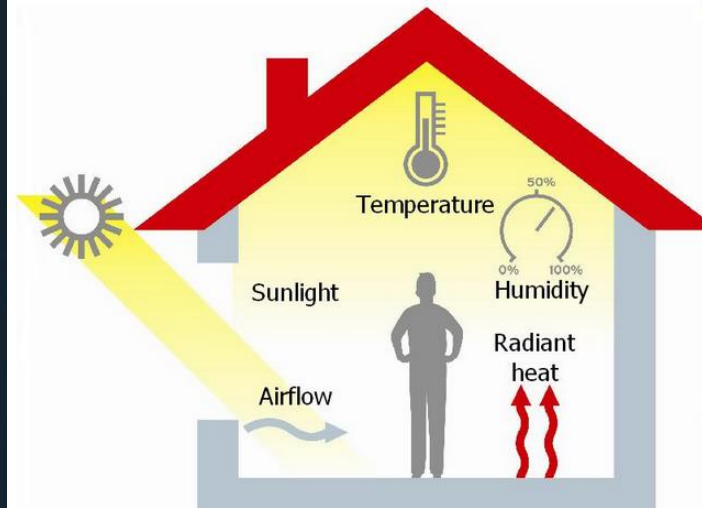
Evaporación a través de la piel

Confort térmico y humedad del aire ambiente

nivel de humedad, se produce un fenómeno de incomodidad fisiológica, que puede llegar a manifestarse en forma de sudor.



ESTRÉS TÉRMICO POR FRÍO



Movimiento del Aire
inferior a 0,1 m/s
adecuado los 0,25 m/s
mayor a los 0,25 m/s

Pureza del Aire (15 Kg de aire cada día)
Olores
Partículas
Humo

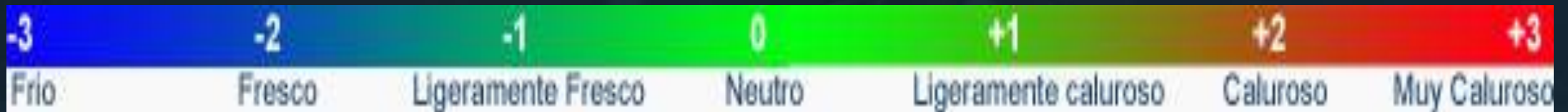


METODO FAGNER - ISO 7730

A partir de la información relativa a la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa o la presión parcial del vapor de agua, el método calcula dos índices denominados **Voto medio estimado** (*PMV-predicted mean vote*) y **Porcentaje de personas insatisfechas** (*PPD-predicted percentage dissatisfied*)



- EL ***Voto medio estimado*** es un índice que refleja el valor de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala de sensación térmica de 7 niveles (frío, fresco, ligeramente fresco, neutro, ligeramente caluroso, caluroso, muy caluroso), basado en el equilibrio térmico del cuerpo humano (La producción interna de calor del cuerpo es igual a su pérdida hacia el ambiente)



- Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) permitirá predecir el porcentaje de personas que considerarán dicha situación como no confortable



- El procedimiento de aplicación del método se resume en los siguientes pasos:
- 1. Recopilación de información, que incluirá:
 - 1.1. El Aislamiento de la ropa.
 - 1.2. La Tasa metabólica.
 - 1.3. Características del ambiente, definida por:
 - La Temperatura del aire. - La Temperatura radiante. - La Humedad relativa o la Presión parcial del vapor de agua.
 - La Velocidad relativa del aire
- 2. Cálculo del **Voto medio estimado (PMV)**.
- 3. Obtención de la sensación térmica global a partir del Voto medio estimado, según la escala de 7 niveles definida por Fanger.
- 4. Cálculo de **Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD)** a partir del valor del PMV.
- 5. Análisis de resultados: (estos puntos se proponen como complemento a la aplicación del método propiamente dicho).
 - - Valoración de la situación (satisfactoria o no adecuada) en función del valor del PMV y del PPD. - Análisis del balance térmico correspondiente a las condiciones evaluadas.
- 6. Si la situación resulta insatisfactoria proponer las correcciones oportunas de mejora de las condiciones térmicas.



1. Recopilación de datos necesarios para el cálculo: El método

1.1. El Aislamiento de la ropa:

TIPO DE VESTIDO	UNIDAD DE AISLAMIENTO (CLO)
Desnudo	0
En pantalones cortos	0.1
Vestimenta tropical en exteriores: Camisa abierta con mangas cortas, pantalones cortos, calcetines finos y sandalias.	0.3
Ropa ligera de verano: camisa ligera de mangas cortas, pantalones largos, calcetines finos, zapatos	0.5
Ropa de trabajo: camiseta, camisa con mangas largas, pantalones de vestir, calcetines y zapatos	0.8
Ropa de invierno y de trabajo en interiores: Camiseta y camisa de manga larga, calcetines de lana y zapatos	1
Vestimenta completa y de trabajo en interiores: Camiseta y camisa de manga larga, chaleco, corbata, chaqueta, pantalones de lana, calcetines de lana y zapatos	1.5

1.2. La Tasa metabólica:

La **tasa metabólica** mide el gasto energético muscular que experimenta el trabajador cuando desarrolla una tarea, gran parte de dicha energía es transformada directamente en calor.

Aproximadamente sólo el 25% de la energía es aprovechada en realizar el trabajo, el resto se convierte en calor, circunstancia observada por Fanger e incluida en su análisis del confort térmico.

El cálculo de la tasa metabólica será necesario no sólo como variable para la estimación del bienestar térmico mediante el Voto Medio Estimado, sino también para la evaluación de la carga física asociada a la tarea, al observarse una relación directa entre la dureza de la actividad desarrollada y el valor de la tasa metabólica.

Nivel de actividad	metabolismo de trabajo kcal/jornada (8h.)
Trabajo ligero	< 1600
Trabajo medio	1600 a 2000
Trabajo pesado	> 2000



El valor de la tasa metabólica puede estimarse mediante la aplicación de los siguientes métodos, clasificados en 4 niveles según su precisión:

NIVEL	Métodos de estimación del metabolismo
Nivel 1 TANTEO	1.A. Estimación de la tasa metabólica en función la profesión. (ISO 8996) 1.B. Estimación de la tasa metabólica en función del tipo de actividad. (ISO 8996 - ISO 7730)
Nivel 2 OBSERVACIÓN	2. A. Estimación de la tasa metabólica a partir de los componentes de la actividad (ISO 8996, INSHT- NTP 323) 2. B. Estimación de la tasa metabólica por actividad-tipo (ISO 8996, INSHT- NTP 323) .
Nivel 3 ANÁLISIS	Estimación de la tasa metabólica en función del ritmo cardiaco bajo condiciones determinadas ISO 8996.
Nivel 4 ACTUACIÓN EXPERTA	Medida del consumo de oxígeno. Método del agua doblemente marcada Calorimetría directa.



Características del ambiente

- Para finalizar con la recopilación de datos se registrarán las características del ambiente mediante la medición o cálculo de las siguientes variables:
- La **Temperatura del aire** medida en grados Celsius. Si se dispone de la medida en grados Kelvin se aplicará la siguiente conversión: $(T^{\circ} (C^{\circ}) + 273)$.
- La **Temperatura radiante media** que se corresponde con el intercambio de calor por radiación entre el cuerpo y las superficies que lo rodean. Dicha variable deberá indicarse en grados Celsius, si se dispone de la medida en grados Kelvin se aplicará la siguiente conversión: $(T^{\circ} (C^{\circ}) + 273)$.

La temperatura radiante media se puede calcular a partir de los valores medidos de la temperatura seca, la temperatura de globo y la velocidad relativa del aire mediante la siguiente ecuación:

$$T^{\text{a radiante media}} (C^{\circ}) = T^{\text{a de globo}} (C^{\circ}) + 1,9 \sqrt{\text{velocidad del aire (m/s)} (T^{\text{a de globo}} (C^{\circ}) - T^{\text{a seca}} (C^{\circ}))}$$

Características del ambiente

- La **Humedad relativa** medida en porcentaje o la **Presión parcial del vapor de agua** medida en *Pa*.
- La **Velocidad relativa del aire** medida en *m/s*.



ETAPA DE CÁLCULO

el cálculo del **Voto medio estimado (PMV)** mediante "la ecuación del confort" definida por Fanger

$$PMV = [0.303 * \exp(-0,036 M) + 0,028] *$$

$$\left\{ \begin{aligned} &(M - W) - 3,05 * 10^{-3} * [5733 - 6,99 * (M - W) - p_a] - 0,42 * [(M - W) - 58,15] \\ &- 1,7 * 10^{-5} * M * (5867 - p_a) - 0,0014 * M * (34 - t_a) \\ &- 3,96 * 10^{-8} * f_{cl} * \left[(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4 \right] - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 * (M - W) - I_{cl} * \left\{ 3,96 * 10^{-8} * f_{cl} * \left[(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4 \right] - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a) \right\}$$

$$h_{cl} = \begin{cases} 2,38 * |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{para } 2,38 * |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1\sqrt{v_{ar}} \\ 12,1\sqrt{v_{ar}} & \text{para } 2,38 * |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1\sqrt{v_{ar}} \end{cases}$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 * I_{cl} & \text{para } I_{cl} \leq 0,078 m^2 k / w \\ 1,05 + 0,645 * I_{cl} & \text{para } I_{cl} > 0,078 m^2 k / w \end{cases}$$

M es la tasa metabólica en W/m^2 .

W es la potencia mecánica efectiva en W/m^2 (puede estimarse en 0).

I_{cl} es el aislamiento de la ropa en m^2K/W .

f_{cl} es el factor de superficie de la ropa .

t_a es la temperatura del aire en C° .

\bar{t}_r es la temperatura radiante media en C° .

v_{ar} es la velocidad relativa del aire en m/s.

p_a es la presión parcial del vapor de agua en Pa.

$$p_a = RH * 10 * \exp(16.6536 -$$

$$4030.183 / t_a + 235) \text{ para } p_a = 0 ; \text{ Donde: RH es la humedad relativa}$$

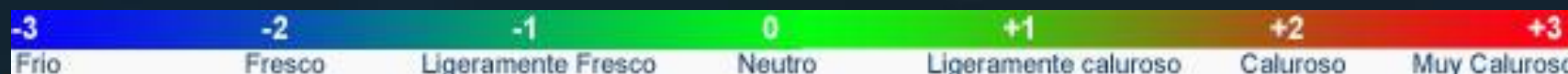
$$\text{del aire medida en porcentaje}$$

h_c es el coeficiente de transmisión del calor por convección en $W/(m^2K)$

t_{cl} es la temperatura de la superficie de la ropa en C°

Seguidamente, el valor obtenido para el **Voto medio estimado (PMV)** se comparará con la siguiente escala de sensación térmica organizada en siete niveles, con el fin de determinar la sensación térmica global percibida por la mayoría de los trabajadores correspondiente a las condiciones evaluadas

Rango de valores	Sensación térmica
3,00	Muy caluroso
+ 2	Calurosos
+ 1	Ligeramente caluroso
0,00	Neutro
-1	Ligeramente fresco
-2	Fresco
-3	Frío

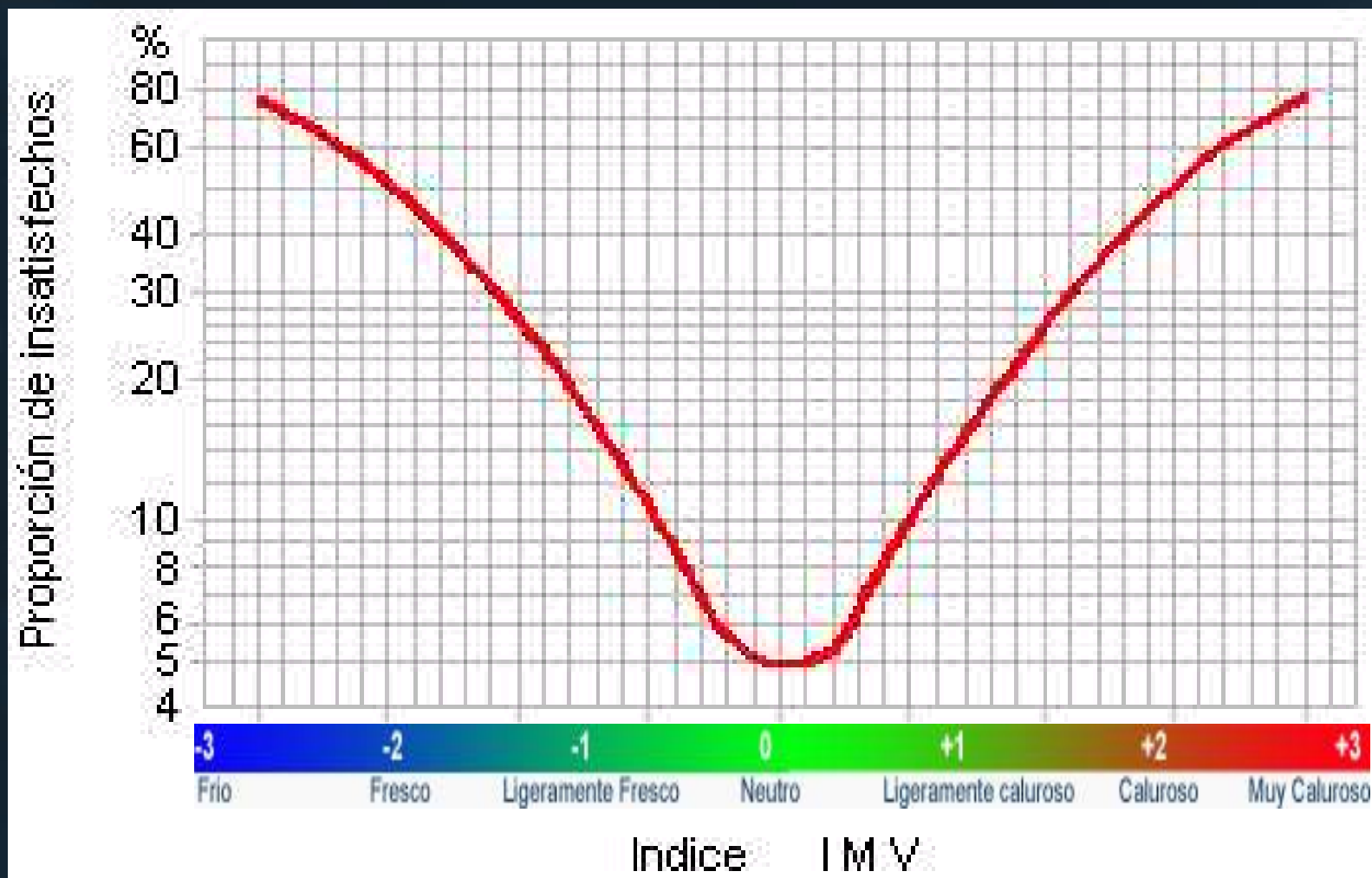


El método completa su análisis con la estimación del **Porcentaje de personas insatisfechas (PPD)** a partir del **Voto medio estimado (PMV)**. Dicho índice analiza aquellos votos dispersos alrededor del valor medio obtenido, y representa a las personas que considerarían la sensación térmica como desagradable, demasiado fría o calurosa.

La siguiente fórmula representa el cálculo del **Porcentaje de personas insatisfechas (PPD)**

$$PPD = 100 - 95 * \exp(-0,03353 * PMV^4 - 0,2179 * PMV^2)$$



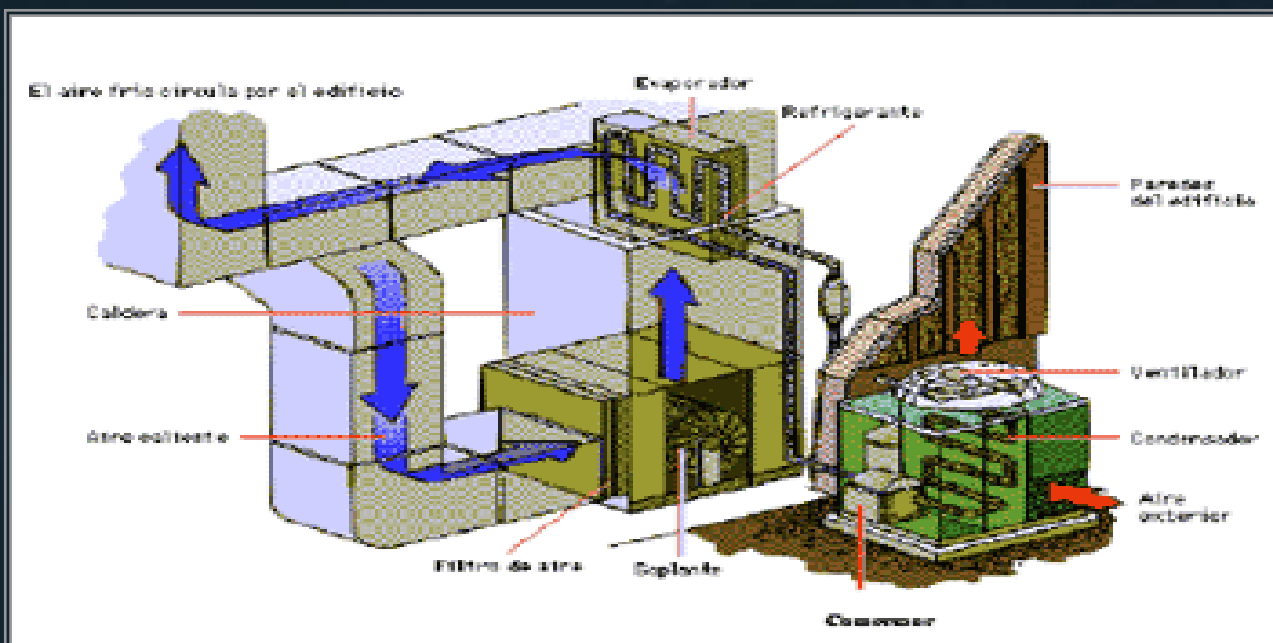


- **Actividad ligera, esencialmente sedentaria en condiciones invernales (período de calefacción)**
- La temperatura operativa 20°C y los 24°C ($22 \pm 2^{\circ}\text{C}$).
- La diferencia vertical de temperatura del aire entre 1,1 m y 0,1 m sobre el suelo (nivel de la cabeza y nivel de los tobillos) debe ser inferior a 3°C .
- La temperatura superficial del suelo entre 19°C y 26°C , pero los sistemas de calefacción del suelo deben estar concebidos para mantenerlos a 29°C .
- La asimetría de la temperatura de radiación en ventanas y otras superficies verticales frías debe ser inferior a 5°C (relativa a un pequeño plano horizontal situado a 0,6 m sobre el suelo).
- La asimetría de la temperatura de radiación debida a un techo ligeramente caliente debe ser inferior a 10°C (relativa a un pequeño plano horizontal situado a 0,6 m sobre el suelo).
- La humedad relativa debe permanecer entre el 40% y el 70%.



CONTROLES





Para conservar la destreza manual para prevenir accidentes, se requiere una protección especial de las manos.

Si hay que realizar trabajo de precisión con las manos al descubierto durante más de 10-20 minutos en un ambiente por debajo de los 16° C (60,8° F), se deberán tomar medidas especiales para que los trabajadores puedan mantener las manos calientes, pudiendo utilizarse para este fin chorros de aire caliente, aparatos de calefacción de calor radiante (quemadores de fuel-oil o radiadores eléctricos) o placas de contacto calientes. A temperaturas por debajo de -1° C (30,2° F), los mangos metálicos de las herramientas y las barras de control se recubrirán de material aislante térmico.



Si la temperatura del aire desciende por debajo de los 16° C (60,8° F) para trabajo sedentario, 4°C (39,2°F) para trabajo ligero y -7°C (19,4°F) para trabajo moderado, sin que se requiera destreza manual, los trabajadores usarán guantes.

Si el trabajo se realiza en un medio ambiente a o por debajo de 4°C (39,2°F), hay que proveer protección corporal total o adicional. Los trabajadores llevarán ropa protectora adecuada para el nivel de frío y la actividad física cuando:

1. Si la velocidad del aire en el lugar del trabajo aumenta por el viento, corrientes o equipo de ventilación artificial, el efecto de enfriamiento por el viento se reducirá protegiendo (apantallando) la zona de trabajo o bien usando una prenda exterior de capas cortaviento fácil de quitar.



BIBLIOGRAFIA

1

https://ashconsultores.com.ar/wp-content/uploads/2019/06/Libro_Seguridad_e_Higiene_industrial_ges.pdf

2

<https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/2400%20-%201979.pdf>

3

https://www.insst.es/documents/94886/96076/Higiene+industrial/eb2a1df4-baf4-4561-a172-deeecfe48fcb_

4

<https://www.insst.es/documents/94886/162520/Enciclopedia+de+la+OIT:+Cap%C3%ADtulo+42.+Calor+y+fr%C3%ADo>

PREGUNTAS

PLAN NACIONAL
MULTIMODAL
DE EDUCACIÓN EN SST **2023**



EVALUÉMONOS



Disponemos para ti los
canales de atención del:

PLAN NACIONAL
MULTIMODAL
DE EDUCACIÓN EN SST **2023**



Educación virtual
+1.000 cursos virtuales y
Curso obligatorio cumplimiento

educavirtual@positiva.gov.co



**Educación presencial y
talleres web**
Congresos Nacionales

Positiva.educa@positiva.gov.co

Todo lo tienes con Positiva

Entra aquí, y descubrelo

<https://posipedia.com.co/>



Presentaciones
Técnicas



Juegos
Digitales



Ludo
Prevención

Positiva siempre contigo

La magia comienza aquí

<https://posipedia.com.co/>



Audios



Videos



Mailings

