

CONFORT TÉRMICO EN AMBIENTES LABORALES

CONFORT TÉRMICO EN AMBIENTES LABORALES

Christian Albornoz V., Rolando Vilasau D., Juan Alcaíno L.
Departamento de Salud Ocupacional
Instituto de Salud Pública de Chile.

CONFORT TÉRMICO EN AMBIENTES LABORALES

I.- INTRODUCCIÓN.

En la actualidad existe una gran cantidad de trabajadores(as) que realizan sus labores en puestos de trabajo ubicados al interior de edificios, hospitales, tiendas comerciales, etc. en los cuales ha sido necesario acondicionar el aire de estos espacios, calentándolos en invierno y enfriándolos en verano, situación que ha agudizado los problemas asociados a la falta de confort térmico. Por tal motivo, es necesario que en estos lugares de trabajo exista una armonía entre la comodidad térmica del trabajador con su entorno. El concepto de “confort térmico” describe el estado mental de una persona en términos de percibir un ambiente demasiado caluroso o demasiado frío¹. Por otro lado también se puede definir como una manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción entre el trabajador con el ambiente térmico existente².

En Chile la exposición ocupacional a calor y frío se encuentra regulada en el Decreto Supremo N°594/99, del Ministerio de Salud (Reglamento Sanitario sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo), a través de la evaluación del índice de estrés térmico en el caso de la exposición a calor, y de criterios de permanencia en función de la sensación térmica o rangos de temperatura en exposición a frío. Estas metodologías son poco probables de aplicar en actividades que se desarrollan en recintos donde se acondiciona al aire debido a que en general las condiciones de temperatura ambiental del lugar de trabajo no producen una condición de estrés térmico sino más bien podrían afectar el confort térmico de los trabajadores(as).

Dado que nuestro país no cuenta con normativas específicas que regulen las condiciones de confort térmico en los lugares de trabajo, no es considerado como un problema prioritario que se aborde en el ámbito de la prevención de riesgos laborales, situación que ha contribuido a que nuestro país no tenga información que relacione el confort térmico con niveles de productividad, accidentes laborales y, especialmente, en las consecuencias sobre la salud de los trabajadores(as).

Evaluar el confort térmico es una tarea compleja, dado que considerar confortable un ambiente es valorar o cuantificar sensaciones que llevan una importante carga subjetiva; sin embargo, existen intercambios térmicos que influyen entre el individuo y el medio ambiente y que contribuyen a la sensación de confort. Al respecto, las variables a considerar son: la temperatura del aire, la temperatura de las paredes y objetos que nos rodean, la humedad del aire, la actividad física, el tipo de ropa y la velocidad del aire.³

II.- METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN PARA CONFORT TÉRMICO

Una de las estrategias básicas utilizadas para medir el confort térmico es a través del cálculo del equilibrio o balance térmico, el cual se logra determinar una vez que la temperatura corporal producida por el

1 Thermal Comfort in the workplace (HSE, s.f.).

2 ASEPEYO 2005, Confort Térmico.

3 Ficha Técnica FT- 4. Confort Térmico Número 99/2007 “Evaluación del Bienestar Térmico a través de la Temperatura Operativa” España.

individuo y la pérdida de calor producto de las condiciones ambientales se igualan, sin embargo esta metodología carece de elementos técnicos que permitan objetivamente medir la sensación de confort térmico, puesto que el organismo es capaz de lograr el balance térmico en una amplia gama de combinaciones que incluyen variables ambientales y cargas o tipos de trabajo⁴, las que en definitiva no garantizan que los trabajadores(as) pudiesen calificarlas como confortables.

Una de las primeras propuestas fue elaborada por **Yaglou** y colaboradores en el año 1923, quienes desarrollaron una herramienta de evaluación del confort térmico denominado “temperatura efectiva”, donde intervienen variables como la temperatura del aire, temperatura húmeda del aire y la velocidad del aire. Este método establece un ábaco en donde se relacionan las variables de temperatura y velocidad del aire para sujetos vestidos y en reposo.

El principal problema de este método es la ausencia de una variable muy importante que es la influencia de la temperatura radiante, variable que posteriormente fue estudiada e incluida por **Bedford** (Temperatura Efectiva Corregida, 1946), puesto que con esta nueva variable se pudo calcular la temperatura radiante media a través de la lectura de la temperatura de globo, dando un importante avance en el cálculo del confort térmico.

Dos décadas después **Povl Ole Fanger** (Thermal Confort, McGraw-Hill, 1973)⁵ presentó un método de valoración que incluyó prácticamente la totalidad de las variables que en la actualidad se utilizan, variables que se acercan a la realidad dado que influyen en los intercambios térmicos hombre-ambiente, lo que en definitiva contribuye a la sensación de confort térmico. Las variables que Povl Ole Fanger consideró, fueron: nivel de actividad (física), características de la ropa, temperatura seca (del aire ambiental), humedad relativa del ambiente, temperatura radiante media y velocidad del aire.

El método permite cuantificar el grado de confort a través de la proporción de insatisfechos (IMV) y el porcentaje de personas que para cada valor del índice expresan su conformidad o disconformidad (PPD) con el ambiente en cuestión. La correlación propuesta por Fanger es el resultado de un estudio estadístico realizado a 1.300 personas expuestas durante tres horas a un ambiente determinado⁶.

III.- NORMATIVA INTERNACIONAL.

La comunidad Europea considera el método de Fanger como la herramienta de evaluación a través de la norma UNE-EN ISO 7730:2006, integrando los factores de nivel de actividad (física), características de la ropa, temperatura seca del aire, humedad relativa del ambiente, temperatura radiante media y velocidad relativa del aire, considerando además el porcentaje de personas insatisfechas (PPD por sus siglas en inglés) con las condiciones térmicas del ambiente.

IV.- DESARROLLO DEL MÉTODO.

Los factores que influyen en el confort térmico según el método de Fanger son tanto ambientales como personales. Estos factores pueden ser independientes entre sí, pero juntos contribuyen a la comodidad térmica.

a) Factores ambientales:

- **Temperatura del aire:** Esta es la temperatura del aire que rodea el cuerpo. Esta temperatura se trabaja en (°C).

4 D. Mas, J. Antonio. “Evaluación Del Confort Térmico Con El Método De Fanger”.

5 Fanger, P.O., 1972. Thermal Confort. Mc Graw Hill, New York.

6 NTP 74: Confort térmico – “Método de Fanger para su Evaluación”. INSHT

- **Temperatura radiante:** La radiación térmica es el calor que irradia de un objeto caliente. El calor radiante puede estar presente si hay fuentes de calor en un entorno. Esta temperatura se trabaja en (°C).
- **Velocidad del aire:** Esto describe la velocidad del aire que se mueve a través del individuo y puede ayudar a enfriar si el aire es más frío que el medio ambiente. La velocidad del aire se trabaja en (m/s).
- **Humedad:** La humedad es el contenido de vapor de agua que tiene el aire. El mecanismo por el cual se elimina calor del organismo es a través de la transpiración. Un valor importante relacionado con la humedad es el de la humedad relativa, que es el porcentaje de humedad que tiene el aire respecto al máximo que admitiría. La humedad relativa se trabaja en (%) y para efectos de aplicación del método se estima una humedad relativa del 50%.

b) Factores personales:

- **Resistencia térmica de la vestimenta:** El tipo de ropa es una variable que influye de manera importante en nuestra sensación de confort; cuanto mayor es la resistencia térmica de las prendas de vestir, más difícil es para el organismo desprenderse del calor generado y cederlo al ambiente. El confort térmico se alcanza cuando se produce cierto equilibrio entre el calor generado por el organismo como consecuencia de la demanda energética y el que es capaz de ceder o recibir del ambiente. El aislamiento de la ropa de trabajo se mide a través de la unidad de medida (clo).
- **Actividad metabólica:** El trabajo físico que se realiza genera calor. Independientemente de las condiciones ambientales, realizar una actividad intensa genera una mayor sensación de calor que debe ser eliminado del cuerpo. El calor metabólico se trabaja en la unidad (met).

Nota: El calor metabólico y la resistencia térmica de la vestimenta se puede estimar usando tablas de referencia de la norma UNE 7730, considerando el tipo de actividad y la época del año.

Una vez que se hayan estimado o medido estos factores (personales y ambientales), se procede a calcular la temperatura radiante media (E_r), la cual se obtiene a partir de los valores medidos de la temperatura de globo (t_g), la temperatura seca (t_s), y la velocidad relativa del aire (V_{ar}). Según se expresa en la siguiente formula:

$$\bar{t}_r = t_g + 1,9 \sqrt{v_{ar} (t_g - t_s)}$$

Nota: La velocidad relativa del aire es la suma de la velocidad del aire respecto del cuerpo que se mantenga quieto y la velocidad del movimiento del cuerpo respecto al aire quieto⁷.

c) Cálculo de la Temperatura Operativa

La temperatura operativa es la temperatura uniforme de un recinto negro imaginario en el que un ocupante intercambiaría la misma cantidad total de energía por radiación y convección en el ambiente, que en el local real no uniforme⁸.

7 UNE-EN ISO 7730:2006

8 Ficha Técnica FT- 4. Confort Térmico Número 99/2007 "Evaluación del Bienestar Térmico a través de la Temperatura Operativa" España.

La temperatura operativa es una ponderación de la temperatura radiante media y la temperatura seca del aire, considerando que ambas contribuyen a la temperatura ambiental con sus coeficientes de transferencia de calor radiante y convectivo. Si la velocidad relativa del aire es inferior a 0,2 m/s (situación normal en trabajos sedentarios), o la diferencia entre las temperaturas del aire y la radiante media es inferior a 4°C, para estos casos se realiza la media aritmética de la E_r y t_s , ya que en estas situaciones el cuerpo humano eliminaría calor por convección y radiación a partes casi iguales.

Por lo tanto, obtenido el costo de la actividad metabólica en unidad met (se puede obtener a través de tablas de referencia), definida la resistencia térmica de la vestimenta (clo) según la época del año (invierno o verano), y calculada la temperatura operativa (°C), finalmente obtenemos el índice de la preferencia media estimada (IMV).

d) Determinación del Índice IMV y PPD

La preferencia media estimada (IMV) es un índice que estima el valor medio de las respuestas sobre la sensación térmica que emitiría un grupo de personas sometidas al mismo ambiente, de acuerdo con la próxima escala (ver tabla 1). Obtenido este valor, según se muestra en la figura 1, se puede obtener el índice del porcentaje estimado de insatisfechos (PPD).

Tabla 1.-

Escala de Sensación Térmica.

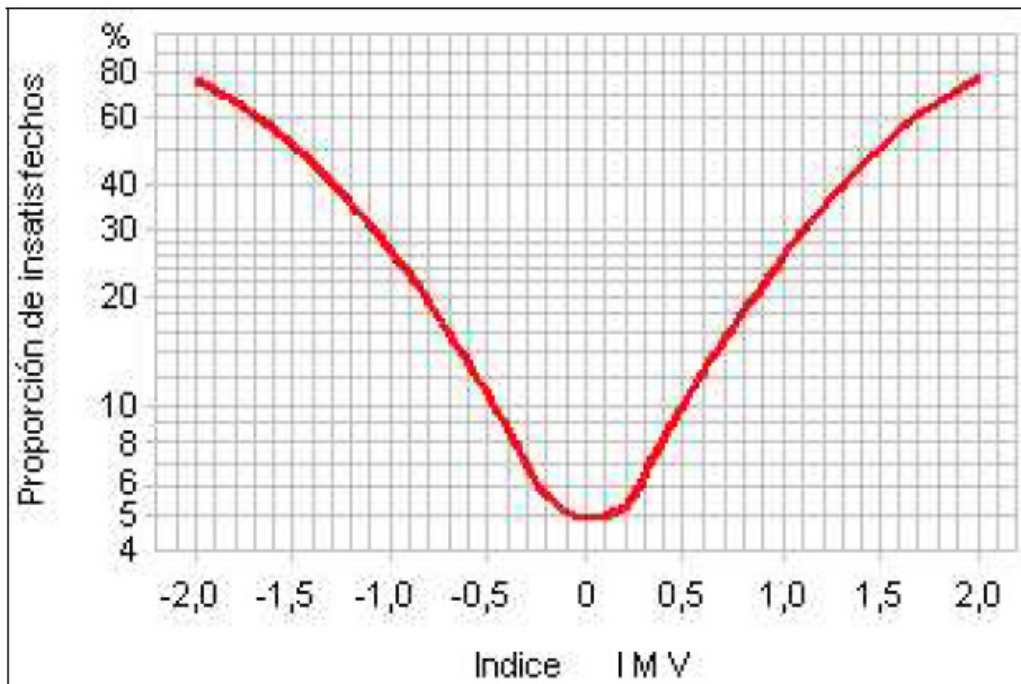
+ 3	Caluroso
+ 2	Cálido
+ 1	Ligeramente cálido
0	Neutro
- 1	Ligeramente fresco
- 2	Fresco
- 3	Frío

Fuente: UNE-EN ISO 7730:2006 "Ergonomía del Ambiente Térmico."

El índice del porcentaje estimado de insatisfechos (PPD), es la predicción cuantitativa del porcentaje de personas que se sentirían insatisfechas que sienten mucho calor o mucho frío en un medioambiente determinado.

Figura 1.-

Porcentaje Estimado de Insatisfechos (PPD) en Función del Índice de Preferencia Media Estimada (IMV).



Fuente: NTP 74: Confort térmico – “Método de Fanger para su Evaluación”. INSHT

En la figura anterior, se puede ver como se distribuyen los votos de tal forma que para una sensación térmica neutra (IMV de 0), existirá un 5% de PPD.

El método de Fanger considera recomendable no superar un porcentaje estimado de insatisfechos del 10%, que se correspondería con un IMV de - 0.5 a +0.5.

V.- CONCLUSIONES

Como pudimos constatar en el documento, el concepto de conformidad térmica es bastante subjetivo, principalmente por una variable difícil de cuantificar y que es la percepción individual. Si bien, en la actualidad existen metodologías y equipamientos que entregan resultados cercanos a la realidad, es imposible coincidir en un medioambiente térmico que satisfaga a todos los integrantes de un grupo de personas. De hecho, el método de Fanger utilizado por la comunidad Europea establece que siempre existirá un porcentaje de ocupantes insatisfechos. Por lo tanto el objetivo del método no es encontrar un ambiente térmico ideal para todos, sino conseguir un número mínimo de insatisfechos en un porcentaje inferior al 10%.

VI.- BIBLIOGRAFÍA.

Fanger, P.O., 1972. Thermal Comfort. Mc Graw Hill, New York.

UNE-EN ISO 7730:2006 "Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local" (ISO 7730:2005).

NTP 74: Confort térmico – "Método de Fanger para su Evaluación". INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), España.

Ficha Técnica FT- 4. Confort Térmico Número 99/2007 "Evaluación del Bienestar Térmico a través de la Temperatura Operativa" Instituto de Seguridad y Salud Laboral, Región de Murcia, España.

D. Mas, J. Antonio. "Evaluación Del Confort Térmico Con El Método De Fanger". Universidad Politécnica de Valencia, 2015.

Thermal Comfort in the workplace, (HSE, s.f.) www.hse.gov.uk/temperature/thermal.

ASEPEYO 2005, Confort Térmico. Prevención Documentación técnica (España).