



Cabaña Primitiva.

## Capítulo 2.

### Conceptos Generales sobre Ambiente y Confort Térmico.

## 2.1. Confort Térmico.

El hombre siempre se ha esforzado por crear un ambiente térmicamente cómodo. Esto se refleja en las construcciones tradicionales alrededor del mundo desde la historia antigua hasta el presente. Hoy, crear un ambiente térmicamente cómodo todavía es uno de los parámetros más importantes a ser considerado cuando se diseñan edificios.

El confort térmico se define en la Norma ISO 7730 como " Esa condición de mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico". Una definición en que la mayoría de las personas puede estar de acuerdo, pero también es una definición que no se traslada fácilmente a parámetros físicos.

La complejidad de evaluar el confort térmico se ilustra en la figura 9. Es probable que en ambas situaciones las personas ilustradas estén térmicamente cómodas, aunque ellas están en ambientes térmicos completamente diferentes. Esto nos recuerda que el confort térmico es una cuestión de muchos parámetros físicos, y no solo uno, como por ejemplo la temperatura del aire.



Figura 9. Ambientes con Diferentes Condiciones Térmicas.

EL ambiente térmico se considera junto con otros factores como la calidad del aire, luz y nivel del ruido, cuando evaluamos nuestro ambiente de trabajo. Si nosotros no sentimos que el ambiente de trabajo cotidiano es satisfactorio, nuestra eficiencia sufrirá inevitablemente. Así, el confort térmico también tiene un impacto sobre nosotros. A continuación se describirán los conceptos principales que hablan del ambiente y el confort térmico.

## 2.2. Regulación de la Temperatura del Cuerpo.

El hombre tiene un muy eficaz sistema regulador de temperatura que asegura que la temperatura del centro del cuerpo se mantenga en aproximadamente 37° C.

Cuando la temperatura del cuerpo sube demasiado, se ponen en marcha dos procesos: primero la vasodilatación, aumentando el flujo de la sangre a través de la piel y como consecuencia uno empieza a sudar. Sudar es una herramienta refrescante eficaz, porque la energía requerida por el sudor para evaporarse se toma de la piel. Sólo unas décimas de grado de aumento de la temperatura del centro del cuerpo pueden estimular una producción de sudor que cuadruplica la pérdida de calor del cuerpo.

Si el cuerpo está poniéndose demasiado frío, la primera reacción para los vasos sanguíneos es la vasoconstricción, reduciendo el flujo de la sangre a través de la piel. La segunda reacción es aumentar la producción de calor interior estimulando los músculos, lo que causa el estremecimiento (tiriteo). Este sistema también es muy eficaz, y puede aumentar considerablemente la producción de calor del cuerpo.



Figura 10. Actividad Física Alta.

Pero el sistema del control que regula la temperatura del cuerpo es complejo, y no se entiende todavía totalmente. Los dos juegos más importantes de sensores para el sistema del control son sin embargo conocidos. Ellos se localizan en la piel y en el hipotálamo. El sensor del hipotálamo es un sensor de calor que inicia la función del enfriamiento del cuerpo cuando la temperatura del centro del cuerpo excede 37° C. Los sensores de la piel son sensores de frío que inician la defensa del cuerpo contra el enfriamiento cuando la temperatura de la piel cae debajo de los 34° C.

Si los sensores de calor y frío dan señales al mismo tiempo, nuestro cerebro inhibirá una o ambas de las reacciones de la defensa del cuerpo.

### 2.3. Termorregulación del Cuerpo Humano.

El cuerpo humano es un generador constante de calor. Ya, de por sí, una persona sin hacer absolutamente nada y con su gasto energético al mínimo, es decir, sólo para mantener su organismo vivo (metabolismo basal), genera entre 65 y 80 vatios de calor, según su sexo, edad y superficie corporal, mientras que una bombilla eléctrica incandescente de 60 W emite, aproximadamente, 55 W de calor.

El ser humano produce la energía que necesita para mantener su cuerpo vivo y activo, a partir de los alimentos y del oxígeno, que a lo largo de complejas reacciones químicas se va convirtiendo en calor. Así, alrededor del 50% de la energía de los alimentos, ya desde el inicio del proceso, se transforma en calor y el otro 50% en trifosfato de adenosina (ATP), del cual la mayoría también se convierte en calor al pasar a formar parte de los sistemas metabólicos celulares que sólo aprovechan una pequeña parte de la energía restante; al final prácticamente toda la energía, de una forma u otra, se transforma en calor dentro del organismo, excepto una fracción, generalmente muy pequeña, que lo hace fuera a partir del trabajo externo que realiza el hombre.

Un hombre de una complexión física normal, descansando genera unos 115 W de calor; caminando por una superficie plana a una velocidad de entre 3,5 y 5,5 Km/h genera de 235 W a 360 W; pero si acelera el paso a más de 7 Km/h su producción de calor estará alrededor de los 520 W. En un trabajo muy severo la producción de calor puede sobrepasar los 900 W, como es el caso de los deportistas de alto rendimiento que, realizando una actividad muy intensa, pueden alcanzar los 2000 W durante unos minutos.

La eficiencia mecánica del hombre es baja, ya que entre el 75% y el 100% de la energía que produce y consume para realizar sus actividades se convierte en calor dentro de su organismo, según el tipo de actividad, al que hay que sumar el calor producido por el metabolismo basal necesario para mantenerse vivo.

Sin embargo, la generación continua de calor metabólico no siempre garantiza la temperatura interna mínima necesaria para la vida y para la realización de las actividades cuando las personas se encuentran expuestas a determinadas condiciones de frío, con lo cual las bajas temperaturas pueden llegar a constituir un peligro. No obstante, por lo general los ambientes de altas temperaturas son

mucho más peligrosos que los fríos, pues normalmente resulta más fácil protegerse del frío que del calor.

La temperatura interna o central, es decir, la de los tejidos profundos del organismo, es el promedio ponderado de las diferentes temperaturas de las partes y órganos del cuerpo. Estas temperaturas toman diferentes valores según la actividad; la parte del cuerpo (Fig. 12) y la hora, oscilando con ritmo circadiano (Fig. 11), y manteniéndose dentro de  $\pm 0,6$  °C aproximadamente, salvo enfermedad febril; incluso si el individuo queda expuesto a temperaturas de bulbo seco tan bajas como 12 °C, o tan altas como 60 °C.

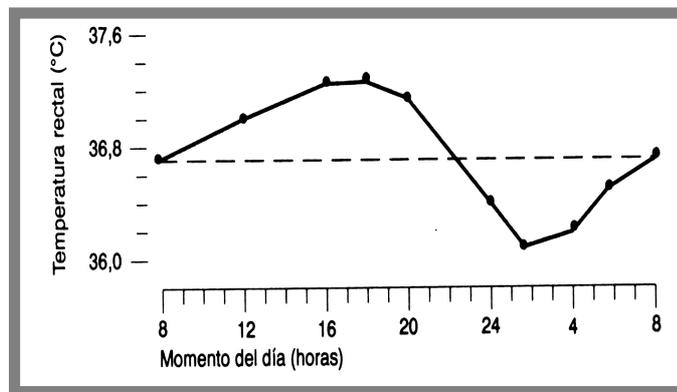


Figura 11. Variación circadiana de la temperatura rectal en un período de 24 horas según Ernst Pöppel.

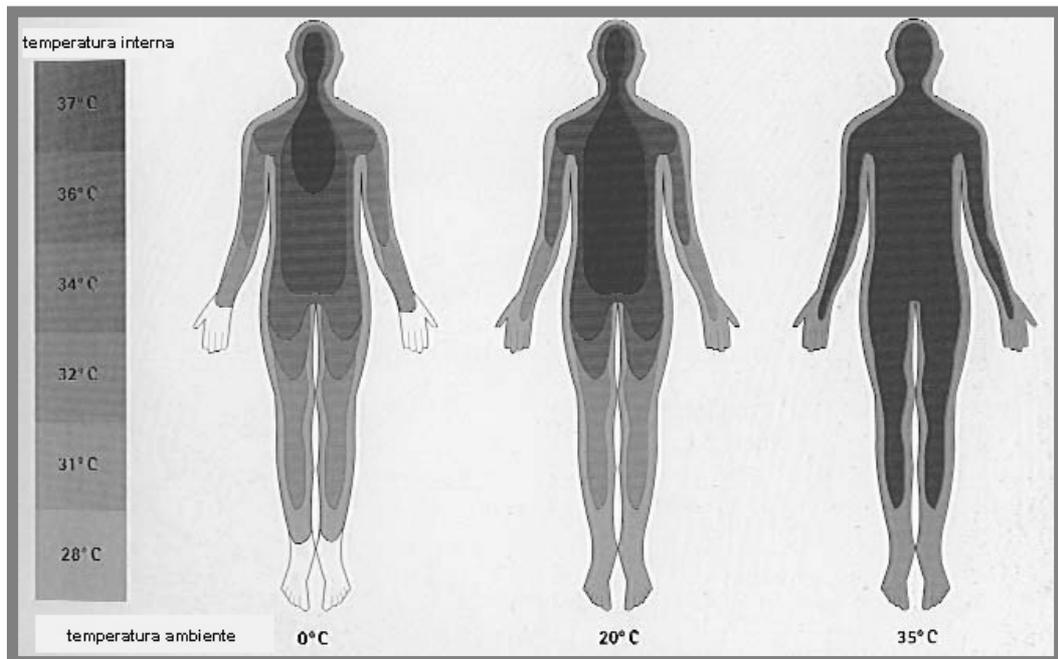


Figura 12. Temperatura Interna del Cuerpo para Distintas Temperaturas Ambiente.

Aunque el intervalo de supervivencia puede extenderse, en algunos casos, desde los 28 °C hasta los 44 °C de temperatura interna (generalmente con daños importantes en el organismo), la temperatura interna considerada normal, en la que no deben producirse afectaciones, oscila alrededor de los 37,6 °C, dentro de un intervalo de 36 °C a 38 °C; no obstante, durante actividades físicas intensas puede llegar a alcanzarlos 40 °C, lo cual, en circunstancias específicas, es necesario para lograr el rendimiento adecuado.

También es frecuente hablar de las temperaturas esofágica, axial, bucal o sublingual, rectal y de la piel o cutánea; esta última toma diferentes valores según la parte del cuerpo, por lo que es necesario estimar la temperatura media cutánea. Los valores de la temperatura tomada en el recto (temperatura rectal) son aproximadamente 0,6 °C mayores que los de la temperatura bucal, cuyo valor normal promedio se halla entre 36,7°C y 37 °C. Mientras que la temperatura media cutánea puede variar en un intervalo más amplio, ya que aumenta y disminuye siguiendo las condiciones ambientales y la actividad metabólica; esta temperatura tiene importancia cuando nos referimos a la capacidad de la piel para ceder calor al ambiente.

Se llega fácilmente a la conclusión de que constituye una condición indispensable, para la salud y para la vida, mantener la temperatura interna dentro de los estrechos límites vitales de la sutil diferencia de 4 ó 5 °C.

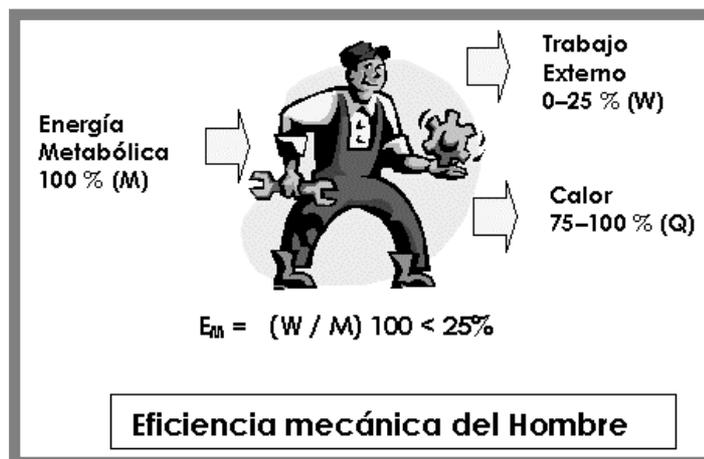


Figura 13. Eficiencia Mecánica del Hombre.

## 2.4. Evaluación por el Humano del Ambiente Térmico.

Básicamente y en términos generales, el hombre califica un ambiente confortable, si ningún tipo de incomodidad térmica está presente. La primera condición de confort es la neutralidad térmica, lo que significa que la persona no se siente demasiado calurosa ni demasiado fría.

Cuando la temperatura de la piel cae debajo de  $34^{\circ}\text{C}$ , nuestros sensores fríos empiezan a enviar los impulsos al cerebro; y cuando la temperatura continúa cayéndose, los impulsos aumentan en número. El número de impulsos también es una función de la velocidad

con que desciende la temperatura de la piel, una rápida caída de la temperatura resulta en muchos impulsos enviados.

Similarmente, el sensor de calor en el hipotálamo envía los impulsos cuando la temperatura excede  $37^{\circ}\text{C}$ , y con los aumentos de temperatura el número de impulsos aumenta. Se cree que las señales de estos dos sistemas de sensores forman la base para nuestra evaluación del ambiente térmico.

Se asume que la interpretación del cerebro de estas señales es como un "forcejeo", con los impulsos de frío a un extremo de la cuerda y los impulsos de calor al otro. Si los signos en ambos lados son de la misma magnitud, uno se siente neutral térmicamente, sino, se siente demasiado caluroso o demasiado frío. Una persona en un estado térmicamente neutro y completamente relajado constituye un caso especial, donde no se activarán ni los sensores de calor ni los de frío.

Como tarda algún tiempo para cambiar la temperatura del centro del cuerpo; la señal del sensor de calor por consiguiente cambia muy lentamente comparada con la señal de los sensores de frío.

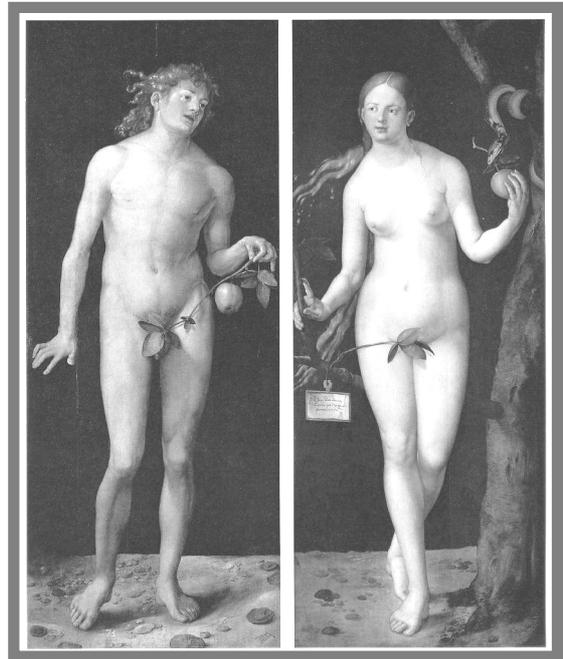


Figura 14. Adán y Eva en el Paraíso., Durero.

## 2.5. Condiciones Básicas para el Confort Térmico.

Son dos las condiciones que deben cumplirse para mantener el confort térmico. Una es que la combinación instantánea de temperatura de la piel y la temperatura del centro del cuerpo proporcione una sensación de neutralidad térmica. La segunda es el cumplimiento del balance de energía del cuerpo: el calor producido por el metabolismo debe ser igual a la cantidad de calor perdida por el cuerpo. La relación entre los parámetros: temperatura de la piel, temperatura del centro del cuerpo y actividad, que resulta en una sensación térmicamente neutra, esta basada en un gran número de experimentos. Durante estos experimentos la temperatura del centro del cuerpo, la temperatura de la piel y la cantidad de sudor producidas estaban medidas en los varios niveles conocidos de actividad, mientras las personas de la prueba estaban térmicamente cómodas.

La producción de sudor fue escogida como un parámetro en lugar de la temperatura de centro del cuerpo, pero como la producción de sudor es una función de la temperatura interna y de la temperatura de la piel, esto no significa en principio ningún cambio en el modelo de sensación térmica.

Ninguna diferencia entre los sexos, edades, raza, origen geográfico y nacional se observaron en el experimento anterior, cuándo se determino: ¿Qué es un ambiente térmicamente confortable?, sin embargo, se observaron diferencias entre los individuos sobre las mismas cuestiones.

## 2.6. Estimación de la Tasa Metabólica.

El metabolismo es la fuente de energía del cuerpo, y la cantidad de energía que libera depende de la cantidad de actividad muscular. Normalmente, toda la actividad muscular se convierte en calor en el cuerpo, pero durante el trabajo físico duro esta proporción puede caer al 75%. Por ejemplo, si uno subiera una montaña, parte de la energía usada se guarda en el cuerpo en la forma de energía potencial.



Figura 15. Ejemplo de Actividad Física.

Tradicionalmente, el metabolismo es medido en Met. (1 Met = 58.15 w/m<sup>2</sup> de superficie del cuerpo), un adulto normal tiene una superficie de 1.7 m<sup>2</sup> y una persona en el confort térmico con un nivel de actividad de 1 Met. tendrá una pérdida de calor de aproximadamente 100 W. Nuestro metabolismo está en su nivel más bajo mientras nosotros dormimos (0.8 Met) y a su más alto durante actividades deportivas donde se alcanza frecuentemente 10 Met.

Al evaluar la tasa metabólica de un individuo, es importante usar un valor medio de las actividades que la persona ha realizado dentro de la última hora. La razón para esto es que la capacidad de calor del cuerpo le hace " recordar " aproximadamente una hora de nivel de actividad.

## 2.7 Cálculo del Valor Clo.

La vestimenta reduce la pérdida de calor del cuerpo. Por consiguiente, el vestido es clasificado según su valor de aislamiento. La unidad normalmente usada para medir el aislamiento de ropa es la unidad de Clo, pero la unidad más técnica m<sup>2</sup> °C/W también se ve frecuentemente (1 Clo = 0.155 m<sup>2</sup> °C/W)

La escala del Clo se designa desde una persona desnuda que tiene un valor de Clo de 0.0 a alguien que lleva un traje comercial típico que tiene un valor de Clo de 1,0. El valor de Clo puede calcularse si la vestimenta de las personas y los valores del Clo para las prendas individuales son conocidos, simplemente sumándolos.

Obteniendo el valor del Clo a través del cálculo normalmente da una exactitud suficiente. Si se requieren los valores exactos, lo mejor para medir el valor Clo es usando un maniquí.

Cuando calculamos los valores de Clo, es importante recordar que el tapizado de los asientos, los asientos del automóvil y las camas también reducen la pérdida de calor del cuerpo, y por consiguiente, éstos deben ser incluidos en el cálculo global.



Figura 16. Vestimenta, Magritte.

## 2.8. Parámetros Físicos del Ambiente.

Al medir el clima interior térmico, es importante recordar que el hombre no siente la temperatura de la habitación, él siente la pérdida de energía del cuerpo. Los parámetros que deben medirse son aquellos que afectan la pérdida de energía. Éstos son:

$t_a$	Temperatura del aire	°C
$t_r$	Temperatura media radiante	°C
$v_a$	Velocidad del aire	m/s
$p_a$	Humedad	Pa

La influencia de estos parámetros en la pérdida de energía no es igual, pero no es suficiente medir solo uno de ellos. Por ejemplo, la temperatura media radiante frecuentemente tiene tanta influencia como la temperatura del aire en la pérdida de energía.



Figura 17. Acondicionamiento Térmico Natural

Para caracterizar el clima térmico interior usando pocos parámetros y evitar la medición de la temperatura radiante media que es difícil de obtener y consume tiempo, se han introducido algunos parámetros integrados. Los tres más importantes son la Temperatura Operativa ( $t_o$ ), la Temperatura Equivalente ( $t_{eq}$ ) y la Temperatura Eficaz ( $ET^*$ ).

Los parámetros integrados combinan la influencia en la pérdida de calor de los parámetros solos como sigue:

$T_o$	Efecto integrado de	$T_a, t_r$
$T_{eq}$	Efecto integrado de	$T_a, t_r, v_a$
$ET$	Efecto integrado de	$T_a, t_r, p_a$

El parámetro integrado nos ofrece la conveniencia de describir el ambiente térmico en menos números.

## 2.9. Temperatura Radiante Media.

Se define la Temperatura Radiante Media se define de la siguiente manera, si todas las superficies de un entorno estuviesen uniformemente a la misma temperatura, se produciría el mismo equilibrio de calor radiante neto que el entorno considerado con diversas temperaturas superficiales.

Medir la temperatura de todas las superficies de la habitación lleva bastante tiempo, y además es complicado el cálculo de los factores del ángulo correspondientes. Por eso el uso de la Temperatura Radiante Media se sustituirá por el cálculo de ésta si es posible.

Podría usarse la temperatura de globo, la temperatura del aire y la velocidad del aire en un punto como la entrada para el cálculo de la temperatura radiante media. La calidad del resultado es, sin embargo, dudosa en parte, porque el factor del ángulo entre el globo y las superficies en un cuarto es diferente de aquellos entre una persona y las mismas superficies, y en parte debido a la incertidumbre del coeficiente de transferencia de calor por convección del globo.



Figura 18. Espacio con Algunas Fuentes de Calor Radiante.

## 2.10. Temperatura Operativa, Equivalente y Eficaz.

Imaginemos que tomamos a una persona y la pasamos de un cuarto real a una habitación imaginaria. Entonces ajustamos la temperatura en la habitación imaginaria hasta que la persona experimente la misma pérdida de calor aquí que en la habitación real. Finalmente, determinamos la temperatura del aire en el habitación imaginaria que por definición es la temperatura integrada.

Cada uno de los parámetros de temperatura integrada tiene su propia condición específica que debe cumplirse en el habitación imaginaria, éstos son: los valores de temperatura eficaz,  $ET$ , y de temperatura equivalente,  $t_{eq}$ , dependen de los niveles de actividad de las personas y la vestimenta, considerando que el valor

temperatura operativa,  $t_o$ , es normalmente independiente de estos parámetros.



Temperatura integrada ( $t_o$ ,  $t_{eq}$ , ET) es igual a la temperatura en la habitación imaginaria a la que el sujeto experimenta la misma pérdida de calor que en el cuarto real.

Figura 19. Temperatura Integrada.

## 2.11. Confort Térmico Local.

Al evaluar un lugar de trabajo, hablamos a menudo sobre la temperatura de confort ( $t_{co}$ ), que se define como la temperatura equivalente donde una persona se siente confortable térmicamente. Raramente hablamos sobre la humedad cómoda, esto es en parte debido a la dificultad de sentir la humedad en el aire.

Si en un cuarto se encuentran muchas personas, llevando tipos diferentes de vestido y llevando a cabo tipos diferentes de actividades, puede ser difícil crear un ambiente que mantenga el confort térmico para todos los ocupantes. Algo puede hacerse cambiando los factores que afectan el confort térmico localmente, por ejemplo, si la temperatura equivalente es más baja que la temperatura de confort, la temperatura radiante media puede aumentarse instalando radiadores.



Figura 20. Confort Térmico Local.

Afortunadamente, los individuos pueden perfeccionar a menudo simplemente su propio confort térmico ajustando su ropa para satisfacer las condiciones, por ejemplo, usando pantalón corto, enrollando las mangas de la camisa o poniéndose una chaqueta alternativamente.

## 2.12. El Disconfort Térmico Local.

Aunque una persona tenga una sensación de neutralidad térmica, puede que algunas partes del cuerpo estén expuestas a condiciones que producen el disconfort térmico. Esta incomodidad térmica local no puede evitarse levantando o bajando la temperatura del recinto. Es necesario eliminar la causa del sobrecalentamiento o enfriamiento local.



Figura 21. Disconfort Térmico Local.

Generalmente, el disconfort térmico local puede agruparse bajo uno de los siguiente cuatro puntos:

1. Enfriamiento convectivo local causado por una corriente de aire.
2. Enfriamiento o calentamiento de partes del cuerpo por la radiación; Esto es conocido como un problema de asimetría de radiación.
3. Los pies fríos y una cabeza calurosa al mismo tiempo, causado por las grandes diferencias verticales de temperatura del aire.
4. Los pies calientes o fríos, causados por una temperatura del suelo incómoda, es decir una temperatura que contraste demasiado con la temperatura del cuerpo.

Sólo cuando ambos parámetros de confort térmico, locales y generales se han investigado, podrá ser evaluada la calidad del ambiente térmico.

### 2.13. Corriente de Aire.

Las corrientes de aire son la queja más común al hablar sobre el clima interior en los edificios, vehículos y aviones enfriados por aire. El hombre no puede sentir la velocidad del aire, pero de lo que realmente se quejan las personas es sobre un no deseado enfriamiento local del cuerpo.

Las personas son muy sensibles a las corrientes de aire en las partes desnudas del cuerpo. Por consiguiente, normalmente se sienten las corrientes de aire sólo en la cara, manos y parte baja de las piernas.

La cantidad de pérdida de calor de la piel causada por las corrientes de aire depende de la velocidad media del aire, así como la turbulencia en la corriente de aire y de la temperatura del aire.

Debido a la manera en que trabajan los sensores de frío de la piel, el grado de sensación de incomodidad no sólo depende de la pérdida de calor local, la fluctuación de la temperatura de la piel tiene una influencia también. Un flujo de aire con alta turbulencia se siente más molesto que un flujo de aire poco turbulento, aunque producen la misma pérdida de calor.

Se cree que son las numerosas caídas súbitas en la temperatura de la piel causada por la fluctuación de la temperatura ambiente lo que inicia el envío de señales de incomodidad de los sensores de frío.

Sabemos algo sobre qué tipos de fluctuaciones causan una gran incomodidad. Este conocimiento se ha obtenido sometiendo grupos de individuos a las varias frecuencias de velocidad del aire. La fluctuación con una frecuencia de 0,5 Hz. es el más incómodo, mientras no se sienten frecuencias por encima de 2 Hz.



Figura 22. Persona Expuesta a una Corriente de Aire

## 2.14. Evaluación de la Tasa de Corriente de Aire.

El movimiento del aire produce un aumento del intercambio de calor entre el sujeto y el ambiente, este intercambio puede implicar pérdida o ganancia de calor dependiendo de si la temperatura del aire es más alta o más baja que la temperatura de la piel del sujeto. Por lo que el movimiento del aire puede provocar el disconfort térmico en el sujeto.

El porcentaje previsto de personas inconformes debido a una corriente de aire puede calcularse usando la ecuación siguiente:

$$DR = (34 - t_a) \cdot (v_a - 0,05)^{0,62} \cdot (37 \cdot SD + 3,14)$$

Donde:

DR	Tasa de corriente de aire	[%]
$t_a$	Temperatura del Aire	[°C]
$v_a$	Velocidad media local del aire	[m/s]
SD	Desviación estándar de la velocidad del aire	[m/s]

Por ejemplo, si tenemos un local con una temperatura del aire de 20°C y realizamos una serie de 10 mediciones tendremos que:

Mediciones M/seg.
0,4
0,5
0,3
0,2
0,2
0,2
0,2
0,1
0,3
0,3

Desviación Estándar	Velocidad Media m/seg.	Temperatura del aire. °C
<b>0,116</b>	<b>0,270</b>	<b>20</b>

$$DR = (34 - 20) \cdot (0,270 - 0,05)^{0,62} \cdot (37 \cdot 0,116 + 3,14)$$

$$DR = 40,68\%$$

En este caso en porcentaje de personas inconformes debido al movimiento del aire sería de 40,68 %.

La ecuación de tasa de corriente de aire es de la Norma ISO 7730, y se basa en estudios que comprenden 150 sujetos. La ecuación se aplica a personas con actividad ligera principalmente sedentaria, con una sensación térmica global cerca de la neutral. Para calcular  $v_a$  y SD se usa un periodo de 3 minutos.

## 2.15. Asimetría de la Radiación Térmica.

Si se está de pie delante de una hoguera en un día frío, después de un tiempo se comienza a sentir un frío incómodo en la parte posterior del cuerpo. Esta incomodidad no puede remediarse acercándose al fuego, produciendo un aumento de la temperatura del cuerpo. Éste es un ejemplo de como la radiación térmica no uniforme puede producir que el cuerpo se sienta incómodo. Para describir esta no-uniformidad en el campo de la radiación térmica, el parámetro que se usa es la Asimetría de Temperatura Radiante. Este parámetro se define como la diferencia entre la Temperatura Radiante Plana de los dos lados opuestos de un pequeño elemento plano.

Experimentos en los que se exponen a las personas a grados cambiantes de asimetría de temperatura radiante han demostrado que los techos calurosos y las ventanas frías causan la mayor incomodidad, mientras los techos fríos y las paredes calurosas causan la menor incomodidad. Durante estos experimentos todas las otras superficies en el cuarto y el aire se mantuvieron a la misma temperatura.



Figura 23. Fuente de Calor Radiante.

## 2.16. Diferencia Vertical de la Temperatura del Aire.

Generalmente es desagradable sentir un ambiente caluroso alrededor de la cabeza teniendo al mismo tiempo frío en los pies, sin importar que esto sea causado por radiación o convección. En la última sección observábamos los límites de aceptación de Asimetría de Temperatura Radiante. Aquí veremos qué diferencia de temperatura del aire es aceptable entre cabeza y pies.

Se han llevado a cabo experimentos con personas en estado de neutralidad térmica. Los resultados mostraron que una diferencia de temperatura del aire de  $3^{\circ}\text{C}$  entre cabeza y pies dio un 5% de descontento. Los  $3^{\circ}\text{C}$  han sido escogidos en la Norma ISO 7730

como el nivel de aceptación para una persona sentada con una actividad sedentaria.

Cuando se mide la diferencia de la temperatura del aire es importante usar un sensor protegido contra la radiación térmica. Esto asegura que lo que se mide es la temperatura y no una combinación indefinida de temperatura del aire y la temperatura radiante.

La diferencia vertical de temperatura del aire se expresa como la diferencia entre la temperatura del aire al nivel del tobillo y la temperatura del aire al nivel del cuello.

## 2.17. Temperatura del Suelo.

Debido al contacto directo entre los pies y suelo, la incomodidad local de los pies puede causarse a menudo por una temperatura del suelo demasiado alta o demasiado baja.

Hablar sobre el disconfort térmico causado por la temperatura del suelo es incorrecto cuando es la pérdida de calor de los pies la causa de la incomodidad. La pérdida de calor depende de otros parámetros además de la temperatura del suelo, como la conductibilidad y el calor específico del material del suelo y del tipo de calzado que se lleve.

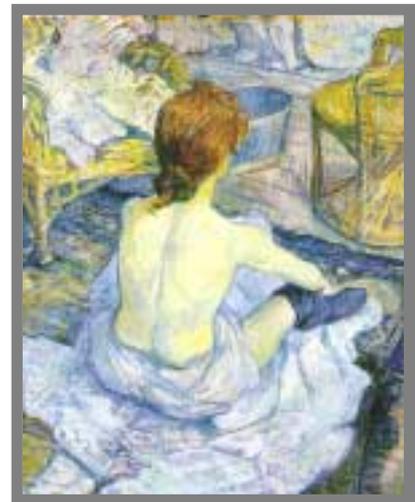


Figura 24. Sujeto en Contacto con el Suelo.

Es la diferencia en la conductibilidad y capacidad de calor que tiene un suelo de corcho lo que hace que se sienta tibio al tacto y frío un suelo de mármol.

Si los ocupantes usan calzado normal, el material del suelo es menos significativo. Por consiguiente, ha sido posible dar algunos niveles de confort para esta "situación normal".

La Norma ISO 7730 fija niveles de confort en actividad sedentaria de 10% insatisfechos. Esto lleva a temperaturas del suelo aceptables que van de 19° C a 29° C.

Aunque también los valores recomendados para suelos ocupados por personas con los pies desnudos pueden ser bastante

diferentes, como por ejemplo el valor de la temperatura óptima para un suelo de mármol es 29° C y el valor recomendado para madera dura barnizada es de 26° C.

Como hemos visto las características físicas del edificio como el tipo de material de las superficies en este caso del suelo puede ser un factor importante en la construcción del ambiente térmico de un espacio.

## 2.18. Comentario General.

Como hemos visto en este capítulo, los fenómenos relacionados con el confort y el ambiente térmico son numerosos y diversos. Individualmente cada uno de estos fenómenos son muy complejos lo que se multiplica al intentar estudiarlos y evaluarlos de forma integrada.

Pero solamente considerándolos en una forma integral podremos evaluar la influencia real que éstos tienen sobre la conformación del ambiente térmico y la influencia en el estado térmico del ocupante y la percepción del ambiente que tiene éste.

Estos fenómenos conciernen tanto al ambiente, interior y exterior, las características físicas del espacio arquitectónico, geometría, tipo de materiales, etc. y a las características del ocupante del espacio, por lo que en el modelo que se propondrá en este trabajo para evaluar el confort térmico se intentará considerar todas estas variantes.

Por otra parte en el siguiente capítulo se hará una descripción de los modelos utilizados actualmente para evaluar el confort térmico, con el objetivo de identificar qué característica de éstos pueden ser usadas como base para el modelo que se desarrolla en este trabajo e identificar posibles carencias u omisiones de variantes que se ha hecho en estos modelos.