



Universitat de Girona

**INSTITUT DE MEDI AMBIENT
DOCTORAT DE COOPERACIÓ “GESTIÓN AMBIENTAL Y
DESARROLLO SOSTENIBLE”**

TESIS DE DOCTORADO

***OBTENCIÓN DE UN ÍNDICE SIMPLE PARA EVALUAR
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL TÉRMICA EN LOCALES
CERRADOS DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE
ALIMENTOS.***

Autor: MSc. Jesús D. Luis Orozco.

CIUDAD DE MATANZAS, CUBA
Febrero/2005



Universitat de Girona

**INSTITUT DE MEDI AMBIENT
DOCTORAT DE COOPERACIÓ “GESTIÓN AMBIENTAL Y
DESARROLLO SOSTENIBLE”**

TESIS DE DOCTORADO

***OBTENCIÓN DE UN ÍNDICE SIMPLE PARA EVALUAR
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL TÉRMICA EN LOCALES
CERRADOS DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE
ALIMENTOS.***

**Memoria de la tesis de doctorado desarrollado dentro
del programa de doctorado de cooperación "Gestión
Ambiental y Desarrollo Sostenible" del Institut de Medi
Ambient de la Universitat de Girona.**

Autor: MSc. Jesús D. Luis Orozco

**Directores: Dr. Joaquín García Dihígo.
Dr. Juan Carlos García.**

RESUMEN

Esta investigación aborda el estudio de la contaminación térmica en los locales cerrados destinados a la elaboración de alimentos de la cadena Rumbos. En la misma se lleva a cabo en primer lugar una recopilación de los índices más importantes que existen internacionalmente para evaluar carga térmica en este tipo de local y se procede a una selección de los más adecuados, utilizando el método de los expertos. A partir de este resultado se realiza la evaluación de los locales seleccionados de la cadena Rumbos con el uso de cuatro índices (El Voto Medio Estimado, Índice de Sudoración Requerida, Índice de sobrecarga Calórica y la Temperatura Efectiva Corregida), para ello se realizaron un total de 480 mediciones durante los meses de enero, abril, julio y octubre, obteniéndose como resultado el nivel de severidad de la contaminación que presenta cada uno de estos locales, así como la efectividad de los diferentes índices para detectar contaminación térmica. Con toda la información recopilada y conociendo las limitaciones que presentan los índices utilizados internacionalmente, se procedió a obtener un nuevo índice simple que cuenta para su cálculo con solo tres variables microclimáticas y tres niveles de contaminación obtenidos a partir de indicadores fisiológicos. Para el proceso de validación y puesta en práctica del nuevo índice se tomaron un total de siete locales, obteniéndose que el mismo está apto para realizar este tipo de evaluación en los locales cerrados destinados a la elaboración de alimentos y que su eficacia es superior a la de los mejores índices utilizados internacionalmente, excepto el Voto Medio Estimado (PMV).

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
1. Introducción	1
1.1. Introducción	1
1.2. Medio ambiente laboral e indicadores de contaminación térmica	2
1.2.1 Intercambio térmico entre el hombre y el medio ambiente	2
1.2.2 Variables a considerar en el intercambio térmico.	3
1.2.3 Mecanismos de intercambio térmico.	3
1.2.4 Relaciones térmicas entre el hombre y el ambiente.	6
1.3. Aspectos fisiológicos a considerar en el intercambio térmico	8
1.3.1 Termorregulación	8
1.3.2 Efectos de la pérdida de líquidos.	10
1.4. Factores personales que influyen en los efectos del calor	10
1.5. Indicadores fisiológicos de la tensión térmica	12
2. Antecedentes	15
2.1. Índices de tensión térmica	15
2.2 Conclusiones parciales.	23
3. Objetivos	24
4. Descripción de la zona donde se realiza el estudio	26
4.1. Localización de la zona	26
4.2. Factores formadores del clima	27
4.3. Comportamiento de los elementos del clima	28
4.4 Conclusiones parciales.	32
5. Metodología de la investigación	33
5.1. Coordinación con funcionarios de Rumbos	33
5.2. Selección de los indicadores e índices de tensión térmica así como las instalaciones a evaluar	34
5.3. Caracterización de las instalaciones	38
5.4. Indicadores ambientales y fisiológicos utilizados	40
5.5. Metodología para el cálculo de los índices de tensión térmica	42
5.6 Etapa de obtención del nuevo índice de contaminación térmica	50
5.6.2.1 Experimento realizado para determinar la aclimatación al calor de los sujetos	52
5.6.2.2 Experimento realizado para determinar el comportamiento de los indicadores fisiológicos de los sujetos sin contaminación térmica.	53
5.6.2.3 Experimento realizado para determinar el comportamiento de los indicadores ambientales y fisiológicos para una carga térmica que se incrementa.	53
5.6.2.4 Determinación del tiempo de experimentación en la obtención del nuevo índice.	54
5.6.2.5 Experimentación para la obtención del nuevo índice de contaminación térmica.	55
5.7. Instrumentos utilizados en las mediciones	56

5.8. Herramientas computacionales empleadas	57
6. Presentación y discusión de los resultados del proceso de evaluación.	59
6.1. Análisis de los resultados de la aplicación del método de los expertos	59
6.2. Análisis de la instalación La Taberna Alemana	60
6.3. Análisis de la instalación Café Atenas	69
6.4. Análisis de la instalación Albacora	72
6.5. Análisis de la instalación Caminos del Mar	74
6.6. Consideraciones generales de la evaluación	75
6.7 Conclusiones parciales.	76
7. Obtención del nuevo índice de contaminación térmica.	77
7.1 Etapa preparatoria	77
7.1.1 Aclimatación.	77
7.1.2 – Análisis del comportamiento de los parámetros fisiológicos sin contaminación térmica.	78
7.1.3 Análisis del comportamiento de los parámetros ambientales y fisiológicos con contaminación térmica.	79
7.1.4 Determinación del tiempo de experimentación en la obtención del índice.	82
7.2 – Análisis de las causas que influyen en la carga térmica sobre el hombre.	83
7.3 – Análisis y valoración del índice de Contaminación térmica (ICT).	85
7.3.1 Análisis de Regresión Múltiple.	85
7.3.1.1 Análisis de los resultados.	86
7.3.1.2 Análisis de los residuos.	86
7.3.2 Establecimiento de los diferentes niveles de contaminación térmica para el nuevo índice.	90
7.4 Validación del índice de contaminación térmica (ICT).	95
7.4.1 Efectividad práctica del índice y de los niveles establecidos para el ICT.	95
7.4.2- Análisis de sensibilidad del modelo obtenido para el ICT.	96
7.4.3 Comparación del Índice de contaminación térmica con el resto de los índices empleados en el trabajo.	100
7.5 Ventajas y Limitaciones del ICT.	101
7.6 Conclusiones parciales	102
8. Conclusiones y recomendaciones	103
9. Bibliografía	105
10. Anexos	

1. INTRODUCCION TEORICA

1.1 Introduccion

La expresión medio ambiente ha pasado a ser de uso común en la vida cotidiana, motivado por la cruzada emprendida, hace ya varias décadas por el mundo científico, extendida posteriormente a organizaciones ecologistas alarmadas por las agresiones a las que se veían sometidos los recursos naturales y las graves consecuencias que estas podían tener para la vida sobre el planeta tierra.

Esta situación de conflicto ha llevado a un replanteamiento del tema, a un cambio de actitud que considera a lo medioambiental como de gran relevancia social hasta el punto que ya resulta común identificar, al menos parcialmente, calidad de vida como disfrute de un medio ambiente lo más íntegro y lo menos deteriorado posible (Brown, 1994).

Sin embargo casi siempre el concepto medio ambiente ha sido sinónimo de exterior y entorno sin tener en cuenta de igual forma, el medio ambiente interior, sin ser ello menos importante.

Las personas pasan la mayor parte de su tiempo en espacios cerrados, respirando constantemente aire viciado, escuchando ruidos indeseables o sometidos a altas temperaturas, motivos más que suficientes para ocasionarles enfermedades o trastornos a su salud.

Las altas o bajas temperaturas siempre fueron una gran preocupación para el hombre, prácticamente desde el momento de su surgimiento, de ahí sus ingentes esfuerzos por tratar de crear instrumentos capaces de registrarla, pero estos cambios casi siempre estuvieron asociados con los fenómenos que imponía la naturaleza.

Es a partir de la gran revolución industrial desarrollada en Inglaterra que el hombre comienza a influir sobre los cambios de temperatura como consecuencia de un proceso productivo, hasta llegar a los graves problemas climáticos que vive la humanidad en la actualidad

Es precisamente los cambios de temperatura los que dan inicio al surgimiento en Europa de una nueva rama científica llamada Bioclimatología cuya finalidad es investigar cómo los cambios atmosféricos afectan la salud humana y los por qué

de esa interrelación. Y que el hombre como cualquier otro ser vivo reacciona fisiológicamente a los denominados factores del tiempo (temperatura, humedad, presión atmosférica y viento) y pese a tener una extraordinaria capacidad de adaptación a diferentes climas y ambientes, sin dudas es vulnerable a la variación repentina y fuerte de las condiciones meteorológicas (Pelaez, 2001).

Sin embargo todo ello casi siempre se ha asociado con exteriores y no con condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa y velocidad del aire) que el propio hombre puede imponer como consecuencia de un proceso productivo en un local cerrado, que por supuesto no está ajeno a esas condiciones externas.

Si a las condiciones ambientales naturales se le añade las fuentes que generan calor en los procesos productivos, además del calor generado por el organismo en el desarrollo del trabajo, se puede inferir que el control del intercambio térmico para las condiciones climáticas y tecnológicas tiene un peso importante en las características en que el hombre desarrolla su labor y el efecto que tendrá sobre su salud a corto plazo.

1.2 Medio ambiente laboral e indicadores de contaminación térmica

1.2.1 Intercambio térmico entre el hombre y el medio ambiente

El medio ambiente laboral como elemento del sistema Trabajador-Medios de Producción-Ambiente (T-MP-A), afecta el funcionamiento del sistema, actuando sobre el trabajador y los medios de producción.

Las condiciones naturales del medio son a su vez modificadas por la actividad del trabajador y la influencia de los medios de producción.

Las características del ambiente que con mayor frecuencia se deben controlar son (Viña, 1987; INST, 2000; Mc Nulty, 1996; García, 1987):

- Temperatura del aire.
- Humedad.
- Velocidad del viento.
- Radiaciones electromagnéticas (tanto de origen natural como artificial).
- Contaminación ambiental.
- Sonido.

- Vibraciones.
- Aceleración.
- Presión atmosférica.

La mayoría de los autores (Viña,1987;McCullough,1994;Fanger,1998) coinciden en plantear que las cuatro primeras integran el clima de la zona y aún en sus valores naturales pueden ser desfavorables para el trabajo. Generalmente estas condiciones naturales son modificadas por las edificaciones que conforman el local y el efecto de los medios de producción, creando un microclima laboral. En el sistema deben incluirse elementos que mantengan condiciones del microclima favorables para el trabajo, estableciendo un adecuado intercambio térmico entre los trabajadores y los medios de producción.

1.2.2 Variables a considerar en el intercambio térmico.

El intercambio de calor del hombre con el medio, está sujeto, no solo a los parámetros “convencionales” a partir de los cuales todos los cuerpos intercambian calor. A saber: convección, radiación y conducción(Mozo,1994; IHT, 1999)

El hombre genera calor como consecuencia del metabolismo y lo libera si las condiciones existentes le imponen una tensión térmica determinada. Estos aspectos lo distinguen del resto de los cuerpos, aunque no lo exceptúan de los mecanismos “convencionales”. Se diría que, en el hombre, el intercambio se hace más complejo ya que intervienen un conjunto mayor de factores.

De esta manera, es conveniente hacer referencia a los indicadores que conforman el microclima laboral de los locales cerrados, que dependen de las condiciones climatológicas y tecnológicas que condicionan los mecanismos de intercambio térmico.

La Norma Cubana NC 19-01-03, (1988) define las condiciones microclimáticas como la combinación de valores de temperatura, humedad relativa y velocidad del aire (con influencia o no de la temperatura de la radiación) del interior de los locales de trabajo, en los cuales se realiza la jornada laboral. .

1.2.3 Mecanismos de intercambio térmico.

Es importante señalar que las ecuaciones de intercambio térmico están diseñadas en su mayoría para individuos típicos de 1.86 m² de superficie corporal, vestidos con ropa normal de trabajo y una temperatura de la piel de 35 °C.

Las variables referidas anteriormente condicionan los principales mecanismos de intercambio térmico. Estos son:

Conducción: el intercambio térmico que se realiza por conducción es el proceso de entrega de calor entre las partes de un mismo cuerpo que están en contacto directo o entre cuerpos adyacentes, y no depende del movimiento de estos o de sus partes (Curley et al, 1996)

La conducción puede aparecer en los sólidos, líquidos y gases. Sin embargo, en el caso de los líquidos y gases que puedan estar en circulación, la conducción se encuentra normalmente en combinación con la convección. Por consiguiente, la conducción pura tiene lugar fundamentalmente en los sólidos opacos, en donde el movimiento de masa se encuentra impedido (Monroy, 2000; Di Rosa, et al, 1995)

Convección: es la transmisión del calor por medio del movimiento de un fluido, que para este caso, generalmente es el aire (IHT 1999; García, 1987; Révizov, 1991). El concepto de convección abarca el proceso de la transmisión de calor mediante el movimiento de un líquido o un gas. Por convección se entiende el proceso de transporte de calor que tiene lugar en virtud del movimiento de las macro partículas del líquido o del gas en el espacio desde una región a otra de diferente temperatura. La convección solo es posible en un medio fluido en el cual el transporte de calor está directamente ligado al movimiento del propio fluido (Incropera et al., 1996).

El intercambio de calor por convección se divide en dos: natural y forzado. Se denomina convección natural, el movimiento del gas o del líquido que surge y se realiza, exclusivamente, debido a la diferencia de densidades entre las partículas calientes y las frías del fluido. En este tipo de intercambio la velocidad de movimiento del medio es insignificante. Para intensificar el intercambio calorífico por convección se aumenta artificialmente el movimiento del gas o del líquido por medio de ventiladores, compresores, bombas, etcétera. En la convección forzada,

el movimiento del medio se acelera utilizando fuerzas externas ajenas al proceso (Hernández, 1999).

Las ecuaciones que describen el intercambio de calor por este mecanismo en su gran mayoría están en función de la velocidad del aire, la temperatura del aire, el vestuario y de la temperatura de la piel del sujeto expuesto.

Radiación: transmisión especial de la energía por medio de ondas electromagnéticas, principalmente los rayos infrarrojos. Según la norma ISO 7726, (1998) se calcula a partir de:

$$R=hr*Fcl*(Tskm-Trm) \quad \text{Ec 1.2}$$

donde:

R: intercambio térmico por radiación (W/m^2)

hr: coeficiente de transferencia de calor por radiación (W/m^2K)

Tskm: Temperatura media de la piel ($^{\circ}C$)

Trm: temperatura media radiante ($^{\circ}C$).

El intercambio de calor por radiación está condicionado por la relación entre la temperatura de las paredes y otros cuerpos que rodean al hombre.

La temperatura media radiante (Trm) no puede referirse a un local, sino a una zona determinada del local, pues depende de la distancia en que se está midiendo y las superficies interactuantes.

$$Trm= ((Tg+273)^4 + 0.4 \times 10^8 (Tg-Ta)^{1/4} \times (Tg-Ta))^{1/4} - 273 \quad \text{Ec 1.3}$$

donde :

Tg : temperatura de globo ($^{\circ}C$)

Ta : temperatura del aire o de bulbo seco ($^{\circ}C$)

Es criterio de autores como Rémizov, (1991); Monroy, (2000) que la superficie del cuerpo humano absorbe extraordinariamente los rayos infrarrojos provenientes de hornos, calderas, estufas y que esta absorción es casi independiente del color de la piel, ya que en la banda de irradiación infrarroja prácticamente no hay variación en la capacidad de absorción de los diferentes colores de la piel.

Evaporación requerida (E_{req}): es la evaporación necesaria, para lograr disipar las ganancias de calor por efecto del metabolismo (M), la radiación (R) y la convección (C). También es conocido como sudoración requerida

$$E_{req} = M + R + C \quad \text{Ec 1.4}$$

Cuando la temperatura del aire (T_a) y la temperatura de globo (T_g) toman valores superiores a la de la piel de la persona expuesta, el cuerpo humano comienza a ganar calor a partir de la convección y radiación respectivamente. Por otra parte, el metabolismo siempre aporta calor, más o menos, dependiendo de la intensidad del trabajo; el signo positivo así lo indica. En tales condiciones de ganancia de calor, se requiere de cierto valor variable de disipación de calor que sea capaz de contrarrestar las condiciones impuestas por el ambiente. Por tanto, el valor de la evaporación requerida depende de la severidad del ambiente, reflejado a partir de los mecanismos convectivos y radiantes así como de la intensidad del trabajo. La suma de los tres será el valor de la evaporación necesaria a lograr, o sea, la requerida.

Evaporación máxima (E_{máx}): es la máxima evaporación del sudor que permite disipar el ambiente. (norma ISO 7726, 1998)

$$E_{máx} = (P_{skm} - p_a) / R_T \quad \text{Ec 1.5}$$

donde:

p_a es la presión parcial de vapor de agua del ambiente de trabajo en (kPa)

R_T es la resistencia de la evaporación total en (m² kPa/W)

P_{skm} es la presión de vapor saturado a la temperatura de la piel en (kPa)

La evaporación del sudor es el mecanismo encargado de provocar la liberación del calor, pero éste está regulado por la presión de vapor de agua y la velocidad del aire que encuentra en el exterior. En la medida que el ambiente esté más seco, menor será el valor de P_a, mayor será el valor de la expresión dada entre paréntesis y mayor será el valor de la evaporación que permite disipar el ambiente, de ahí la desventaja de trabajar en ambientes húmedos.

1.2.4 Relaciones térmicas entre el hombre y el ambiente.

¿Qué es exactamente el confort térmico?

La norma ISO 7730, (1995) lo define como "aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico".

Dos condiciones deben cumplirse para mantener el confort térmico. La primera es que la combinación actual de la temperatura de la piel y la temperatura del núcleo del cuerpo proporcione una sensación térmica neutra. La segunda es el equilibrio del balance de energía del cuerpo: el calor producido por el metabolismo deberá ser igual a la cantidad de calor disipada por el mismo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se pueden diferenciar dos situaciones que a continuación se describen.

1. Balance térmico: puede lograrse a partir de dos variantes.

$$a) M \pm C \pm R = 0 \quad \text{Ec 1.6}$$

En este caso uno de los mecanismos de intercambio térmico: ya sea por radiación o convección es negativa y anula el efecto positivo de los demás. O tal vez ambos sean negativos y sumados igualen el calor metabólico.

Como se puede apreciar no es necesario sudar para lograr el balance, por lo que el término "evaporación" no aparece. Según la NC 19-01-03, (1988) al conjunto de variables que cumplen con esta condición para un determinado vestuario, constituye la **zona óptima de exposición microclimática**.

$$b) M + C + R - E = 0 \quad \text{Ec 1.7}$$

En este caso la influencia de la evaporación de la sudoración es suficiente para equilibrar las ganancias de los demás términos, aunque no por ello necesariamente la convección y la radiación tengan que aportar calor al cuerpo. Esta situación recibe el nombre de **zona permisible de exposición microclimática**.

En ambas situaciones se logra el equilibrio térmico. Su ecuación balanceada así lo indica.

2. Desbalance térmico: ocurre cuando la severidad de las condiciones es tal que se cumplen los siguientes casos.

a) Ganancia térmica

$$M \pm C \pm R - E > 0 \quad \text{Ec 1.8}$$

La evaporación de la sudoración es insuficiente para disipar el calor absorbido, bien porque la evaporación máxima no lo permite y el individuo sude y éste gotee, bien porque aún estando la humedad muy baja, la cantidad de calor liberado producto de la evaporación de sudor máxima posible, no sea suficiente para anular la carga impuesta. En este caso el calor comienza a almacenarse en el cuerpo del hombre. Recibe el nombre de zona crítica de exposición microclimática.

b) Pérdida térmica.

$$M \pm C \pm R < 0 \quad \text{Ec 1.9}$$

Uno de los mecanismos de intercambio, o tal vez los dos son negativos. Las pérdidas de calor exceden la ganancia metabólica. Se siente frío. La sudoración empeoraría la situación, por eso el término E no aparece (Curley e Irwin, 1999)

1.3 Aspectos fisiológicos a considerar en el intercambio térmico.

El mantenimiento de la temperatura interna del cuerpo en un intervalo muy estrecho es un requerimiento de los procesos que se desarrollan en el interior del organismo, fundamentalmente en la cabeza, el cuello y el tronco que necesitan de una temperatura casi constante para que no haya afectación de los órganos que se encuentran en su interior. El valor normal de la temperatura medido en la boca es de unos 36,7 a 37 °C (Viña, 1987; Navarro, 1989). Si esta se eleva sobre los 41 °C existe un riesgo grande de daño irreparable de las células cerebrales o la muerte (Kilbourne, 2001). El ser humano se encuentra toda una vida a una distancia de 4-5 °C de un grave accidente térmico o la muerte sin que esto parezca preocuparle mucho, independientemente de las variaciones de la intensidad de trabajo y de las condiciones climáticas.

La temperatura de la piel puede variar más ampliamente en dependencia de las condiciones climáticas.

1.3.1 Termorregulación

Si los accidentes térmicos no son muy frecuentes esto se debe a los eficientes mecanismos de termorregulación con que cuenta el organismo. No obstante, si las condiciones del clima laboral no favorecen un adecuado intercambio térmico se desarrolla una tensión fisiológica tendente a lograr la termorregulación, que incide en el bienestar del trabajador, provoca la fatiga (con la consiguiente disminución de la productividad) y afecta su salud en los casos más críticos.(Artz,1996)

El hombre tiene un sistema regulador de temperatura muy efectivo, que garantiza que la temperatura del núcleo del cuerpo se mantenga a 37 °C aproximadamente.

El sistema de control que regula la temperatura del cuerpo es complejo, y aún no se comprende del todo (Martín, 2000). Sin embargo, se conocen los dos sistemas más importantes de sensores que están localizados en la piel y envían la señal al hipotálamo. El hipotálamo tiene la función del enfriamiento del cuerpo cuando la temperatura del núcleo corporal sobrepasa los 37° C. Los sensores de la piel son sensores de frío que inician las defensas corporales contra el enfriamiento cuando la temperatura de la piel cae por debajo de 34°C.

La tolerancia del hombre a altas temperaturas está en estrecha dependencia con la saturación de vapor de agua que existe en el ambiente. El calor seco es siempre mejor tolerado que el húmedo pues no dificulta la evaporación del sudor. Al ser segregado el sudor se halla en estado líquido, encontrándose generalmente en el exterior con condiciones que propician su evaporación (Stamford,1990). Por tanto, el principio a través del cual se libera calor es a partir de la evaporación del sudor y no de la sudoración únicamente; si el ambiente es muy húmedo, se le hace muy difícil al sudor evaporarse pues se encuentra que el ambiente ya está saturado.

La eficiencia de este mecanismo se ve limitada por la capacidad máxima de sudoración de un hombre, estableciéndose como máxima la producción de 1 L/h de sudor (García, 1987), que de evaporarse en su totalidad sobre la piel, libera al cuerpo de una cantidad de calor equivalente a 2508 kJ/h. Esta producción de calor le impone una carga fisiológica al organismo, específicamente al sistema cardiovascular el cual desempeña un papel fundamental en la termorregulación.

Además de la segregación del sudor, otro mecanismo fisiológico contribuye a liberar el exceso de calor en el organismo: el incremento de la intensidad de la circulación sanguínea hacia los vasos que se encuentran distribuidos inmediatamente debajo de la piel, lo que provoca una dilatación de los vasos sanguíneos.

El gasto cardíaco total puede variar sus valores de casi 0-30% de la cantidad de sangre enviada hacia estas regiones, lo que hace que el calor sea conducido desde las partes internas del cuerpo a la piel muy eficazmente. La vasodilatación periférica facilita un incremento de la cantidad de sangre puesta en contacto con la superficie de la piel a menor temperatura provocando su enfriamiento.

Ambos mecanismos fisiológicos descritos se conjugan, pues evaporarse el sudor en la piel, enfriándola, provoca que la sangre en contacto ahora con una superficie de menor temperatura, facilite el intercambio térmico.

1.3.2 Efectos de la pérdida de líquidos.

El balance hídrico del organismo es muy importante. Una pérdida de 1,5 kg de agua reduce sensiblemente el volumen sanguíneo, la sangre se torna más densa aumentando así el trabajo cardíaco. Se eleva el pulso y la temperatura interna, experimentándose sed y fatiga. Un déficit de 2 a 4 kg de agua (3 al 6% del peso corporal) provoca una fuerte disminución de la capacidad de trabajo, con alteraciones fisiológicas importantes. Por tanto, en un ambiente caluroso la reposición de líquidos es imprescindible.

De acuerdo a la pérdida de líquido sufrida, sucederá lo siguiente: (Lopategui, 2000).

1. Pérdida de 1% del peso corporal:

- a) Disminución en el tiempo de reflejo.
- b) Reducción en la fuerza.
- c) Algunos trastornos fisiológicos.

2. Pérdida de 3% del peso corporal:

- a) Aumento en la frecuencia del pulso.
- b) Aumento en la temperatura rectal.

- c) Disminución en el estado de alerta mental.
- d) Reducción en la respuesta de los reflejos.

La persona se aproxima a un agotamiento por calor conforme se acerque a una pérdida de 6 % del peso corporal.

1.4 Factores personales que influyen en los efectos del calor.

Es curioso el hecho de que un grupo de individuos expuestos a condiciones microclimáticas equivalentes, realizando una misma actividad tengan apreciaciones diferentes sobre las condiciones de calor(Sánchez,1998). Esta disparidad de criterios se debe a que existen variaciones individuales, diferencias entre unas personas y otras que provocan que unos toleren mejor el rigor del clima que otros.

A continuación se muestran los principales factores que según García, (1987) ; Melo (2004); Viña, (1987); Osmar, (1998) influyen en el intercambio térmico.

Aclimatación.

Cuando una persona se expone por primera vez a una situación laboral no acostumbrada de clima caluroso, sus mecanismos termorreguladores no pueden acostumbrarse inmediatamente a los requerimientos, necesitando de 7 a 10 días para lograr la adaptación. Este período en que el hombre tarda en adaptarse a las nuevas condiciones se le conoce como aclimatación (Viña, 1987).

Entonces comienzan a manifestarse determinados signos de adaptación a la nueva condición impuesta. Osmar, (1998) plantea que sucede lo siguiente:

- Disminuye la temperatura corporal.
- Disminuye el ritmo cardíaco.
- Aumenta la sudoración.
- Disminuye la sensación de angustia.

Capacidad de trabajo.

Es un factor que refleja las aptitudes físicas para desarrollar trabajo. Las personas con alta capacidad de trabajo físico tienen un sistema cardiovascular eficiente, lo cual le favorece la eficiencia de la vasodilatación como mecanismo termorregulador.

Edad.

Con la edad aumenta el esfuerzo que tiene que realizar el corazón para bombear la sangre a todo el organismo, fundamentalmente por el incremento de la resistencia en las paredes de las venas y arterias donde se depositan diversas lipoproteínas que dificultan la libre circulación sanguínea. Ello provoca una merma en la eficiencia cardiovascular (Beeson, 1992).

Sexo.

Aunque no se han encontrado diferencias significativas entre la capacidad de sudoración del hombre y la mujer, otros factores pudieran justificar los indicios de que las mujeres se aclimatan peor que los hombres. Generalmente su menor aptitud física o la tensión fisiológica motivada por los ciclos menstruales pudiera ser la causa de ello. Especial diferencia introduce el período de gestación donde la tolerancia al calor se reduce considerablemente (Lopategui, 2000).

Color de la piel.

Aunque existen diferencias en cuanto a la absorción de determinadas radiaciones entre la piel clara y la oscura, en general no se han hallado diferencias significativas con relación a la capacidad de absorción de infrarrojos tanto para una piel como para la otra. Esta teoría es defendida por autores como: Cutillas, (2001); Morehouse, (1996) .

1.5 Indicadores fisiológicos de la tensión térmica.

A partir de todo lo planteado anteriormente puede deducirse que los tres indicadores fisiológicos para evaluar la tensión térmica más utilizados son: **la temperatura interna, la pérdida de peso por sudoración y el ritmo cardíaco.**

Bajo condiciones de tensión térmica el hombre reacciona poniendo en funcionamiento los mecanismos termorreguladores para liberar calor; pero para que ocurra la activación de éstos es necesario una respuesta orgánica consecuente que permita que se alcancen los valores necesarios para contrarrestar la carga térmica impuesta (Monroy, 2000). Es decir, que los cambios que introduce en el organismo la respuesta fisiológica al calor, permiten indicar la tensión térmica a la que el sujeto está expuesto.

La frecuencia cardiaca.

El sistema cardiovascular es uno de los mecanismos que se activa con la tensión térmica, consecuentemente con ello el ritmo cardiaco sufre modificaciones, incrementando la frecuencia de sus contracciones a fin de satisfacer las demandas de los mecanismos termorreguladores. Esta característica permite utilizarlo para establecer límites permisibles en las condiciones en que se realiza un trabajo. Pero el ritmo cardiaco no solo se modifica por efecto del intercambio térmico, sino que responde a una demanda de exigencias del organismo, en primer orden a la intensidad de trabajo físico, al mantenimiento de determinadas posturas de trabajo u otras. Ello ha provocado que los valores del ritmo cardiaco que se aceptan como máximos permitidos a tolerar conjugan todas las exigencias del trabajo, pues resulta imposible individualizar el incremento sufrido como consecuencia del desfavorable intercambio térmico. Generalmente se acepta como límite de incrementos de 30-40 pulsaciones/minuto (García, 1987; Leighton, 1990) sobre el ritmo de reposo, no debiendo sobrepasar para ningún trabajador las 110 puls./min. en trabajos continuos.

La temperatura interna.

Como su nombre lo indica, es la temperatura que se genera en el interior del organismo o del núcleo, debiendo permanecer dentro de límites muy estrechos (García, 1987; Artz, 1996). La temperatura interna del cuerpo varía ligeramente según la intensidad de trabajo, pero es constante para cada intensidad de trabajo en un amplio intervalo de condiciones de intercambio térmico, que están dentro de las posibilidades de los mecanismos de termorregulación.

Si los mecanismos termorreguladores no son suficientes para disipar el calor generado y ganado por el cuerpo, la temperatura interna se eleva y no debe ser superior a los 38 °C.

Es por eso que sus pequeñas variaciones permiten inferir acerca de la tensión térmica. El límite permisible de dicha elevación no está aún claramente establecido, pero (Viña, 1987) plantea que la mayoría de los especialistas concuerdan en que, en este sentido, se establecen límites de 37.5 °C para trabajos ligeros o moderados, y para trabajos muy intensos hasta 38.5 °C.

El recto y el esófago permiten dar un estimado certero de la temperatura interna pues ambas estructuras están situadas suficientemente internas para ser representativas, pero prácticamente se ve limitada su aplicación pues produce molestias al trabajador además de determinadas razones culturales que limitan la disposición del trabajador a cooperar. Por estas razones las mediciones suelen tomarse en la boca a pesar de no resultar el lugar idóneo.

La temperatura superficial no debe considerarse un indicador de la temperatura interna, pues las condiciones térmicas que rodean al trabajador influyen notablemente en ella.

Pérdida del peso corporal por sudoración.

La pérdida de peso por sudoración es un buen indicador de la tensión térmica siempre que el sujeto esté aclimatado a las condiciones de sobrecarga térmica, para lo que se requiere que la exposición se halla repetido durante un mínimo de 5-7 jornadas laborales consecutivas (Estrucplan, 2004), puesto que en las primeras exposiciones el individuo, por no estar aclimatado, no suda lo necesario, pudiendo entonces subestimar la tensión térmica. La determinación de la pérdida de peso por sudoración es muy simple, siempre que se cuente con una balanza, pesando al trabajador antes y después de la jornada laboral, además se debe tener en cuenta el peso de los líquidos y otros alimentos ingeridos, y los excrementos durante la jornada laboral. El límite máximo permisible recomendado varía según Viña, (1987) pero no es conveniente exceder los 500 gramos por hora.

2. ANTECEDENTES

En Cuba los estudios de contaminación térmica en locales cerrados como tal no han sido prácticamente divulgados, sí existe una norma cubana que solo en uno de sus capítulos trata de regular desde el punto de vista de protección e higiene del trabajo, algunos parámetros relacionados con el aspecto térmico, de ahí que la bibliografía disponible sobre el tema en el país sea escasa, no así internacionalmente.

Como el objetivo final de la investigación es obtener un nuevo índice para evaluar contaminación térmica en locales cerrados, se hizo necesario recopilar la información existente en el mundo en cuanto a los índices de tensión térmica más utilizados, para ello se emprendió una amplia búsqueda revisándose documentos en: Comité Estatal de Normalización, Centro de Información Científica de la Universidad de Matanzas, Instituto de Medicina del Trabajo, la consulta de ejemplares únicos en el país y la visita a cientos de sitios en Internet

2.1 - Índices de Tensión Térmica.

Muchos intentos se han realizado para reducir los componentes termales del ambiente a una sola cifra indicativa de la tensión de calor y para evaluar el riesgo de estrés térmico por calor. (INSHT, 2000) Como ya se ha demostrado, condiciones microclimáticas equivalentes para un sujeto a una razón de trabajo, no necesariamente influirá de igual manera en otro sujeto u otra razón de trabajo. Ningún índice en el que se combinan factores medioambientales en un solo número puede ser apropiado para todos los individuos y razones de trabajo y no hay ninguna manera simple con la que puedan combinarse las características fisiológicas del sujeto con los factores físicos del ambiente para alcanzar una sola cifra.

Algunos de los índices más importante de tensión de calor que se reportan en la literatura se relacionan a continuación. (Kerslake, 1972; García, 1987; Monroy, 2000; Olesen,1997; Norma ISO 7933, 1989; Norma ISO 7730, 1996; Norma ISO 8996, 1990; Viña ,1987 ; Norma ISO 7243,1989):

- Índice de Sobrecarga Calórica de Belding y Hatch (ISC).
- Índice de Tensión Térmica. Introducido por Givoni (ITT).

- Predicción de la Razón de Sudor para 4-horas. Introducido por Mc. Ardle (P₄SR).
- Índice de Temperatura de Bulbo Húmedo y Globo (Yaglou) (WBGT)
- Temperatura Efectiva. Introducido por Yaglou (ET).
- Equivalencias Séjour. Introducido por Missenard (ES).
- Voto Medio Estimado (PMV).
- Porcentaje Estimado de Insatisfechos (PPD).
- Índice de Sudoración Requerida.(ISR)

Debe señalarse que por las características del estudio realizado no se hace uso de los índices de estrés por frío pues no se ajustan a las condiciones reales de la investigación.

2.1.1 Índice de Sobrecarga Calórica de Belding y Hatch (ISC). (Kerslake, 1972; García, 1987; Viña, 1987; Melo, 2003)

El índice está basado en el análisis físico del intercambio de calor. Esencialmente dos cantidades son estimadas, la razón de evaporación requerida del calor para lograr el balance térmico (E_{req.}), y la capacidad de evaporación máxima (E_{máx.}). La cifra que describe la sobrecarga calórica es la razón E_{req.}/E_{máx.} expresada como un porcentaje.

Con el objetivo de simplificar el índice y hacerlo independiente de las respuestas individuales, todos los cálculos están basados en una temperatura de la piel de 35 °C y un área de superficie corporal de 1.86 m². El intercambio de calor respiratorio se desprecia.

Cuando la E_{req.} se iguala a la E_{máx.} el Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) alcanza un valor de 100%. A valores mayores la razón de evaporación requerida para el balance térmico (a una temperatura corporal de 35 °C) excede la capacidad de evaporación máxima. En este caso el sujeto no está en balance térmico.

En medios en que el Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) exceda la unidad la actual razón de evaporación podría ser E_{máx.}, y el individuo comienza a almacenar calor a una razón de E_{req.}-E_{máx.}

El método tiene la ventaja de depender de factores puramente ambientales, permitiendo su fácil aplicación al asumir una temperatura de la piel constante.

2.1.2 Índice de Tensión Térmica de Givoni (ITT). (Kerlake, 1972; García,1987; Viña, 1987)

El mismo predice la razón de sudor requerida para lograr el balance térmico en los individuos. Al igual que en el Índice de Sobrecarga Calórica (ISC), la evaporación requerida ($E_{req.}$) la evaporación máxima ($E_{máx.}$) son estimadas primeramente. El siguiente paso es tomar su razón y encontrar, a partir de ésta, la eficiencia de la sudoración (E). El valor del índice es la razón de sudor requerida para lograr el equilibrio térmico E_{req}/E . Esto surge como la vía más lógica de combinar el calor sensible y la capacidad de evaporación, pero su aplicación estricta, incluso para el caso más simple de sujetos desnudos es una tarea complicada, y puede no ser correcto asumir que la E pueda ser definida solamente a partir de $E_{req.}/E_{máx.}$.

2.1.3 Predicción de la Razón de Sudor para 4 Horas (P_4SR)(Kerlake, 1972; García, 1987; Viña, 1987)

Durante la última parte de la II Guerra Mundial una serie de estudios sobre los efectos fisiológicos de los climas calurosos, fueron desarrollados por el Consejo de Investigaciones Médicas de Londres. La duración de 4 horas tomadas por un reloj naval fue adoptada como el período experimental estándar y los individuos eran marineros aclimatados para trabajos moderados en el calor. El P_4SR fue desarrollado a partir de esos datos experimentales.

El índice combina los efectos de la temperatura del aire, temperatura radiante, humedad, movimiento del aire y razón de trabajo para 2 niveles de ropas. El valor del índice es la pérdida de sudor total (litros) durante una exposición de 4 horas.

En condiciones intensas Kerlake, (1972) sugiere P_4SR superior a 5 litros. La razón de sudor no es un indicador fiable de la tensión térmica.

2.1.4 Índice de la Temperatura de Bulbo Húmedo y de Globo(WBGT).

Kerlake, 1972; García, 1987; Viña, 1987; Norma ISO 7243, 1989; Monroy, 2000; Luna, 2003)

La escala de la temperatura efectiva, en su forma original, no tiene en cuenta el calor radiante, y los ajustes realizados posteriormente con el empleo de la Temperatura Efectiva Corregida (TEC) lo hacen demasiado complicado para su aplicación en este campo.

De esta forma es que surge el WBGT donde sólo 3 observaciones son requeridas (en el caso de que las mediciones se realicen en exteriores): la temperatura medida por un termómetro de globo, T_g , la temperatura de bulbo seco, T_{bs} , y la temperatura medida por un termómetro de bulbo húmedo el cual no está expuesto a radiación ambiental. Si la evaluación es en interiores sólo se requieren dos mediciones la temperatura de globo y la temperatura de bulbo húmedo. El índice consiste en una suma de estas tres temperaturas.

El aspecto más significativo de este índice es que no requiere de mediciones del movimiento del aire. Cuando la temperatura de bulbo húmedo psicrométrica es utilizada, el único efecto del movimiento del aire es sobre la temperatura de globo.

El éxito del índice es debido, en parte, a su simplicidad, permitiendo de esta manera identificar condiciones críticas. Pero sus limitaciones están en no tener en cuenta la velocidad del aire y el nivel de metabolismo.

2.1.5 - Temperatura Efectiva (TE). (Kerlake, 1972; García, 1987; Olesen,1997; Viña,1987)

La temperatura efectiva de un medio, es la temperatura del aire saturado quieto. Es el resultado de combinar temperaturas del aire, temperatura de bulbo húmedo y velocidad del aire. Es un índice sensorial empírico, pues las líneas que forman su escala están construidas según las apreciaciones subjetivas de frío o calor de un grupo de sujetos expuestos a diferentes combinaciones de las variables que lo contemplan

2.1.6 - Equivalencias en Séjour (ES). (Kerslake, 1972; García, 1987; Viña, 1987)

Fue desarrollado por Missenard, quien partió de la hipótesis que la Temperatura Efectiva (TE) era inadecuada aplicarla para el estado estable. Este índice se sustenta en las sensaciones experimentadas a partir de aproximadamente media hora después de la transición de un medio a otro. La medición tomada inmediatamente después de la transferencia es conocida como Equivalencia de Pasaje y la Equivalencia en Séjour es la medición tomada como mínimo después de realizar la transición de un medio a otro.

2.1.7 - Índices del Voto Medio Estimado (PMV) y Porcentaje estimado de Insatisfechos (PPD). (Monroy, 2000; Norma ISO 7730, 1996; Melo, 2004; Luna, 2000)

Según la norma ISO 7730, (1996) las sensaciones térmicas del hombre están relacionadas principalmente con el estado térmico general de su cuerpo. Dicho estado depende de la actividad física que se realice, de la vestimenta, así como de los parámetros ambientales: temperatura del aire, temperatura media de radiación, velocidad del aire y humedad del aire.

Estos factores pueden ser estimados o medidos mediante el cálculo del índice Voto Medio Estimado (PMV), del inglés “Predicted Mean Vote” como se indica más adelante y del índice Porcentaje Estimado de Insatisfecho (PPD), del inglés “Predicted Percentage of Dissatisfied” dando una sensación térmica general del cuerpo.

2.1.7.1 Voto Medio Estimado (PMV)

El Voto Medio Estimado (PMV) es un índice que refleja la opinión de un grupo numeroso de personas sobre su sensación térmica, valorada según una escala con los 7 niveles siguientes:

- +3 muy caluroso
- +2 caluroso
- +1 ligeramente caluroso
- neutro
- -1 ligeramente fresco
- -2 fresco
- -3 frío

El índice Voto Medio Estimado (PMV) puede determinarse una vez estimadas la actividad (producción de energía metabólica o tasa metabólica, según Norma ISO 7726, 1998), la vestimenta (resistencia térmica) y medidos los siguientes parámetros: temperatura del aire, temperatura media de radiación, velocidad relativa del aire y presión parcial de vapor de agua,. Este índice se basa en el balance térmico del cuerpo humano. El hombre está equilibrado térmicamente cuando la producción interna de calor iguala la pérdida de calor hacia el ambiente. En un ambiente moderado, el sistema termorregulador humano intentará automáticamente modificar la temperatura cutánea y la secreción de sudor para mantener el equilibrio térmico. En el índice PMV se ha establecido una correspondencia estadística entre la respuesta fisiológica del sistema termorregulador y los votos sobre sensación térmica emitidos por más de 1300 sujetos.

Este índice puede utilizarse para verificar si un ambiente térmico dado cumple los requisitos de bienestar expuestos en el capítulo 6 de la Norma ISO 7730, (1996). Al hacer el Voto Medio Estimado (PMV) = 0 se establece una ecuación que predice las combinaciones de actividad, ropa y parámetros ambientales que proporcionarán una sensación térmica neutra.

2.1.7.2 Porcentaje estimado de Insatisfechos (PPD) (Norma ISO 7730,1996).

El índice Porcentaje estimado de Insatisfechos (PPD) establece una previsión cuantitativa del número de personas insatisfechas con el ambiente térmico. Este prevé para un grupo numeroso de personas, el porcentaje de aquellas susceptibles de sentir demasiado calor o demasiado frío, es decir, aquellas que voten muy caluroso (+3), caluroso (+2), fresco (-2) o frío (-3) en la escala de sensación térmica de 7 niveles del PMV.

Una vez que los valores de PMV son determinados, el Porcentaje estimado de Insatisfechos (PPD) puede ser calculado por la ecuación:

$$PPD = 100 - 95 \times e^{-(0,03353 \times PMV^4 + 0,2179 \times PMV^2)}$$

2.1.8 Índice de sudoración requerida (ISR). (Norma ISO 7933, 1989)

La Norma ISO 7933, (1989) plantea que el índice es un método de cálculo para interpretar el balance térmico del cuerpo humano a partir de:

- a) Parámetros típicos del ambiente térmico, sea temperatura del aire, t_a ($^{\circ}\text{C}$); temperatura media radiante, t_{mr} ($^{\circ}\text{C}$); presión parcial del vapor, p_a (kPa) y velocidad del aire, v_a (m/s).
- b) Características medias de los sujetos expuestos a una situación de trabajo:
 - Producción del calor metabólico, M (W/m^2)
 - Vestimenta térmica, I_{cl} ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)

2.1.9 – Comparación de los índices de tensión térmica.

La selección del índice adecuado constituye una de las premisas fundamentales que es necesario analizar, pues ello determinará una mejor evaluación del intercambio térmico.

Dicha selección depende de la situación particular en que será aplicado, no existe ninguno que sea óptimo para aplicar a todas las situaciones industriales. El Voto Medio Estimado (PMV), es dentro de todos los índices aquí analizados, el más completo, esto lo demuestra el hecho de tener presente, además, de los parámetros ambientales más importantes también incluye el vestuario y el calor metabólico producido por el organismo. A pesar de ser un método que se resuelve a partir de iteraciones sucesivas realizadas a una serie de ecuaciones, es un índice que muestra el criterio de contaminación térmica más exacto, es decir, presenta un intervalo límite para la evaluación del local. Su desventaja está en la complejidad de cálculo, pues es casi imprescindible el uso de un ordenador para su procesamiento.

El Índice de Sudoración requerida (ISR), es muy complejo en su cálculo matemático, se necesita una programación más compleja lo que causa incomodidad al usuario, por otra parte, la ecuación general lleva implícito el calor intercambiado por la respiración, por tanto, se necesita el cálculo del calor por convección y evaporación a causa de la respiración, otro motivo por el cual se hace complejo a la hora de una evaluación. No obstante, es un índice muy completo, con características muy similares a las del PMV

El Porcentaje Estimado de Insatisfechos (PPD), es un método poco usual debido a que se hace de forma subjetiva, se realiza una entrevista sujeto a sujeto para obtener una variable respuesta que daría el porcentaje de insatisfechos estimado, algo, que en la práctica sería muy limitado. Además es una derivación del PMV.

El Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) por su parte, no sólo refleja la situación de intercambio térmico hombre-ambiente, sino que a partir de los resultados parciales que se van obteniendo en su cálculo, permite determinar los valores que toman los mecanismos de intercambio térmico, como son, la radiación, convección, evaporación requerida y máxima, lo cual permite determinar cuál de ellos aporta más calor al medio y qué variables micro climáticas deben ser controladas para reducir el mecanismo que más calor aporta en el intercambio. Su limitante radica en que considera para los cálculos una temperatura de la piel fija de 35°C y una superficie corporal constante.

La Predicción de la Razón de Sudor para 4-Horas. (P_4SR) por su naturaleza empírica, su aplicación es limitada. Es solo comparable en cuanto a complejidad con el ITT pero no tiene en cuenta la luz solar. De ahí que el ITT sea más flexible en este sentido.

La virtud del WBGT radica en su simplicidad. Sólo unas pocas mediciones son requeridas las cuales pueden obtenerse por mediciones directas de los instrumentos de medición. Fue obtenido para militares en fase de entrenamiento (reclutas) y para aquellos medios donde existe peligro de muerte térmica. El WBGT ayuda a identificar condiciones críticas y puede ser utilizado cuando no sea posible la aplicación de otros índices más sofisticados.

La Equivalencias Séjour (ES) es utilizada para estados de sensaciones estables, pero como la Temperatura Efectiva (TE) lleva años en uso, es muy difícil hacer este cambio pues influye mucho la fiabilidad del índice.

Un índice ideal, debe incluir las condiciones del medio ambiente, los factores fisiológicos y las características del vestuario que permitiera ser utilizado para cualquier individuo bajo cualquier condición. Pero ello lo volvería tan complicado que limitaría su aplicación práctica.

2.2 Conclusiones parciales.

1. Existe una amplia gama de índices a escala internacional, pero todos obtenidos a partir de personas fundamentalmente europeas.
2. De todos los índices analizados, el Voto Medio Estimado unido al Índice de Sudoración Requerida constituyen los más completos para realizar una evaluación de contaminación térmica en locales cerrados, por tener

presente en su cálculo prácticamente todos los parámetros que intervienen en el intercambio térmico.

3. Los índices analizados en su gran mayoría poseen un grado de complejidad elevado en su manipulación o en algunos casos carecen de niveles de evaluación que permitan dar criterios más exactos de la contaminación térmica.
4. Todos los índices no son idóneos para evaluar una misma condición térmica. El índice de tensión de calor debe ser lo suficientemente simple para el uso cotidiano, y algo debe sacrificarse para lograr esto. Si cubre una gama amplia de condiciones, las diferencias entre los individuos serán significativas, y es necesario aceptar una pérdida sustancial de exactitud o restringir el índice para que sólo se aplique a ciertas categorías de individuos y trabajos.

3. OBJETIVOS

Dado el gran interés y preocupación que presentan los funcionarios de la cadena Rumbos por conocer las condiciones térmicas bajo las cuales laboran sus trabajadores es que surge la idea de estudiar este aspecto en algunas de sus instalaciones (Taberna Alemana, Café Atenas, Caminos del Mar y Albacora). Sin embargo al acudir a las herramientas internacionales que existen para este propósito, se pudo comprobar que en su mayoría son de alta complejidad o carecen en algunos casos de niveles que permitan delimitar el grado de la contaminación, además prácticamente en su totalidad fueron obtenidas fundamentalmente para europeos. Por otra parte la norma cubana NC 19-01-03 de 1988 presenta deficiencias en su manejo y sus criterios de evaluación se dan de forma dispersa y no en un solo valor indicativo. Todo este análisis conduce a presentarr el problema que a continuación se expone:

Como consecuencia del proceso productivo que se realiza en los locales cerrados destinados a la cocción de alimentos, se genera contaminación térmica, que afecta el medio ambiente laboral. No contándose con una herramienta que de forma simple permita estimar los diferentes niveles que la misma pueda presentar.

Basado en el problema anteriormente formulado se propone como hipótesis de trabajo la siguiente:

A través de la evaluación de la contaminación térmica de estos locales se obtiene el grado de la contaminación y el mecanismo predominante, lo que permite obtener un índice simple para dicho propósito.

Para dar respuesta a la hipótesis planteada en esta investigación se trazaron los objetivos generales que a continuación se relacionan:

1. Evaluar la contaminación térmica, así como el nivel de severidad de los locales seleccionados.
2. Obtener un índice simple para evaluar contaminación ambiental térmica en locales cerrados destinados a la elaboración de alimentos.

3. Establecer los niveles de contaminación térmica del nuevo índice a partir de criterios fisiológicos.
4. Validar la efectividad del índice obtenido y comparar sus resultados con los más importantes utilizados en el mundo para este propósito.

Para alcanzar los objetivos anteriormente formulado se definen las siguientes tareas:

1. Realizar una revisión bibliográfica que permita definir las formas o vías de evaluar la contaminación térmica en locales cerrados.
2. Seleccionar los más adecuados para este propósito.
3. Planificación del proceso experimental.
4. Caracterización y evaluación de los locales seleccionados.
5. Creación del nuevo índice y establecimiento de sus niveles para evaluar.
5. Validación práctica del índice obtenido.

4. DESCRIPCION DE LA ZONA DONDE SE REALIZA EL ESTUDIO

4.1. Localización de la zona

4.1.1. Perfil geográfico

La investigación se realiza en la provincia Matanzas, segunda en extensión territorial y la novena por su población en Cuba. Su relieve es predominantemente llano. Al noroeste y hacia el centro oeste se extienden las alturas de La Habana - Matanzas donde se encuentra la mayor elevación de la provincia y las de Bejucal - Madruga - Coliseo. Posee abundantes recursos hídricos ubicados en el manto freático y en abundantes corrientes fluviales. Sus suelos son fértiles y productivos. (Hernández, et al, 2002)



Figura 4.1 Localización geográfica provincia Matanzas.

La provincia posee una población absoluta de 658 078 habitantes con una densidad de 54,9 habitantes/km² y el 80,5 % de las personas viven en zonas urbanas y el 19,5 % en rurales.

Su economía es agropecuaria-industrial. Sus principales producciones son: azúcar de caña, cítricos, energía eléctrica, petróleo y gas natural, fertilizantes, textiles y alimentos, posee un aeropuerto internacional y un importante polo turístico en Varadero, una de las playas más bellas del mundo.

La evaluación como tal se realiza en instalaciones de los municipios Matanzas y Varadero, zonas costeras del territorio nacional y que poseen un componente antrópico considerable.

4.2. Factores formadores del clima

Como es precisamente objetivo de esta investigación evaluar la contaminación térmica producida por el hombre como consecuencia de un proceso productivo, es importante entonces conocer las características climatológicas que caracterizan el territorio, de ahí que se traten los tópicos que a continuación se desarrollan. Los principales factores formadores del clima son la radiación solar, la circulación atmosférica y el carácter de la superficie subyacente.

4.2.1. Radiación solar

El mapa de la radiación solar global media anual para el territorio (figura 4.2) muestra la influencia de los factores físico-geográficos, la distancia a la costa y el relieve en su distribución territorial (Rubiera, 2002). Ambos factores condicionan el comportamiento de la nubosidad, que a su vez, influye sobre la radiación solar incidente. En Cuba el máximo de nubosidad ocurre hacia el interior del país, esta situación limita la llegada de los rayos solares a la superficie terrestre, produciéndose el mínimo de la radiación solar global en las grandes llanuras y el máximo fundamentalmente en las zonas costeras.

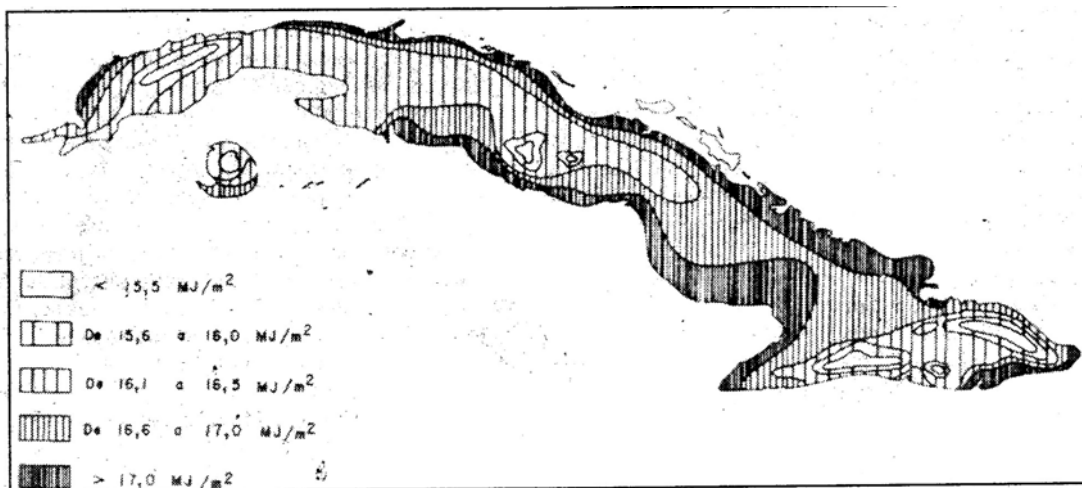


Figura 4.2 Distribución media anual de las radiaciones térmicas en Cuba

4.2.2. Circulación atmosférica

Al tener las costas del territorio una orientación oeste noroeste a este sudeste y casi paralelas, los sistemas de brisas de mar presentan direcciones opuestas en las costas norte y sur, como promedio.

En el período poco lluvioso del año (noviembre - abril) las masas de aire polares continentales de América del Norte y las masas de aire frío provenientes del Océano Pacífico septentrional pueden influir sobre el territorio, dando lugar a tipos de tiempo propios de regiones subtropicales (Lecha, 1999).

Durante el período lluvioso (mayo - octubre) predomina la influencia del anticiclón subtropical del Atlántico Norte.

4.2.3. Factores físico geográficos

Las regiones costeras se caracterizan por un mayor régimen de radiación solar y horas de insolación, una menor oscilación de la temperatura y la humedad del aire, mayor número de días despejados y un mínimo de días nublados y de precipitaciones, así como una menor ocurrencia de calmas por la acción del régimen de las brisas. Mientras tanto las zonas llanas se caracterizan por un menor régimen de radiación y número de horas de insolación, considerable oscilación diaria de la temperatura y la humedad del aire, menor número de días despejados y un mayor número de días nublados.

4.3. Comportamiento de los elementos del clima

4.3.1. Insolación

La insolación teórica no experimenta grandes variaciones en el transcurso del año y oscila entre casi 11:00 horas el 22 de diciembre y 13:00 horas el 21 de junio. Sin embargo, la insolación real experimenta variaciones en los diferentes meses del año.

La magnitud de la insolación real disminuye a medida que se aleja de las costas alcanzando el mínimo en las regiones interiores. Abril presenta el máximo de la marcha anual de la insolación, registrándose los valores más altos de las distribuciones mensuales, los máximos alcanzan una magnitud de 281 a 300

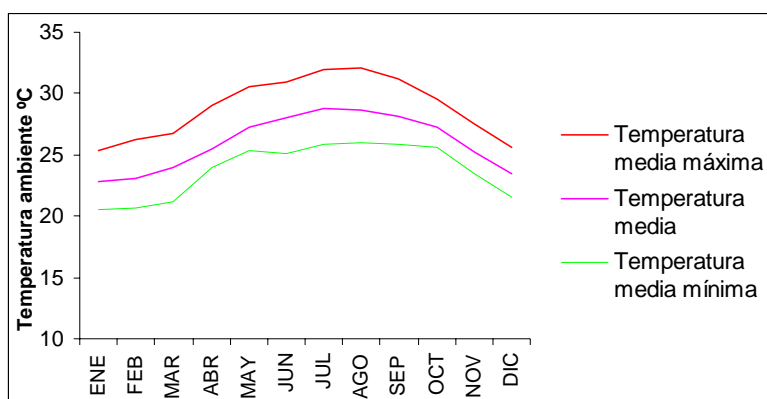
horas, para un promedio diario de 9,5 a 10 horas. La región costera experimenta los mayores valores anuales que llegan a ser superiores a las 2900 horas.

4.3.2. Nubosidad

Los mínimos de distribución de días nublados se presentan generalmente en las zonas costeras, que es donde precisamente ocurre el máximo de días despejados, precisamente el mayor número de días de este tipo (más de 100 al año)ocurre en las costas de esta región.

4.3.3. Temperatura del aire

La temperatura del aire del territorio alcanza su máximo anual en los meses de julio y agosto, mientras que el mínimo de la marcha ocurre en enero y febrero



(figura 4.3).

Figura 4.3 Marcha anual media de la temperatura del aire para el territorio.

Con respecto al comportamiento de los valores medios mensuales de la temperatura del aire, (figura 4.4) en el mes de enero existe una notable uniformidad del régimen térmico cuyos valores se hallan entre 20 y 22°C. En el mes de abril, el valor predominante de la temperatura del aire se encuentra en el intervalo de 24 a 26°C. En julio la uniformidad del régimen térmico es aún más evidente estando los valores medios entre 26 y 28°C. Por último en octubre se presentan valores más bajos (entre 24 y 26°C) cerrándose de esa forma el ciclo anual.

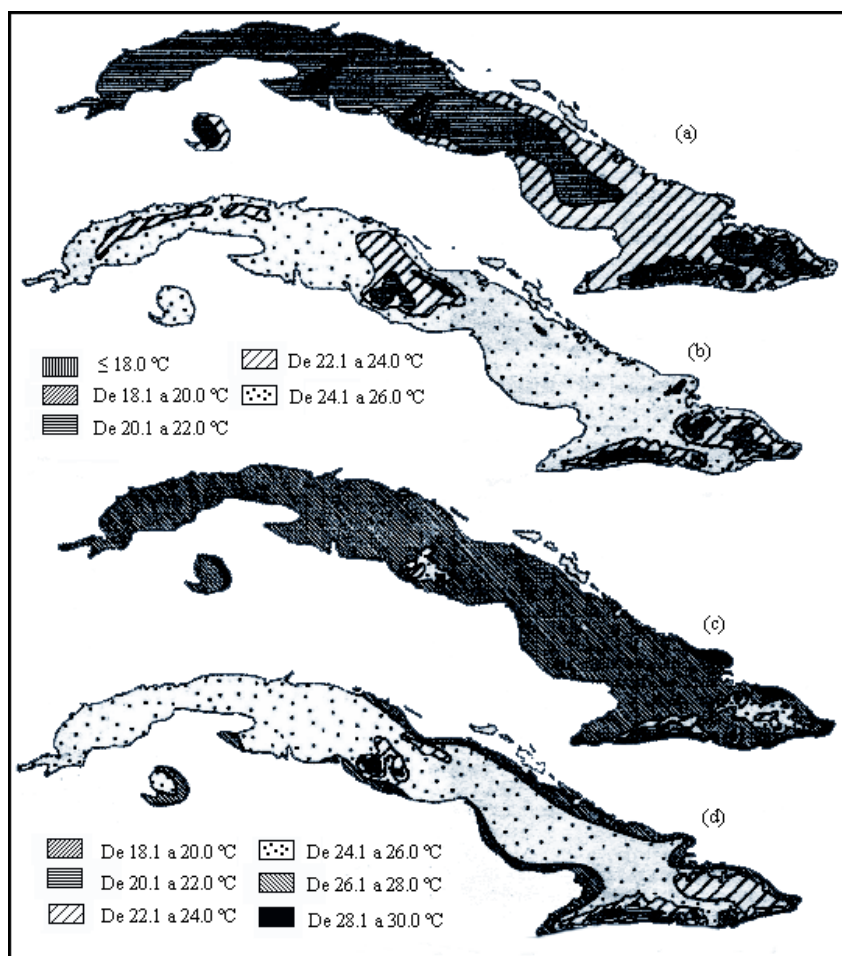


Figura 4.4 Temperatura media mensual del aire: a)enero, b)abril, c)julio, y d)octubre.

En cuanto a la marcha diaria de la temperatura del aire el máximo ocurre al mediodía y el mínimo en horas de la noche (figura 4.6). Mientras que la oscilación media anual de la temperatura (diferencia entre la temperatura media del mes más frío y del más cálido del año) no excede generalmente los 7°C.

4.3.4. Humedad del aire.

La humedad relativa del aire tiene una marcha anual que se corresponde con la distribución estacional de las lluvias, el máximo tiene lugar en octubre, último mes del período lluvioso y el mínimo ocurre en abril, último mes del período poco lluvioso (figura 4.5), en general los máximos de humedad se registran en la península de Zapata (83 - 86 %). Los mínimos se hallan en las grandes llanuras, particularmente en las llanuras costeras (60 - 70 %).

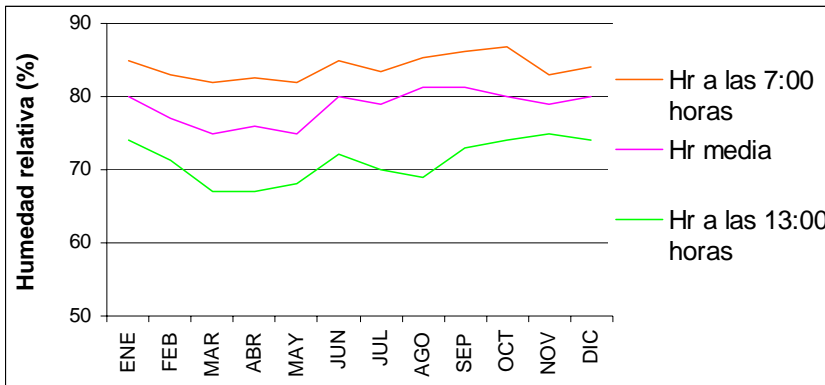


Figura 4.5 Marcha anual media de la humedad relativa a las 7:00 horas, a las 13:00 horas y el valor medio mensual.

Con respecto a la marcha diaria de la humedad relativa (figura 4.6), presenta el máximo en horas de la noche, generalmente al final de la madrugada, alcanzando prácticamente el punto de saturación muy cerca del 100 %. La mínima se registra en horas del mediodía y puede alcanzar valores notablemente bajos entre 30 y 40 % en los meses finales del período poco lluvioso del año.

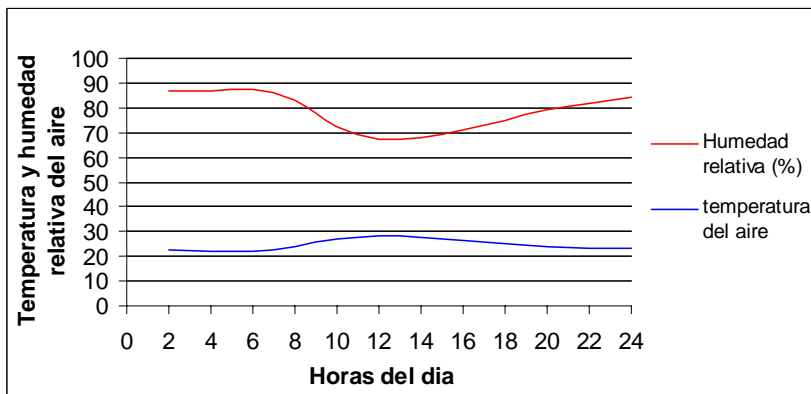


Figura 4.6 Comportamiento medio durante el día de la humedad relativa y la temperatura del aire

4.3.5. Viento

Durante el período lluvioso predomina la influencia de los vientos alisios los que imponen un régimen estable de vientos del nordeste al este. Unido a la influencia de los alisios los sistemas de vientos locales, principalmente las brisas de mar y tierra condicionan la marcha diaria de los vientos en las zonas costeras. En el

período poco lluvioso del año, la influencia anticiclónica subtropical (período de los alisios) alterna con la influencia de los ciclones extratropicales y los anticiclones continentales, en esta etapa es algo difícil establecer el régimen de brisas.

Como promedio la rapidez del viento no suele ser muy elevada. Las medias mensuales raramente sobrepasan los 15 km/h, lo cual ocurre predominantemente en los meses del período poco lluvioso y fundamentalmente en horas de la tarde.

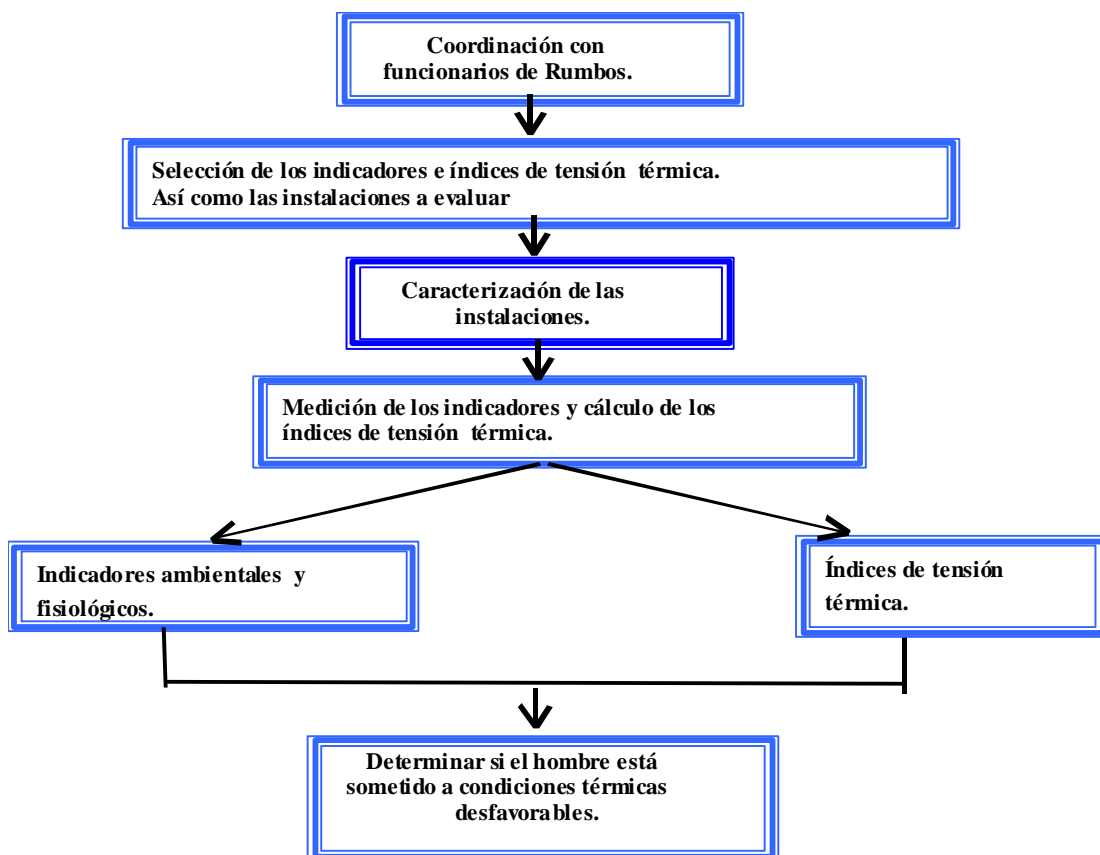
4.4 Conclusiones parciales

1. Los meses de enero, abril, julio y octubre representan a cavidad el clima en el territorio objeto de estudio y nacionalmente.
2. En la zona objeto de estudio se observa, los mayores niveles de radiación solar del territorio.
3. El horario más crítico en cuanto a condiciones naturales de temperatura se refiere se encuentra entre las 9:00 y las 14:00 horas.

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

En este capítulo se desarrolla el proceder metodológico de las dos etapas fundamentales de la investigación: la primera encaminada a la caracterización y evaluación, y la segunda dirigida a la obtención y validación del nuevo índice de contaminación térmica.

Para cumplimentar los objetivos trazados en la primera etapa de este trabajo se diseñó un cronograma con las etapas del proceso de investigación las cuales se reflejan a continuación en el siguiente diagrama:



5.1 Coordinación con funcionarios de Rumbos en Varadero.

Una vez concretada la idea de evaluar condiciones térmicas en locales cerrados, era necesario determinar dónde se realizaría el trabajo. De ahí que, conociendo el interés de los directivos de Rumbos en Varadero, de obtener información sobre este tema en algunos de sus establecimientos, se realizara una reunión de

coordinación con esta entidad, reunión en la que participó el Dr. Joaquín García Dihigo de la Universidad de Matanzas, el Jefe del Departamento de protección e higiene del trabajo (PHT), así como el director de recursos humanos de la cadena, lo que permitió establecer las estrategias de trabajo a seguir, así como el consentimiento de facilitar sus instalaciones para realizar las evaluaciones, convirtiéndose, de esa forma en receptores activos de los resultados obtenidos.

5.2 Selección de los indicadores e índices de tensión térmica. Así como las instalaciones a evaluar.

5.2.1 Selección de las instalaciones a evaluar.

Como resultado de la reunión antes descrita los directivos de Rumbos decidieron, teniendo en cuenta las quejas de los trabajadores de algunos establecimientos debido a las condiciones térmicas desfavorables que presentan los locales en los cuales trabajan, realizar un estudio de microclima laboral que permitiera determinar a que niveles de contaminación se encontraban expuestos y si esta podía representar un peligro para la salud de las personas sometidas a tal situación, en las siguientes instalaciones, que a su juicio, eran las que más problemas presentaban:

- Comedor obrero Caminos del Mar.
- Restaurante Taberna Alemana.
- Comedor obrero de Albacora.
- Restaurante – cafetería Café Atenas.

5.2.2 Estrategia utilizada para determinar los índices de mayor confiabilidad para evaluar la contaminación térmica en locales cerrados..

La estrategia seguida para seleccionar los índices a establecer en la investigación consta de las siguientes etapas:

- Recopilación de los índices más utilizados a escala mundial para evaluar la contaminación térmica en locales cerrados.
- Ordenar por nivel de importancia los índices utilizados en el ámbito mundial y seleccionar los más adecuados.

5.2.2.1 Recopilación de los índices utilizados

Para recopilar la información sobre los índices de tensión térmica utilizados en el mundo para evaluar contaminación térmica en locales cerrados se realizó una amplia búsqueda bibliográfica que contempló: bibliotecas especializadas del país, la consulta con asociaciones en el mundo que trabajan la temática, la localización y consulta de ejemplares únicos, así como la más exhaustiva búsqueda en Internet. Encontrándose un total de diez índices aptos para el fin propuesto.

5.2.2.2 Clasificar por orden de importancia los índices más significativos.

Dada la imposibilidad de utilizar todos los índices encontrados en la literatura para la evaluación, por lo extremadamente engorroso que sería el trabajo, y dada la posibilidad de que no todos estén acordes a las condiciones en las que se va a trabajar, es que se hace necesario clasificar por orden de importancia los índices más completos para evaluar contaminación térmica en locales cerrados. Se selecciona para ello el método de los expertos o método de Kendall (INC-49:81, 1981) dado que el mismo se utiliza para evaluar características que no necesariamente tienen que medirse a través de un instrumento de medición, siendo éste el caso que concierne. Este método consiste en unificar los criterios con el uso de herramientas estadísticas de un grupo de especialistas con conocimiento del tema sometido a estudio, de manera que cada integrante del panel pondere según el orden de importancia las características que cada cual entiende a criterio propio.

Para cumplimentar esta tarea se siguen los siguientes pasos:

- Selección del panel de expertos.
- Diseño y aplicación de las encuestas a valorar por el panel.
- Determinación del grado de concordancia de los expertos.
- Cálculo del coeficiente de ponderación.
- Análisis de los resultados obtenidos.

Selección del panel de expertos.

El panel de expertos utilizado se caracteriza por ser todos especialistas de reconocido prestigio y conocedores del tema, con 15 o más años de experiencias, en su totalidad son: investigadores , jefes de laboratorio , docentes y técnicos de la producción, una caracterización del panel aparece en el anexo 7 .La encuesta se hizo llegar a los expertos por correo postal ,correo electrónico o se entregó personalmente.

Diseño y aplicación de la encuesta.

El objetivo fundamental de la misma es determinar el grado de importancia que cada miembro del panel da a cada uno de los índices bajo estudio y centrar la atención para la futura investigación en aquellos que son más importantes.

La encuesta se encabeza de la siguiente forma:

Llenar la siguiente encuesta considerando que el índice más completo para realizar una evaluación del estrés térmico en locales cerrados se le asigne el valor 10, disminuyendo el mismo de forma tal que el que usted considere que tenga la menor confiabilidad tomará el valor 1.

En la carta enviada a los miembros del panel, además de la encuesta se les envía una información donde se explica el objetivo que se persigue con la misma y se le solicita que la lean bien y llenen, teniendo en cuenta su experiencia. La encuesta presentada al panel aparece a continuación.

Tabla 5.1 Encuesta enviada al panel de expertos.

K	Índices	Valor Asignado
1	PMV: Voto Medio Estimado (Norma ISO 7933,1989)	
2	PPD: Porcentaje Estimado de Insatisfechos(Norma ISO 7933)	
3	ISC: Índice de Sobrecarga Calórica de Belding y Hatch	
4	ITT: Índice de Tensión Térmica, introducido por Givoni	
5	P ₄ SR:Predicción de la Razón de Sudor para 4 Horas	
6	WBGT:Índice de temperatura de Bulbo húmedo y Globo	
7	ES: Equivalencias Sejour	
8	ISR: Índice de Sudoración Requerida (Norma ISO 7730,1996)	
9	ET: Temperatura Efectiva. Introducido por Yaglou	
10	ETC: Temperatura Efectiva Corregida	

Determinación del grado de Concordancia entre los expertos.

A partir de los resultados de la encuesta, se hace necesario determinar el grado de concordancia entre los expertos, para lo cual se utiliza el coeficiente de Kendall (INC-49, 1981, Díaz, 1996), que responde a la siguiente expresión:

$$W = \frac{12 S}{m^2 (K^3 - K)} \quad Ec 5.1$$

Donde:

$$S = \sum_{i=1}^K \left[R_i - \frac{\sum R_i}{K} \right]^2 = \sum_{i=1}^K \Delta^2 \quad Ec 5.2$$

S – Suma de cuadrados de la desviaciones observadas de la media.

R_i – Suma de criterio de los expertos con relación al factor i.

K – Número de factores investigados.

m – número de expertos

El coeficiente W toma valores entre 0 y 1. Si toma valor 0 indica que existe una total discrepancia entre los miembros del panel, contrariamente si alcanza valor 1

se establece una concordancia perfecta entre éstos. En la práctica esto apenas ocurre, obteniéndose valores intermedios por lo que se hace necesario utilizar una prueba de hipótesis que permita predecir si es significativa o no la concordancia entre los expertos.

Esta prueba de hipótesis se debe realizar según se indica a continuación:

H_0 : $W = 0$ no hay concordancia significativa.

H_1 : $W = 1$ hay concordancia significativa.

$$F_R = \frac{(m-1)W}{1-W} \quad \text{Ec 5.3}$$

Con $\alpha_1 = (K + 1 - m/2)$ grados de libertad del numerador y $\alpha_2 = (m - 1) \alpha_1$ grados de libertad del denominador.

Entonces, si se cumple que $F_R > F_{t(0,05, \alpha_1, \alpha_2)}$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la concordancia entre los expertos es significativa. Es señalable que INC-49:81(1981) expone que cuando $W > 0,5$ no es necesario realizar la prueba de hipótesis.

Cálculo del coeficiente de Ponderación.

Una vez aprobada la significación de la concordancia, se calcula el coeficiente de ponderación para cada variable aplicando la siguiente ecuación:

$$K_i = \frac{R_i}{\sum R_i} \quad \text{Ec 5.4}$$

La sumatoria de las K_i debe ser igual a uno.

5.3 Caracterización de las instalaciones y su descripción tecnológica.

Con el objetivo de dotar las investigaciones realizadas de un enfoque sistémico y conocer la acción o posible efecto de cada elemento sobre el sistema en su conjunto, se procedió a realizar una caracterización minuciosa de cada una de las instalaciones seleccionadas atendiendo a los aspectos que a continuación se relacionan:

- Dimensión de las instalaciones.
- Características de las fuentes emisoras de calor.

- Ubicación de las instalaciones.
- Número de personas que laboran.
- Características físicas y fisiológicas del personal.

5.3.1 Caracterización de La Taberna.

La Taberna pertenece a la división *Castell Nuovo*. Delimita por el norte con la playa Varadero, por el sur, con apartamentos de Acuazul, por el este, con la casa de visita de seguridad personal y por el oeste, con el Snack Bar de Acuazul.

Las dimensiones de esta instalación son: 8 m de largo, 3 m de ancho, 2,10 m de alto (8x3x2,10 m). Existen dos fogones: uno de ellos tiene 4 hornillas de 20 cm cada una con una plancha colocada en el centro, y el otro tiene 4 hornillas de 12 cm cada una con un horno eléctrico en la parte inferior que alcanza una temperatura de 450 °C. El combustible empleado para la obtención de la llama es el gas licuado. Se cuenta con una campana de extracción que abarca las fuentes emisoras de calor.

Existen 2 turnos de trabajo: en cada uno de ellos laboran un cocinero y un auxiliar de cocina. Las principales características físicas y fisiológicas de este personal así como del personal que labora en el resto de las instalaciones se reporta en el **anexo 1**.

5.3.2 Caracterización del Café Atenas.

El Café Atenas es uno de los establecimientos de Rumbos pertenecientes a la División Matanzas. Se encuentra delimitado, al norte, por la Cremería Café Atenas, al sur, por el Palacio de Justicia, al este, por el Teatro Sauto, y al oeste por las oficinas de la cadena Rumbos.

Sus dimensiones son de 8x3x2.5 metros. El calor es emitido por numerosas fuentes entre las que se encuentran: 1 horno eléctrico que alcanza una temperatura de 500 °C, una freidora eléctrica con 2 pocetas, un fogón de 4 hornillas con un diámetro de 12 cm cada una, utilizando como combustible el gas licuado; también existe un fogón pequeño de gas utilizado para tareas menos complejas. Existe una campana que abarca parcialmente las fuentes emisoras de

calor.

En este establecimiento laboran 3 turnos de trabajo, en cada uno de ellos, trabajan: 1 cocinero y el auxiliar de cocina.

5.3.3 Caracterización de Albacora.

Pertenece a la División Albacora al igual que 13 unidades más. Se encuentra delimitado, al norte, por la playa Varadero, al sur, por un almacén perteneciente a dicha unidad, por el este con almacenes de la unidad y por el oeste delimita con el restaurante Albacora. Sus dimensiones son de 4.5x3x2.5 metros. Existen tres fogones: uno de 4 hornillas de 12 cm cada una, otro de 2 hornillas de 20 cm cada una con una plancha en el centro, y el último de 1 hornilla de 30 cm. Existe además una freidora eléctrica con dos pocetas. Se emplea gas licuado como combustible. La instalación no cuenta con el diseño de una campana ni otro mecanismo de control del calor.

Laboran dos turnos de trabajo, conformado cada uno de ellos por un cocinero y un auxiliar de cocina.

5.3.4 Caracterización de Caminos del Mar.

Pertenece a la división *Castell Nuovo* junto con 21 unidades más. Se encuentra delimitado, al norte y al sur por casas particulares por el este delimita con oficinas pertenecientes a la propia cadena y por el oeste, con un parqueo. Las dimensiones de la entidad son de 8x4x2.5 metros. El calor es emitido por numerosas fuentes entre las que se encuentran: dos fogones (uno con 2 hornillas de 20 cm de diámetro y una plancha en el centro, otro de 4 hornillas de 12 cm cada uno). El combustible empleado para la obtención de la llama es el gas licuado.

5.4 Indicadores ambientales y fisiológicos utilizados.

Para determinar si existe o no contaminación térmica en un local cerrado y si ésta influye o no sobre el hombre, no basta con decir que la temperatura es alta o baja, sino que es necesario conocer un grupo de indicadores que, en su conjunto,

pueden definir esta situación.

Para lograr este propósito se midieron los indicadores ambientales que a continuación se señalan, en el interior y el exterior del local:

- Temperatura de bulbo seco (Tbs)
- Temperatura de bulbo húmedo (Tbh)
- Temperatura de globo (Tg)
- Humedad relativa (Hr)

La velocidad del aire interior no se pudo registrar debido a que en ninguno de los locales analizados existen sistemas de ventilación instalados, y como los locales son cerrados la velocidad del viento es casi nula en su interior, aunque para el cálculo se asumió una velocidad de 0.25 m/s, considerando el movimiento relativo entre el hombre y el aire durante su desplazamiento.

Además se determinaron los indicadores fisiológicos:

- Temperatura interna (Tint)
- Ritmo cardíaco (RC)

El indicador fisiológico “pérdida de peso por sudoración” no fue posible aplicarlo debido a que en el mismo influyen variables no controladas, tales como la ingestión de alimentos, que están presentes, dadas las características del proceso, enmascarando los resultados del estudio.

5.4.1 Metodología a seguir para realizar las mediciones de los diferentes indicadores.

Para desarrollar este aspecto se tomó como referencia la NC 19-01-03, (1988) y la norma ISO 7726, (1998) que plantea: “la medición de la temperatura de bulbo seco y la temperatura de bulbo húmedo se realizará mediante un psicrómetro y el calor radiante se medirá con el termómetro de globo.

Las mediciones se llevaron a cabo mediante la utilización de estos equipos los cuales fueron calibrados y dados como aptos en el Comité Estatal de Normalización (CEN). La humedad relativa fue calculada mediante el empleo de la carta psicrométrica.

Se tomaron 10 mediciones diarias de cada indicador durante 48 días de trabajo, lo

que satisface ampliamente lo planteado por la NC 19-01-03, (1988) al respecto, que establece que no deben ser nunca menos de 5 (en la presente investigación se tomaron 10 por cada uno de los 48 días evaluados, o sea, se realizaron 480). Las mismas se hicieron a la altura del pecho y en el lugar donde aproximadamente se encuentra el trabajador, según se establece en la norma cubana y la norma ISO 7726, (1998), durante los meses de enero, abril, julio y octubre.

Pasos a seguir para la toma de las mediciones.

Estas mediciones fueron realizadas en lo que se llama “experimento pasivo”, tomándolas tal y como se comporta el proceso.

A modo de ilustración se explicará lo realizado para un día y una instalación:

1. Se tomó la medición cero (0) al local, sin contaminación térmica, como patrón de comparación, midiéndose para esta condición, todos los indicadores tanto ambientales como fisiológicos referidos anteriormente.
2. Una vez funcionando el local, se realizaron todas estas mediciones cada 30 minutos hasta completar un total de 10, anotándose en cada caso los equipos responsables de la emisión del calor que se encontraban funcionando.
3. Se tomaron los valores de Tbs, Tbh, Tg en el exterior del local con igual frecuencia de 30 minutos.

El modelo utilizado en la toma de las mediciones se presenta en el anexo 5

5.5 Metodología para el cálculo de los índices de tensión térmica.

Como una forma más completa de conocer si un local cerrado está sometido a condiciones térmicas desfavorables, existen numerosos índices, pero en este trabajo se seleccionaron cuatro, El Voto Medio Estimado (PMV) , el Índice de Sobrecarga calórica (ISC), el Índice de Sudoración Requerida (ISR) y la Temperatura Efectiva Corregida (TEC). Esta selección fue realizada teniendo en cuenta el resultado aportado por el método de los expertos. De acuerdo al análisis bibliográfico realizado , debe aclararse que normalmente se emplea uno solo, pero en este caso para lograr más confiabilidad y poder determinar su eficacia se utilizaron los cuatro más importantes obtenidos a partir del método de los expertos o método de Kendall.

Seguidamente se describirá cómo se opera con los diferentes índices aquí

empleados y su procedimiento de cálculo.

Estos índices se aplicaron al momento crítico de cada día que se realizó el muestreo. De esta forma, se tomó, para seleccionar el momento crítico, el criterio de la mayor combinación de temperaturas que se alcanzaron para el período analizado. Esto se hizo para cada uno de los días que se realizó el muestreo, obteniéndose, de esta forma, 48 juegos de valores para cada uno de los cuatro índices seleccionados.

5.5.1 - Índice de Sobrecarga Calórica (ISC)

Es una relación entre la carga térmica que el medio le impone al hombre más la que éste genera y la liberación de calor que se produce en él.

El índice de sobrecarga calórica es uno de los más aplicados. A continuación se presenta su procedimiento:

VARIABLES DE ENTRADA:

- Temperatura de globo (Tg), °C.
- Temperatura de bulbo seco (Tbs), °C.
- Velocidad del aire (Va), m/s.
- Calor Metabólico estimado (Met.), Kcal./h.
- Presión de vapor de agua (Pa), Pa.

Puede ser calculado de forma analítica o gráficamente. Si es de la primera forma sería de la

siguiente manera:

$$ISC = \frac{E_{req}}{E_{m\acute{a}x}} * 100 \quad Ec 5.5$$

donde:

E_{req}: evaporación requerida (kJ/h)

E_{máx}: evaporación máxima (kJ/h)

Al igual que otros índices el Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) se puede calcular gráficamente teniendo en cuenta las variables siguientes:

- Temperatura de bulbo seco (Tbs).

- Temperatura de bulbo húmedo (T_{bh}).
- Temperatura de globo (T_g).
- Velocidad del aire (V_a).
- Estimación del calor metabólico (M).

La estimación del calor metabólico se realizó según (Norma ISO 8996,1990) donde para cada tipo de actividad existe una producción de calor metabólica determinada.

Procedimiento.

1. Como se indica en el **anexo 3 (gráfico 1)** con el valor de T_g se corta el valor de V_a determinándose el punto A.
2. A partir de este punto se traza una recta vertical que corte a la línea del calor metabólico correspondiente en el **gráfico 2**. Este sería el punto B.
3. A partir de este punto se traza una horizontal hasta el final del **gráfico 4**.
4. Con los valores de T_{bs} y T_{bh} , en la carta psicrométrica se determina la presión de vapor de agua (P_{va}).
5. En el **gráfico 3** se entra con el valor de la P_{va} a cortar la curva de velocidad del aire correspondiente determinándose el punto C.
6. A partir del punto C se traza una vertical a cortar la horizontal proveniente del **gráfico 2**, obteniéndose el punto D.
7. Determinar qué valor de ISC le corresponde al punto D.

Este índice no sólo refleja la situación del intercambio térmico, sino que a partir de los resultados parciales que se van obteniendo, permite determinar los valores que toman los mecanismos de intercambio térmico.

2.5.2 - Voto Medio Estimado (PMV)

El siguiente índice se calcula de una forma compleja y poco práctica pero sí muy completa, avalado en la Norma ISO 7730 (1996), a partir de un conjunto de variables de entrada involucradas en un sistema de ecuaciones solubles por iteraciones sucesivas.

Tabla 5.2 Variables de entrada para el cálculo del PMV

Variablen	Símbolos en el programa
Ropa, clo	CLO
Producción de energía metabólica, Met.	MET
Trabajo externo, Met.	WME
Temperatura del aire, °C	TA
Temperatura de globo, °C	Tg
Velocidad relativa del aire, m/s	VEL
Humedad relativa del aire, %	RH
Presión parcial de vapor de agua, Pa	PA

El procedimiento de operación de este índice se describe a continuación:

La ecuación del PMV viene dada por,

$$\begin{aligned}
 \text{PMV} = & (0,303 e^{-0,036M} + 0,028)\{(M-W) - 3,05 \\
 & \times 10^{-3} \times [5733-6,99(M-W)-pa] - 0,42 \\
 & \times [(M-W) - 58,15] - 1,7 \times 10^{-5} M(5867-pa) \\
 & 0,0014 M(34-ta) - 3,96 \times 10^{-8} f_{cl} \\
 & \times [(t_{cl} + 273)^4 - (t_{rm} + 273)^4] - f_{cl} h_c (t_{cl} - ta)\} \quad \text{Ec 5.6}
 \end{aligned}$$

Donde,

$$\begin{aligned}
 t_{cl} = & 35,7 - 0,028(M-W) - I_{cl} \{3,96 \times 10^{-8} f_{cl} \\
 & \times [(t_{cl} + 273)^4 - (t_{rm} + 273)^4] + f_{cl} h_c (t_{cl} - ta)\} \quad \text{Ec 5.7}
 \end{aligned}$$

$$2,38 (t_{cl}-ta)^{0,25} \text{ para } 2,38 (t_{cl}-ta)^{0,25} > 12,1 (\text{Var})^{1/2} \quad \text{Ec 5.8}$$

hc =

$$12,1 (\text{Var})^{1/2} \text{ para } 2,38(t_{cl} - ta)^{0,25} < 12,1 (\text{Var})^{1/2} \quad \text{Ec 5.9}$$

$$1,00 + 1,290 I_{cl} \text{ para } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2\text{C/W} \quad \text{Ec 5.10}$$

fcl =

$$1,05 + 0,645 I_{cl} \text{ para } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2\text{C/W} \quad \text{Ec 5.11}$$

donde,

PMV es el voto estimado medio;

M, es la producción de energía metabólica, en W/m^2 de superficie.

W, es el trabajo exterior, en W/m^2 , igual a cero para la mayoría de las actividades.

I_{cl}, es la resistencia térmica debido a la ropa, en $\text{m}^2\text{C/W}$

f_{cl}, es la relación entre el área del cuerpo humano con ropa y desnudo.

t_a, es la temperatura del aire en $^{\circ}\text{C}$.

t_{rm}, es la temperatura media de radiación, en $^{\circ}\text{C}$

Var, es la velocidad relativa del aire, m/s.

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

h_c, es el coeficiente de transferencia de calor por convección, $\text{W/m}^2\text{C}$

t_{cl}, es la temperatura superficial de la ropa, $^{\circ}\text{C}$.

La ecuación del PMV puede ser calculada para distintas combinaciones de producción de energía metabólica, ropa, temperatura del aire, temperatura media de radiación, velocidad y humedad del aire. Las ecuaciones para t_{cl} y h_c pueden resolverse por iteraciones sucesivas.

Se recomienda utilizar este índice cuando los 6 parámetros principales están contenidos en los intervalos siguientes:

$$\mathbf{M} = 46 \text{ a } 232 \text{ W/m}^2 \text{ (0,8 a 4 met)}$$

$$\mathbf{I}_{cl} = 0 \text{ a } 0,310 \text{ m}^2\text{C/W} \text{ (0 a 2 clo)}$$

$$\mathbf{t}_a = 10 \text{ a } 34 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\mathbf{t}_{rm} = 10 \text{ a } 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\mathbf{Var} = 0 \text{ a } 1 \text{ m/s}$$

Pa = 0 a 2700 Pa

El PMV puede ser entonces determinado de una de las siguientes formas:

- Mediante la ecuación del PMV, con un ordenador y un programa de computación. (anexo 8)
- Directamente del anexo C de la norma ISO 7730 (1996), donde se dan tablas de valores PMV para distintas combinaciones de actividad, ropa, temperatura operatoria y velocidad relativa, pero sólo para humedad relativa de un 50 %.

5.5.3 - Sudoración requerida.

Este índice se programa con la ayuda de la hoja de cálculo Microsoft Excel (2000), a continuación se muestra de forma sintetizada las ecuaciones implícitas en el índice:

La ecuación del balance térmico del cuerpo se describe de forma general como,

$$\mathbf{M-W =Cres + Eres + K + C + R + S} \quad \text{Ec 5.12}$$

Esta ecuación expresa la producción de calor interno del cuerpo el cual corresponde con la producción metabólica (M) que es balanceado por el calor intercambiado en la respiración ya sea por convección (Cres) y evaporación (Eres) así como el calor intercambiado en la superficie de la piel por conducción (K), convección (C), radiación (R) y evaporación (E). Además existe un calor acumulado por el cuerpo (S).

El metabolismo (M) puede ser estimado por la Norma ISO 7730, (1996) y el trabajo externo puede ser despreciado ($W=0$) debido a su valor pequeño.

- El calor intercambiado en la respiración por convección (Cres) puede ser expresado por la relación,

$$\mathbf{Cres = cp V (tex - ta) / A_{Du}} \quad \text{Ec 5.13}$$

donde

C_p , es el calor específico del aire seco a presión constante en (J/ kg de aire seco)

V , es el flujo de la ventilación al respirar, en kg de aire/ s)

t_{ex} , es la temperatura del aire espirado en ($^{\circ}C$)

t_a , es la temperatura del aire, ($^{\circ}C$)

A_{Du} , es la superficie corporal, (m^2)

- El calor intercambiado por evaporación en la respiración (E_{res}) puede ser expresado por la relación,

$$E_{res} = c_e V (W_{ex} - W_a) / A_{Du} \quad Ec 5.14$$

donde

c_e , es el calor latente de evaporación del agua (J/kg)

W_{ex} , es el flujo húmedo de del aire espirado en (kg de agua/ kg de aire seco)

W_a , es el flujo húmedo del aire inhalado (kg de agua/ kg de aire seco)

- El calor por convección (C) en la superficie de la piel, viene dado por la ecuación,

$$C = hc F_{cl} (t_{skm} - t_a) \quad Ec 5.15$$

donde,

hc es el coeficiente de transferencia de calor por convección (W/m^2K)

F_{cl} es el factor de reducción del calor sensible intercambiado por la vestimenta (adimensional)

t_{skm} es la temperatura media de la piel en ($^{\circ}C$)

t_a es la temperatura del aire en ($^{\circ}C$)

- El calor por radiación (R) es una función de las características de la piel, vestimenta, postura, temperatura media de la piel y la temperatura media de radiación, viene dado por la siguiente ecuación:

$$R = hr F_{cl} (t_{skm} - t_{rm}) \quad Ec 5.16$$

donde

hr es el coeficiente de transferencia de calor por radiación en (W/m²K)

trm es la temperatura media radiante en (°C)

- Calor por evaporación en la superficie de la piel (E)

La evaporación máxima, E_{máx} en (W/m²) viene dada por la ecuación,

$$E_{máx} = (p_{skm} - p_a) / R_T \quad \text{Ec 5.17}$$

donde

p_a es la presión parcial de vapor de agua del ambiente de trabajo en (kPa)

R_T es la resistencia de la evaporación total en (m² kPa/W)

La evaporación requerida viene dada por la ecuación

$$E_{req} = M - W - C_{res} - E_{res} - C - R \quad \text{Ec 5.18}$$

Y el índice de la sudoración requerida viene dado por la relación.

$$E_{req} / E_{máx} \quad \text{Ec 5.19}$$

5.5.4 Temperatura Efectiva Corregida.

Como se mencionó anteriormente, la Temperatura Efectiva Corregida (TEC) suple una de las deficiencias que presenta la Temperatura Efectiva (TE), pues incorpora la radiación. Para determinar la TEC se emplea el mismo gráfico de la TE, pero el significado de sus escalas cambia: la escala que para TE representaba la temperatura de bulbo seco (T_{bs}) ahora es la temperatura de globo (T_g) y la que antes era temperatura de bulbo húmedo, (T_{bh}) pasa a ser la escala de la temperatura de bulbo húmedo seudo (T_{bh'})

La T_{bh'} no es un dato obtenido directamente del ambiente, sino que es resultado de combinar en la carta psicrométrica tres variables: T_{bs}, T_{bh} y T_g.

Procedimiento

1. En la carta psicrométrica con el valor de T_{bs} se traza una recta que parte de este punto perpendicular a su escala.
2. Con el valor de T_{bh} se traza otra recta que parta de este punto e intercepte a la recta que partió de la escala de T_{bs} determinándose el valor que le

corresponda en dicha interceptación.

3. A partir de este punto se traza una recta a humedad constante.
4. Se marca el valor de T_g en la escala de T_{bs} y se traza una recta que parta de ese punto perpendicular a su escala hasta interceptar la recta de humedad constante, determinando otro punto.
5. A partir de este punto se traza una recta paralela a la escala de T_{bh} , pudiendo leerse en el punto determinado por esta recta y la escala el valor de T_{bh}' .
6. Con los valores T_g , T_{bh}' y V_a se determina en el nomograma de la Temperatura Efectiva Corregida el valor de la Temperatura Efectiva que le corresponde (**anexo 2**)

Además de calcular los índices se determinaron los mecanismos del intercambio térmico que más aportaban calor para que, en función de esto, fuera posible tomar las medidas correspondientes.

Debe aclararse que todos estos índices excepto la Temperatura Efectiva Corregida fueron programados y calculados de forma analítica con el uso de la computación.

5.6 Etapa de obtención del nuevo índice de contaminación térmica

Esta etapa contiene los métodos y técnicas de experimentación desarrollados en la obtención del nuevo índice de contaminación térmica. La misma comprende la caracterización del local y de los sujetos utilizados en los experimentos, así como los experimentos realizados tanto en la fase preparatoria como los referidos a la obtención del índice propiamente.

5.6.1 Caracterización del local y los sujetos utilizados en los experimentos.

El local utilizado en proceso de experimentación posee las siguientes características:

Dimensiones

Largo: 4,50 metros

Ancho: 4,20 metros

Altura: 2,80 metros

Color de las paredes: rosado claro.

El calor es emitido por una fuente de luz infrarroja. Su distribución está de acuerdo a un triángulo equilátero y a una distancia fija sobre los sujetos objeto de estudio.

Tal como se muestra en la figura 5.1.



Figura 5.1 Fuente de calor utilizada en la experimentación.

Los sujetos expuestos en la experimentación tienen las siguientes características:

Tabla 5.3 Caracterización de los sujetos utilizados en la experimentación.

Sujeto	Color de la piel	Edad (años)	Sexo	Peso (kg)	Estatura (cm)	Estado de salud
1	Blanco	23	Hombre	65.5	179	Normal
2	Blanco	23	Hombre	67	177	Normal
3	Blanco	22	Mujer	61.9	160	Normal
4	Negro	22	Hombre	68.6	181	Normal
5	Negro	20	Mujer	50	156	Normal
6	Negro	22	Mujer	70.4	180	Normal

5.6.2 Experimentos realizados.

Todos los experimentos realizados estuvieron en función de determinar un índice

simple que permita estimar la contaminación térmica de los locales cerrados destinados a la elaboración de alimentos, así como poder establecer los diferentes niveles que brinden criterios de su severidad. Para ello se parte del concepto de que el hombre es homeotermo (Maya, 2002) , y pertenece al grupo de los animales de sangre caliente. Todos los experimentos se realizan para un nivel de metabolismo, vestuario y velocidad del aire fijos pues estas son las variables que se consideran como constantes en la obtención del nuevo índice. Con la creación de éste se persigue lograr la deseada interrelación entre los indicadores ambientales y los fisiológicos.

5.6.2.1 Experimento realizado para determinar la aclimatación al calor de los sujetos

Su objetivo radica en determinar el momento en que los sujetos utilizados en el proceso experimental ya se encuentran aclimatados al calor y por tanto este factor no interferirá en la experimentación. Para ello los sujetos son sometidos a condiciones térmicas severas (de las más elevadas planteadas para el proceso experimental) a metabolismo constante durante 240 minutos diarios por un período de tiempo que garantice el correcto proceso de aclimatación, chequeándose siempre al inicio y final de la exposición los indicadores fisiológicos.

Procedimiento

1. Se mide a cada uno de los sujetos los indicadores fisiológicos (temperatura interna y ritmo cardiaco).
2. Se someten los sujetos durante 240 minutos diarios a una tensión térmica con las siguientes características: temperatura de globo 36 a 38 °C, temperatura de bulbo seco 30 a 32°C y humedad relativa de 80 a 85 %, con metabolismo constante.
3. Al final de la exposición se chequean de nuevo los indicadores fisiológicos.

4. Al día siguiente se repite el mismo proceder establecido en los puntos 1, 2 y 3 .
5. Se repite el procedimiento en días consecutivos hasta que se alcance una disminución y estabilización en el comportamiento de los indicadores fisiológicos.
6. No se abandona el proceso de aclimatación hasta tanto los indicadores fisiológicos permanezcan estables por un período de tres días consecutivos, esto garantiza el final exitoso del proceso.

5.6.2.2 Experimento realizado para determinar el comportamiento de los indicadores fisiológicos de los sujetos sin contaminación térmica.

El propósito de esta determinación es el de detectar si los sujetos sometidos a los experimentos sufren algún tipo de cambio en sus parámetros fisiológicos sin estar sometidos a tensión térmica provocada por un proceso productivo.

Para ello se chequea el comportamiento de los indicadores ambientales y fisiológicos de los seis sujetos durante un período de 240 minutos manteniendo el nivel de metabolismo constante. El experimento se repite para varias condiciones climáticas en el mismo horario tomado como patrón para el proceso experimental y que está comprendido entre las nueve de la mañana y las dos de la tarde.

5.6.2.3 Experimento realizado para determinar el comportamiento de los indicadores ambientales y fisiológicos para una carga térmica que se incrementa.

Este experimento se realiza para dos condiciones de humedad relativa ,un primer intervalo que va de 60 a 65 % y otro de 80 a 85 % (criterio tomado del análisis de la caracterización de la zona y de las evaluaciones hechas a las instalaciones seleccionadas). El mismo consiste en observar cómo se comportan los indicadores ambientales y fisiológicos ante variaciones de la temperatura de globo desde las condiciones ambientales naturales hasta los 40° C, con el objetivo de

observar la posible zona de cambio de los indicadores fisiológicos y así emprender experimentos donde se analice con más exactitud como evolucionan estos ante variaciones de las condiciones térmicas.

Procedimiento

1. Se mide a cada uno de los sujetos los indicadores fisiológicos (temperatura interna y ritmo cardiaco), así como los indicadores ambientales (temperatura de globo, temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo) sin contaminación térmica y humedad relativa de 60 a 65%.
2. Se someten los sujetos a una carga térmica que va desde los valores naturales existente hasta una temperatura de globo de 40 °C.
3. Se controlan todos los indicadores, así como el tiempo transcurrido para cada incremento de 1 °C de la temperatura de globo hasta alcanzar los 40 °C.
4. Se repite el experimento para humedad relativa de 80 a 85 %.

5.6.2.4 Determinación del tiempo de experimentación en la obtención del nuevo índice.

Este experimento consistió en someter a los sujetos utilizados en el estudio a cuatro condiciones térmicas diferentes que van desde las más severas obtenidas del proceso de evaluación y caracterización, hasta las naturales que impone el medio ambiente circundante y determinar el tiempo en que se logra la estabilización de los indicadores fisiológicos, obteniéndose de esa forma el tiempo mínimo necesario de exposición de los sujetos durante la experimentación. Las cuatro situaciones térmicas son:

Situaciones térmicas	Temperatura operativa (Top) °C	Temperatura de globo(Tg) °C	Temperatura del aire (Tbs) °C	Velocidad del aire (Va) m/s	Humedad relativa (Hr) %
Situación 1	37.621	38	32	0.25	80-85
Situación 2	35.632	36	32	0.25	80-85
Situación 3	33.725	34	32	0.25	60-65
Situación 4	29.767	30	29	0.25	80-85

Procedimiento

1. Se mide a cada uno de los sujetos los indicadores fisiológicos (temperatura interna y ritmo cardiaco) sin ser sometidos a contaminación térmica.
2. Se someten los sujetos a la situación térmica dada (constante, no varía en el tiempo) al nivel de metabolismo establecido.
3. Transcurridos 10 minutos del comienzo de la exposición se medirán de nuevo los indicadores fisiológicos.
4. Se repetirá esta operación con la misma frecuencia hasta completar 150 minutos de exposición.
5. Se repite el experimento para cada una de las situaciones térmicas analizadas.

5.6.2.5 Experimentación para la obtención del nuevo índice de contaminación térmica.

Para emprender el montaje de los experimentos necesarios en la obtención del nuevo índice, se tuvo en cuenta todos los resultados obtenidos de la etapa preparatoria así como los del proceso de caracterización, evaluación y análisis de la bibliografía.

Se realizan experimentos para valores de temperatura de globo de 30; 32; 34; 35; 36; 38 ° C, bulbo seco de 27; 28; 29; 32 ° C y dos niveles de humedad relativa

(60 a 65 % y 80 a 85 %). Se toma como tiempo de experimentación 90 minutos , con metabolismo constante. Se mide en el momento cero y en intervalos de diez minutos, posterior a recibir carga térmica los indicadores fisiológicos ritmo cardiaco y temperatura interna. Con todos los resultados obtenidos se pasa a obtener un modelo empírico que tiene como variable dependiente el Voto Medio Estimado (PMV) y como independientes, la temperatura de globo (Tg), la temperatura de bulbo seco (Tbs) y la temperatura de bulbo húmedo (Tbh).

Procedimiento

1. Se mide a cada uno de los sujetos los indicadores fisiológicos (temperatura interna y ritmo cardiaco) sin ser sometidos a contaminación térmica.
2. Se establece la situación térmica dada (por ejemplo: temperatura de globo 30 °C, temperatura de bulbo seco 27°C y humedad relativa de 60 a 65 %) y se someten los sujetos a ella.
3. Se chequean a intervalos de 10 minutos los indicadores fisiológicos hasta completar 90 minutos de exposición.
4. Se repite el experimento para todas las combinaciones de temperatura de globo, bulbo seco y humedad relativa posibles.

5.7 Instrumentos utilizados en las mediciones.

Estas mediciones se efectuaron con los instrumentos establecidos en la Norma ISO 7726 (1998) que regula el uso y manejo de los instrumentos de medición.

Los instrumentos de medición utilizados fueron:

Termómetro clínico: Instrumento de medición de la temperatura interna del cuerpo humano (Tint), provisto de un bulbo de mercurio, con un rango de medición de temperatura entre 34 y 42 °C (Esta medición se realiza en la boca del sujeto).

Tensiómetro automático digital (Línea F-600): Se utiliza el método oscilométrico de medición. Se coloca sobre la muñeca una pequeña pulsera adaptable y

se pulsa un botón para que la unidad mida el ritmo cardíaco (RC, en pulsaciones / min.)

Para la medición de los parámetros ambientales se utiliza:

Termómetro de globo: este instrumento consiste en un globo negro provisto de un termómetro con un bulbo de mercurio que queda situado en el centro del globo. En teoría este globo puede tener cualquier diámetro, pero debido a que el cálculo de la temperatura media radiante depende del diámetro, se recomienda 0.15 m de diámetro para el cálculo de esta. En la superficie del globo se absorben las radiaciones, es por ello que mientras más oscuro sea la superficie es mejor la absorción de las radiaciones, siendo el globo utilizado de un color negro mate. Su principio de funcionamiento está basado en la teoría del cuerpo negro.

Psicrómetro: este instrumento consiste en dos termómetros y un dispositivo de ventilación. Los termómetros contienen un bulbo de mercurio y están protegidos por una capa niquelada contra las radiaciones. El primer termómetro es ordinario e indica la temperatura seca del aire, mientras que el segundo termómetro mide la temperatura húmeda del aire. Esto se explica debido a que este último está rodeado de una película de agua que tiene como objetivo de saturar el aire que es ventilado y así el termómetro pueda registrar la temperatura de bulbo húmedo.

Cronómetro: se utiliza para la medición del tiempo durante la experimentación.

5.8 Herramientas computacionales empleadas

Las herramientas computacionales empleadas para la elaboración , cálculo y procesamiento de la información fueron:

- Microsoft Word, (2000): Utilizado para la elaboración del informe.
- Microsoft Excel, (2000): Todo el procedimiento analítico para el cálculo del Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) y del Índice de Sudoración Requerida (ISR) fueron programados mediante el uso de este tabulador electrónico.
- Paquete estadístico Statgraphics (Statistical Graphics corp, 2000): Con el

uso de esta herramienta se realizó todo el procesamiento estadístico del trabajo.

- Programa de computación elaborado para el cálculo del Voto Medio Estimado (PMV): Dada la extrema complejidad para el cálculo de este índice fue necesario elaborar un programa computacional utilizando el lenguaje Qbasic (Microsoft Corporation ,1992) ver anexo 8.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROCESO DE EVALUACIÓN.

Como resultado del análisis bibliográfico se obtuvo que existen tres posibles vías para evaluar la contaminación térmica en locales cerrados: indicadores ambientales, indicadores fisiológicos e índices de tensión térmica, tomándose la decisión de utilizarlas todas para que los resultados fueran confiables y por su necesidad en trabajos futuros. Por otra parte con el objetivo de lograr que el análisis no sea reiterativo solo se realizará completamente en la instalación Taberna Alemana y para el resto se ofrecerá un resumen de cada una de ellas.

6.1 Análisis de los resultados de la aplicación del Método de los Expertos en la selección de los índices de tensión térmica

A continuación se ofrece en la tabla 6.1 los resultados de la encuesta aplicada al panel de expertos

Tabla 6.1: Resultados obtenidos al aplicar la encuesta a los expertos.

K	Característica	Criterio de Expertos								Ri	Δ	Δ ²	Ki
		1	2	3	4	5	6	7	8				
1	PMV	10	10	9	8	8	10	9	10	74	31	961	0.1721
2	PPD	5	3	4	5	1	8	7	5	38	-5	25	0.0883
3	ISC	9	9	10	7	10	7	10	9	71	28	784	0.1651
4	ITT	6	4	5	4	5	2	6	4	36	-7	49	0.0837
5	P4SR	4	5	8	3	4	3	4	3	34	-9	81	0.0790
6	WBGT	3	7	3	6	6	5	2	6	38	-5	25	0.0883
7	ES	2	1	1	2	3	4	1	2	16	-27	729	0.0372
8	ISR	8	6	7	10	9	9	5	8	62	19	361	0.1441
9	ET	1	2	2	1	2	1	3	1	10	-33	1089	0.0233
10	TEC	7	8	6	9	7	6	8	7	51	8	64	0.1186
										430		4168	1

Del procesamiento de los datos se obtiene el coeficiente de Kendall

$$W = \frac{12 \times 4168}{8^2 \times (10^3 - 10)} = 0,789$$

Ante todo es importante destacar que al tomar el coeficiente de Kendall un valor superior a 0.5 (en este caso $W=0,789$) queda demostrado que existe concordancia entre los expertos y que por tanto sus resultados son válidos.

Como ya se explicó este método se utilizó dada la necesidad de determinar qué índice era el más adecuado de acuerdo al criterio de los expertos para evaluar la contaminación térmica de un local cerrado, no obstante a ello se tomaron los cuatro primeros métodos estudiados referidos en la literatura científica, en el mismo orden de importancia que lo determinaron los expertos, ellos fueron:

1.Voto Medio Estimado (PMV)

2.Índice de Sobrecarga Calórica (ISC)

3.Índice de Sudoración Requerida (ISR)

4.Temperatura Efectiva Corregida (TEC)

6.2 Análisis de la instalación La Taberna Alemana.

Dada la necesidad que plantean autores como Cabrera, (2001); Mateo, (2001) de impregnar el análisis de un enfoque sistémico, se analizó qué influencia tienen los diferentes indicadores ambientales (temperatura del aire, humedad relativa y radiación) del exterior sobre el interior del local. Esto se logró tomando mediciones antes de que la instalación fuera afectada térmicamente por efecto del trabajo. Sólo se pudo realizar este estudio en esta instalación ya que el resto presentaban turnos de trabajo continuos u horarios que no permitían realizarlas.

6.2.1 Efectos de las variables microclimáticas exteriores sobre las interiores.

Al correlacionarse la temperatura de globo en el exterior del local con la del interior, pudo observarse que variaciones de la radiación en el exterior influye sobre el interior. Como se observa en la Figura 6.1, el gráfico se ajusta a un modelo de correlación lineal.

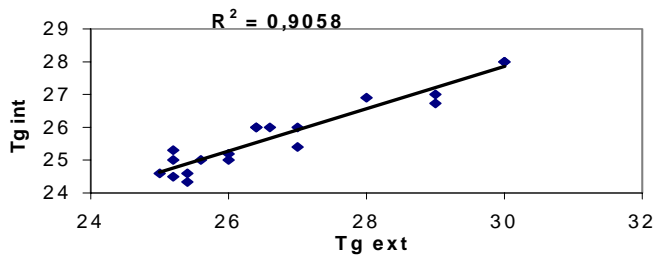


Figura 6.1. Influencia de las radiaciones exteriores sobre el interior.

Según la figura 6.1 incrementos en la temperatura de globo exterior provocan aumentos de este indicador en el interior del local. Estudios realizadas por Vázquez, (1996) explican la veracidad de este resultado, o sea, que las radiaciones solares pueden pasar a través de techos, paredes y ventanas hacia el interior del local de forma amortiguada.

En lo que se refiere al resto de los indicadores ambientales, es indiscutible que existe influencia de unos sobre otros, pero lo que sí no se puede observar es un alto grado de correlación entre ellos debido a que las variaciones en el exterior son mucho más dinámicas que en el interior del local, provocado fundamentalmente por las brisas que afectan este lugar. A continuación se muestra la **Figura 6.2** en la que se gráfica la temperatura de bulbo seco interior vs la temperatura de bulbo seco exterior.

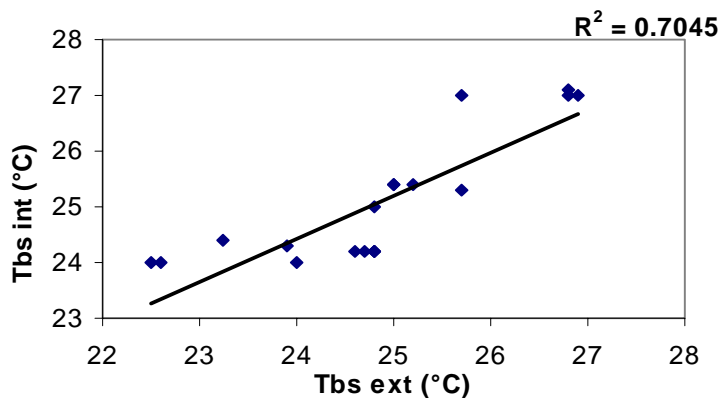


Figura 6.2. Influencia de la temperatura de bulbo seco exterior sobre la interior.

Este comportamiento obedece al mismo fenómeno explicado para el caso de la temperatura de globo aunque como se puede observar el grado de ajuste es

mucho menor debido, fundamentalmente, a que la velocidad de aire se comporta de forma diferente y variable en el exterior del local, no así en el interior.

Este análisis simple confirma la necesidad de tener en cuenta en el momento de realizar el proceso de evaluación las condiciones climáticas naturales que el medio ambiente impone.

6.2.2 Comportamiento de los indicadores ambientales en el interior.

Para analizar el indicador temperatura de bulbo seco se hace necesario definir, según la NC 19-01-03, (1988) la situación en que labora este trabajador: El trabajo realizado en esta instalación puede catalogarse como moderado (igual categoría tienen las demás instalaciones) y la ropa corresponde con un valor de 0.5 clo.

Refiriéndose al indicador temperatura de bulbo seco, la NC 19-01-03, (1988) plantea al respecto que para que se cumplan las condiciones microclimáticas óptimas para un trabajo moderado, vestuario de 0.5 clo, humedad relativa entre 30-70% y velocidad del aire de 0.25 m/s, la temperatura de bulbo seco debe ser de 21.01 °C condición que no se cumple para ninguna de las mediciones, lo que significa que el trabajador no se encuentra en esta zona de exposición microclimática.

Quiere esto decir que en lo que se refiere al indicador temperatura de bulbo seco, y de acuerdo a la norma analizada, la instalación se encuentra en condiciones microclimáticas permisibles para 40 casos, puesto que la temperatura del aire no es superior a los 30 °C, y los ocho restantes son críticos pues superan este valor. Esto evidencia que no es el calor por convección el que más afecta esta instalación, puesto que sus valores en 100 % de los casos son negativos o sea el hombre cede calor a través de este mecanismo aunque es correcto observar que en la medida que sus valores se acercan a cero son menores las posibilidades de ceder calor.

En cuanto a la temperatura de globo puede plantearse que existe una marcada influencia del número de focos emisores de calor, fundamentalmente hornillas, sobre la radiación.

En los días en que el número de hornillas encendidas fue elevado (4-8), la temperatura de globo llegó a alcanzar valores de hasta 40 °C según se observa en

las corridas 4 y 8 de la **tabla 6.2 anexo 6**. Quiere esto decir que cuando esta instalación trabaja a plena capacidad, la contaminación térmica por efecto de la radiación es superior.

El valor de la temperatura de globo en el 54 % de las evaluaciones fue superior o igual a 35°C catalogado por la NC 19-01-03, (1988) como crítico ya que plantea que cuando el trabajo que se realiza es moderado y la temperatura de globo se encuentra por encima de 35 °C con humedad relativa entre 60-75%, las condiciones microclimáticas existentes se consideran críticas. Además, puede observarse claramente como el intercambio térmico por radiación en la mayoría de los casos es positivo, lo que evidencia claramente que el hombre gana calor por este concepto, y si a esto se agrega que ésta es la forma principal de intercambio que él posee (según Remisov, (1991) alrededor de 50-60 % lo hace por esta vía) y se le bloquea, su salud puede ser afectada.

Que el valor de la temperatura de globo en esta instalación sea elevado, se debe entre otras causas, en primer lugar al número de focos emisores de calor, pero lo acentúan las dimensiones del local. Mientras más separadas estén las paredes y techo de la fuente emisora de la radiación, menor será la intensidad de la onda que llega al hombre. En este caso se puede analizar cómo las dimensiones del local no favorecen este mecanismo, pues es muy estrecho y bajo. Además la cocina se encuentra pintada de blanco, color que no es recomendable por su gran capacidad de reflejar las ondas electromagnéticas.

A pesar de haber sido utilizada la norma cubana, es criterio del autor que esta norma con las limitaciones que presenta se hace insuficiente para evaluar las condiciones térmicas de un local , tales son los casos de la velocidad del aire y la humedad relativa.

Por la seriedad que este planteamiento implica se abundará un poco más en el tema.

Por ejemplo en la tabla 1 de dicha norma, para condiciones microclimáticas óptimas se plantean valores desde 25,4 hasta 28,5 °C de temperatura de bulbo seco en dependencia de la velocidad del aire, sin embargo todo ello se corresponde con una humedad relativa de un 30 - 70 %, lo que resulta ilógico pues

un hombre no siente la misma sensación térmica (igual bienestar) cuando la temperatura del aire es 28,5 °C a una humedad de 30 % que al 70 %. En el caso de que la humedad relativa sea de 30 % el aire está menos saturado de agua y por consiguiente el hombre podrá evaporar más fácilmente el sudor que produzca su organismo, sucediendo todo lo contrario con una humedad del 70 %.

Algo parecido sucede para condiciones microclimáticas permisibles, para las tres categorías de trabajo (ligero, moderado y pesado) se fija el valor de velocidad del aire de 1,0 a 3,0 m/s. Cabría aquí entonces la pregunta: ¿No podrá haber entonces condiciones microclimáticas permisibles a velocidades del aire inferiores a 1 m/s?

Además de ser contradictorias las dos condiciones presentadas, otro de los problemas es que no logra agrupar todos los indicadores para con ellos dar una información única del estado térmico en que se encuentra el local.

6.2.3 Determinación de los índices de tensión térmica.

En la **tabla 6.2** anexo 6 se muestran los valores de los cuatro índices evaluados: Voto Medio Estimado (PMV), Índice de Sobrecarga Calórica (ISC), Índice de Sudoración Requerida (ISR) y Temperatura Efectiva Corregida (TEC). De estos resultados se desprende que para el caso de la temperatura efectiva corregida se mantuvo por encima de lo normado en 28 casos, con sobrecarga térmica. Luego, se puede afirmar que el 58 % de las veces que se hizo el muestreo la instalación presentaba contaminación térmica severa de acuerdo con el valor máximo permisible dado por este índice.

García, (1987; Viña, (1987) plantean al respecto que para trabajos moderados, el estándar de TEC establecido es de 28 °C , este índice no ofrece ningún otro criterio de valoración que no sea éste (no da niveles como en el caso del Voto Medio Estimado ,PMV).

Para el cálculo del ISC se estimó por la Norma ISO 7730, (1996) la cantidad de calor metabólico (M) para un hombre que realiza un trabajo moderado, y conocida la estatura y peso de cada uno de los trabajadores expuestos al calor se determina M igual a 123 W/m².

Como durante las mediciones no se obtuvieron temperaturas de bulbo seco por encima de los 35 °C era de esperar que el hombre no ganara calor del medio mediante la convección, concepto que se corrobora al efectuar los cálculos analíticos. En este caso el hombre es quien le cede calor al medio y mientras más negativa se hace la convección más posibilidad tiene de ceder calor.

El Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) en el 60,42 % de los casos evaluados resultó estar por encima del 100% que según Clayton, (1972); García, (1987); Viña, (1987) es la tensión térmica máxima permisible para un hombre. Quiere esto decir que el hombre a partir de este valor comienza a almacenar calor en el interior de su cuerpo ya que ni sudando al máximo de lo que sus mecanismos termorreguladores le permitan puede disipar la ganancia de calor. En otro 39,58 % de los casos se encontró un ISC superior al 60%, lo que se cataloga como tensión térmica severa, implicando una amenaza para la salud, a menos que los trabajadores estén físicamente aptos; el personal debe ser seleccionado según exámenes médicos, recomendándose personas que no posean problemas cardiovasculares, insuficiencias respiratorias o dermatitis crónicas. Las implicaciones fisiológicas para diferentes niveles de ISC pueden verse en el **anexo:4**

En cuanto al PMV se refiere en 18 casos el índice tomó valores superiores a tres (valores mayores que +3), los cuales se catalogan por éste como ambientes muy calurosos, por tanto, este local posee la máxima contaminación térmica que reconoce este índice ,13 casos se registran como calurosos (valores entre +2 y +3), 16 de ligeramente calurosos (valores entre +1 y +2) y sólo en un caso se obtuvo valores que denotan un ambiente entre neutro y ligeramente caluroso (entre 0 y +1).

El ISR reconoce el 50 % de los casos como peligrosos puesto que da valores superiores a uno, el hombre a partir de este valor comienza a almacenar calor en el interior de su cuerpo ya que ni sudando al máximo de lo que sus mecanismos termorreguladores le permitan puede disipar la ganancia de calor, esto trae como consecuencia un incremento de su temperatura interna y del ritmo cardiaco . A partir de este momento puede comenzar a correr peligro la salud de las personas

expuestas si sus condiciones físicas no son óptimas. Un 31 % con valores entre 0,8 y 1 los califica como de cuidado (Norma ISO 7933, 1989) , para valores inferiores a 0,8 no ofrece criterios. Cuando el ISR es igual a uno ocurre exactamente el mismo fenómeno que para un ISC de 100% .

6.2.4 Comportamiento de los indicadores fisiológicos

De aquí pudo observarse cómo al chequear la temperatura interna del trabajador durante el período analizado (sin contaminación térmica), ésta no presentó cambios, sino que se mantuvo constante en el transcurso del tiempo. Quiere esto decir que cuando se observen variaciones en este indicador fisiológico se deberá a que el hombre está sometido a una sobrecarga calórica que afecta el funcionamiento normal de su organismo. Analizar para ello las **Figuras 6.5 y 6.6**

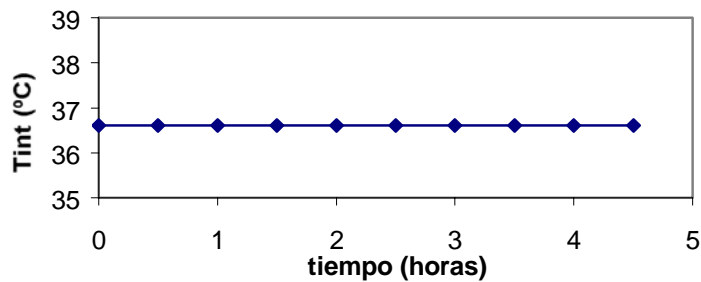


Figura 6.5 Comportamiento de la temperatura interna en el tiempo sin contaminación térmica.

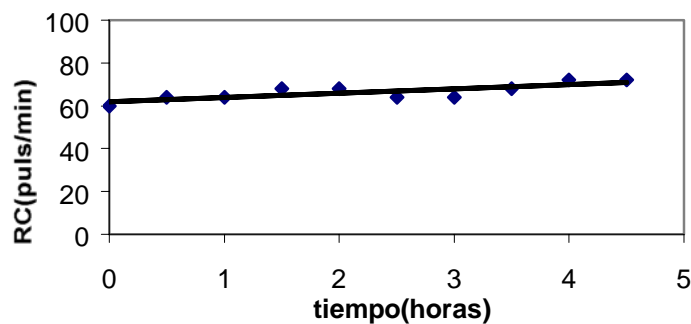


Figura 6.6 Comportamiento del ritmo cardíaco en el tiempo sin contaminación térmica.

Al analizar el indicador temperatura interna (Tint) ya en el proceso normal, se observó que para la medición cero (0), sin que el local estuviera afectado

térmicamente por efecto de los equipos del proceso productivo, el trabajador inicialmente presentaba una temperatura interna entre 36.3 y 36.5 °C la cual, durante el transcurso de la jornada laboral, presentó incrementos de hasta 37 °C, lo que equivale a 0.7 °C por encima de su temperatura inicial.

A continuación se muestra en la **Figura 6.7** la variación de la temperatura interna respecto al tiempo para este trabajador en un día, pero es el mismo comportamiento en todos los casos que se incrementó su temperatura interna.

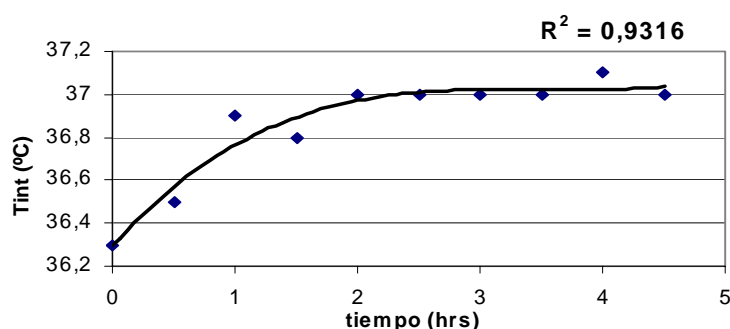


Figura 6.7 Variación de la temperatura interna respecto al tiempo.

En el mismo se aprecia cómo durante el transcurso del tiempo la temperatura interna se va incrementando gradualmente. En este caso el trabajador comienza a laborar con 36.3 °C y al cabo de las 2 horas de exposición al calor se le incrementa hasta 37 °C, manteniéndose constante durante el resto del tiempo. Es relevante el hecho de que a este hombre se le incrementa su temperatura prácticamente desde que se expone a condiciones térmicas adversas.

Al respecto García, (1987); Viña, (1987); Olesen, (1997) plantean que la temperatura interna comienza a aumentar cuando la ganancia de calor por el organismo es tan elevada que los mecanismos termorreguladores, trabajando al máximo de su capacidad fisiológica, no pueden liberarlo de dicha ganancia. En este caso el calor comienza a almacenarse en el interior del cuerpo, incrementándose, de esta forma, la temperatura interna.

Esta situación se agudiza si se tiene en cuenta que el trabajador analizado en este caso es un hombre de 61 años, obeso, además de presentar problemas cardiovasculares.

Según Beeson, P.B. (1992) sobre la edad de los 55 años el mecanismo de regulación de la temperatura, no funciona con la misma efectividad que en hombres más jóvenes. Unido a esto está el hecho que producto de la edad, la piel se va resecaando, los vellos se van cayendo y las glándulas sudoríparas no funcionan igual que unos años atrás. Quiere esto decir, como ya se demostró anteriormente, que el hombre está expuesto a una tensión térmica desfavorable, pero sus mecanismos termorreguladores no son capaces de disipar estas ganancias de calor.

Esta situación se torna más preocupante si se analiza el hecho de que este hombre presenta una arritmia lo que provoca un incremento del flujo sanguíneo para satisfacer las demandas que exige su corazón. El sin estar expuesto a condiciones térmicas desfavorables necesita de todo un esfuerzo fisiológico para sobrellevar su patología, lo que se agudiza al exponerlo a condiciones térmicas severas e incluso donde ya no existe el balance térmico, lo que ocasiona que todo este proceso se incremente(Luis M,2002;Díaz A,2002)

Otro punto en su contra es ser obeso: la piel, el tejido subcutáneo y especialmente la grasa de los tejidos subcutáneos son aislantes especiales para conservar el calor del cuerpo, dificultando de esta forma que el mismo pase del interior del organismo hacia el medio (Heredia,2002).

Todo lo planteado anteriormente demuestra que es lógico que a este trabajador se le incremente su temperatura interna si se tiene en cuenta que en su cuerpo se almacena el calor como consecuencia de los elevados niveles de contaminación térmica, como ya se demostró, ya que la temperatura interna es una medida de la actividad cinética de las moléculas, dependiendo a su vez de la cantidad de calor almacenado, pero esta situación indiscutiblemente se ve agravada por la situación de salud que presenta.

Al analizar el indicador fisiológico ritmo cardíaco según criterios de García,(1987); Leighton, (1990) el mismo no sólo sufre modificaciones por efecto del intercambio térmico, sino que responde a toda una gran demanda de exigencias del organismo, ya sean estados emocionales, enfermedades cardiovasculares, intensidad del trabajo físico, etc.

No obstante, en ocasiones el ritmo cardíaco de este hombre le ascendió a 116 pulsaciones por minuto, es decir, su frecuencia cardíaca se incrementó en 48 pulsaciones por minuto sobre su valor inicial. Aunque resulta imposible individualizar el incremento experimentado como consecuencia del desfavorable intercambio térmico, García, (1987) plantea que se acepta como límites de incrementos entre 30-40 pulsaciones por minuto sobre el ritmo de reposo, no debiendo sobrepasar para ningún trabajador las 110 pulsaciones por minuto en trabajos continuos.

Lo anteriormente planteado evidencia que el incremento del pulso de este hombre en ocasiones está por encima del permitido, y si se tiene en cuenta la insuficiencia cardíaca que presenta se puede afirmar que valores de ritmo cardíaco de 116 pulsaciones por minuto como el que se obtuvo en determinados casos son peligrosos para su salud.

6.2.5 Resumen de la instalación.

El análisis realizado de todos los indicadores e índices de tensión térmica determinan que esta instalación se encuentra contaminada térmicamente:

1. Los trabajadores están expuestos a condiciones microclimáticas críticas.
2. El PMV en el 65 % de los casos cataloga el ambiente como caluroso o muy caluroso.
3. El 58 % de las veces la TEC resultó ser superior a los 28 °C.
4. Se obtuvieron valores de ISC en el 60 % de los casos por encima del 100%.
5. El ISR da el 50 % de los casos como peligrosos y el 31 % de cuidado.
6. La forma principal de contaminación la constituye el calor por radiación
7. Los indicadores fisiológicos evidencian peligro para la salud de los trabajadores

6.3 Análisis de la instalación Café Atenas.

6.3.1 Comportamiento de los indicadores ambientales en el interior.

En cuanto al indicador temperatura de bulbo seco la instalación se encuentra en la zona de exposición permisible pues estos en la inmensa mayoría de los casos no

sobrepasan el valor de 30 °C establecido por la norma cubana, solo en cuatro ocasiones superan este valor ver (**tabla 6.3**).

Las temperaturas del termómetro de globo obtenidas en esta instalación no fueron tan elevadas como en el caso de La Taberna; esto es posible si se tiene en cuenta que en La Taberna las principales fuentes emisoras de calor radiante que son las hornillas, superan en cantidad y tamaño a las del Café Atenas, o sea, en la primera existen dos fogones (uno con 4 hornillas de 20 cm cada una y otro con 4 hornillas de 12 cm cada una) mientras que en la segunda instalación existen dos fogones (uno con 2 hornillas de 20 cm cada una y otro de 2 hornillas de 6 cm de diámetro).

La temperatura de globo en el 23 % de las evaluaciones fue superior o igual a 35°C, valor considerado por la norma cubana como crítico.

Los valores de humedad relativa generalmente se comportaron entre 50-70%, catalogándose de permisibles según la norma cubana.

6.3.2 Determinación de los índices de tensión térmica.

En la tabla 6.3 anexo 6 se muestran los valores de los índices, así como de los indicadores ambientales correspondientes y la variación de los indicadores fisiológicos.

Al no existir valores de temperatura de bulbo seco superiores a 35 °C el intercambio térmico por convección se hace negativo predominando la contaminación térmica por radiación .

6.3.3 Comportamiento de los indicadores fisiológicos.

Al analizar el indicador temperatura interna resulta interesante establecer una comparación con el resultado obtenido en La Taberna. Como ya se analizó, al trabajador de esta instalación se le incrementa muy rápido la temperatura desde que comienza su exposición al calor motivado por sus características personales, sin embargo, al trabajador del Café Atenas su temperatura interna le varía según el gráfico de la **Figura 6.8**. Dicho gráfico corresponde con uno de los días en que se obtuvo el valor de temperatura de globo más elevado.

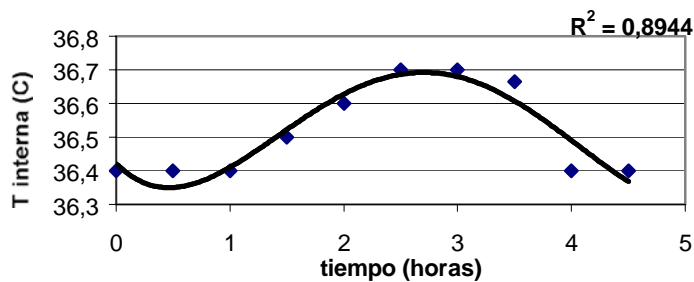


Figura 6.8. Variación de la temperatura interna respecto al tiempo.

La curva evidencia que la temperatura interna aumenta pero no tan bruscamente como en el caso del trabajador de La Taberna, sino que su incremento es lento en el tiempo. En este caso la persona analizada es un hombre joven.

La temperatura interna inicial con la que comenzó a trabajar es de 36.4 °C y se observó un incremento hasta los 36.7 °C. Guyton,(1972) al respecto plantea que la temperatura corporal, refiriéndose a la temperatura del interior, varía con el ejercicio y con la temperatura del medio, pues los mecanismos termorreguladores no son 100% eficaces; normalmente su valor no varía más de medio grado centígrado. Para el caso analizado la temperatura interna varía en 0.3 °C, diferencia menor que la establecida por este autor.

Del gráfico anterior también puede verse cómo, a partir de la tercera hora de medición, la temperatura le comienza a disminuir, esto se debe a que en ese momento manifiesta sentirse mal y decide alejarse de la fuente de calor, a lo que su organismo responde positivamente al disminuirle la temperatura interna.

En cuanto al indicador ritmo cardíaco el mismo no sufrió incrementos superiores a 32 pulsaciones / min. valor que está registrado como permisible, pues se encuentra en el intervalo de incrementos admitidos para una persona que labora en condiciones térmicas adversas, pero que no obstante denota severidad en el ambiente térmico.

6.3.4 Resumen de la instalación.

1. Los indicadores ambientales se catalogan de permisibles y solo en el 23 % de los casos como críticos.

2. El índice de TEC en el 33 % de los casos registró valores superiores a los 28 °C.
3. El ISC reporta que el hombre está sometido a una tensión térmica muy severa en el 50 % de los casos y en otro 50 % es crítica.
4. El PMU reporta valores de muy calurosos sólo en un 19 % de los casos, como calurosos el 27 % y el 54 % restante de ligeramente calurosos.
5. El ISR cataloga el 19 % de los casos como peligrosos y un 41 % de cuidado.
6. Los indicadores fisiológicos sufrieron variaciones en algunos casos, que pueden llegar a ser peligrosos para la salud .
7. La forma principal de contaminación la constituye el calor por radiación.

6.4 Análisis de la instalación Albacora.

6.4.1 Comportamiento de los indicadores ambientales en el interior.

El indicador temperatura de bulbo seco registró en la mayoría de los casos valores superiores a los 30 °C ,alcanzándose valores tan elevados como 32.8 °C (tabla 6.4 anexo 6); Esta situación la NC 19-01-03, (1988) la cataloga como crítica. Esto conduce a que el margen que tiene el trabajador para intercambiar calor con el medio a través de la convección sea muy pequeño.

La temperatura de globo en el 80% de las evaluaciones alcanzó valores superiores a los 35 °C lo que la NC cataloga de condiciones microclimáticas críticas. En este caso el hombre no puede cederle calor al medio, sino que sucede todo lo contrario.

La humedad relativa concuerda con los valores establecidos por la NC para considerar estas condiciones como críticas.

6.4.2 Determinación de los índices de tensión térmica.

El valor de las evaluaciones realizadas así como de los índices pueden observarse en la tabla 6.4 anexo 6.

Como se puede apreciar, aunque la temperatura de bulbo seco no alcanzó el valor de 35 °C en ningún caso, está muy próxima a este valor, provocando que el

intercambio térmico a través de la convección no sea tan beneficioso para el hombre como en los casos anteriores.

Como la temperatura de globo fue en la mayoría de los casos superior a los 35 °C, el intercambio de calor mediante la radiación casi siempre implicó ganancia de calor para el hombre.

6.4.3 Comportamiento de los indicadores fisiológicos.

En cuanto al indicador temperatura interna, tiene un comportamiento similar al trabajador de La Taberna (aunque el incremento nunca llega a ser tan brusco), manifestándose la variación de acuerdo al gráfico de la **Figura 6.9**.

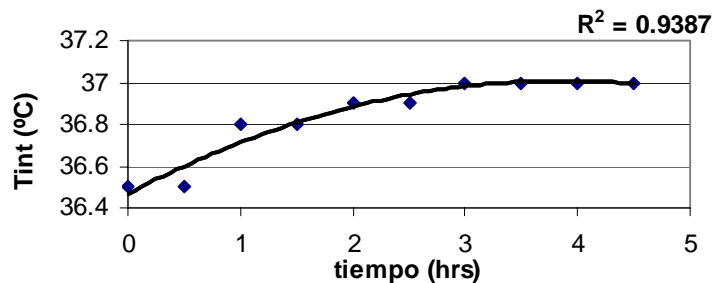


Figura 6.9. Variación de la temperatura interna en el tiempo.

La temperatura interna de este trabajador experimenta un incremento, comienza a laborar con 36.5 °C y al término del tiempo analizado alcanza un valor de 37 °C. El incremento registrado se cataloga como permisible (no peligró la vida si el hombre no tiene problemas de salud) como ya se analizó anteriormente. Este gráfico corresponde con uno de los días que se le incrementó la temperatura interna, pero siempre que sucedió tuvo el mismo comportamiento.

En cuanto al indicador ritmo cardíaco se puede afirmar que sufrió variaciones de hasta 36 pulsaciones por minutos con respecto al reposo, lo cual denota sin lugar a dudas la tensión térmica a la que está sometido el hombre.

6.4.4 Resumen de la instalación.

Esta instalación se encuentra en las siguientes condiciones

1. Los trabajadores laboran en condiciones microclimáticas críticas.
2. El 60% de las veces que se evaluó la TEC resultó ser superior a los 28 °C.

3. Se obtuvieron valores de ISC en el 77 % de los casos por encima del 100%
4. El PMV reporta 42 % de los casos como muy calurosos y el 46 % como calurosos.
5. El ISR da el 77 % de los casos como peligrosos y el resto como de cuidado.
6. Los valores de los indicadores fisiológicos casi en la totalidad de los casos denotan condiciones que constituyen una amenaza para la salud de los trabajadores.
7. La forma principal de contaminación la constituye el calor por radiación

6.5 Análisis de la instalación Caminos del Mar.

6.5.1 Comportamiento de las variables ambientales en el interior.

Para todas las evaluaciones analizadas, la temperatura de bulbo seco sólo sobrepasó los 30 °C en cuatro oportunidades, y la de globo no excedió los 35 °C, situación catalogada por la NC como condiciones microclimáticas permisibles.

La humedad relativa se comportó en el intervalo establecido de un 30-70%, solamente en 4 mediciones sobrepasó muy ligeramente estos valores.

6.5.2 Comportamiento de los indicadores fisiológicos.

Los indicadores fisiológicos no sufrieron variaciones que denoten una afectación en el funcionamiento normal del organismo del hombre. Esto es posible si se tiene en cuenta que el trabajador analizado es un hombre de constitución física fuerte que no presenta problemas de salud y que no existe un grado de contaminación térmica tan elevado como en los tres casos anteriores.

6.5.3 Resumen de la instalación.

1. Sólo en el 6 % de los casos que se evaluó la TEC resultó ser mayor que el límite máximo permisible.
2. De acuerdo al ISC la tensión térmica solo en un 35 % llega a ser superior a 100 %.
3. El PMV no detecta ningún caso como muy caluroso y un 35 % como caluroso, el resto se catalogan de poco calurosos.
4. El ISR reconoce cinco casos como peligrosos para un 10 %.

5. La instalación está contaminada térmicamente pero no llega a ser un problema para la salud de los trabajadores, si están aptos físicamente.
6. Los indicadores fisiológicos no experimentan cambios de importancia.
7. La forma principal de contaminación la constituye el calor por radiación.

6.6 Consideraciones generales de la evaluación

Como se ha podido observar, durante el proceso de análisis de las cuatro instalaciones , a pesar de que todos los índices utilizados de una forma u otra determinan el grado de contaminación existente, no son totalmente coincidentes en los criterios que los mismos ofrecen . De aquí se deriva entonces la necesidad de relacionar los resultados obtenidos de los índices con los indicadores fisiológicos temperatura interna y ritmo cardiaco, que son los factores que denotan la respuesta del hombre ante condiciones térmicas adversas.

En la tabla 6.6 que se muestra a continuación, aparecen los resultados de correlacionar cada uno de los índices utilizados, con la variación de la temperatura interna (VTI) y la variación del ritmo cardiaco (VRC), contemplando todos los resultados de las cuatro instalaciones evaluadas. Los dos elementos tomados en cuenta para el análisis fueron: el coeficiente de regresión (R^2) y la Fisher (F)

Tabla 6.6.Respuesta de cada uno de los índices evaluados ante las variaciones del ritmo cardiaco y la temperatura interna.

Indices	VTI		VRC	
	F	R ² (%)	F	R ² (%)
PMV	306,88	68,98	438,66	76,06
TEC	124,91	47,50	172,82	55,60
ISR	121,26	46,77	135,56	49,55
ISC	97,77	41,46	128,87	48,28

Esta tabla denota claramente la eficacia de cada uno de los índices para detectar contaminación térmica y la correspondencia con la afectación que pueda provocar sobre la salud del hombre. Véase como el Voto Medio Estimado (PMV) es quien

ofrece los mejores resultados en todos los sentidos. Si se une a ello el criterio emitido por el método de los expertos (que también lo reconocen como el mejor) lo clasifican como el índice más completo para evaluar contaminación térmica en locales cerrados, no obstante, su dificultad radica en lo complejo que se hace su uso.

6.7 Conclusiones parciales.

1. La evaluación de las condiciones térmicas en las cuatro instalaciones de Rumbos estudiadas, permitió obtener el grado de severidad de la contaminación, así como el mecanismo predominante en la misma.
2. De las cuatro instalaciones evaluadas tres de ellas presentaron contaminación térmica que se pueden catalogar como intolerables, siendo el caso más crítico Albacora, seguida de Taberna Alemana y por último el café Atenas, y la contaminación en Caminos del mar que se cataloga como severa, pero no llega a ser un peligro para la salud de los trabajadores, si están aptos físicamente, lo que sí ocurre en los tres casos anteriores.
3. El Voto Medio Estimado (PMV) a pesar de su complejidad para el uso, resulta el índice más completo y eficaz para determinar contaminación térmica en locales cerrados, de acuerdo al criterio obtenido por el método de los expertos, así como por su capacidad de respuesta ante variaciones de los indicadores fisiológicos.
4. La forma predominante de contaminación de los cuatro locales estudiados la constituye las radiaciones térmicas.

7. OBTENCIÓN DEL NUEVO ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN TÉRMICA.

Este capítulo se desarrolla sobre la base de los resultados y conclusiones de todas las etapas anteriores y comprende el proceso de obtención, análisis y valoración del nuevo índice de contaminación térmica, así como los resultados de la etapa considerada como preparatoria.

7.1 Etapa preparatoria

Para garantizar un correcto desarrollo de los experimentos que darían lugar a la obtención del nuevo índice de contaminación térmica, sin que se cometieran errores fatales, que podrían implicar una información falsa en la interpretación del modelo obtenido, se realizaron un grupo de mediciones y experimentos auxiliares , tales como:

- Aclimatación.
- Comportamiento de los parámetros fisiológicos sin contaminación térmica.
- Comportamiento de los parámetros fisiológicos con contaminación térmica.
- Tiempo de experimentación en la obtención del índice.

7.1.1-Aclimatación.

Este constituye el primer paso y más importante en el éxito de la investigación pues si los sujetos no estuviesen debidamente aclimatados al calor los resultados obtenidos pudieran ser erróneos, más si se conoce que este índice establecerá sus diferentes niveles a partir de los indicadores fisiológicos. Los resultados obtenidos de este proceso se muestran en las figuras 7.1 y 7.2

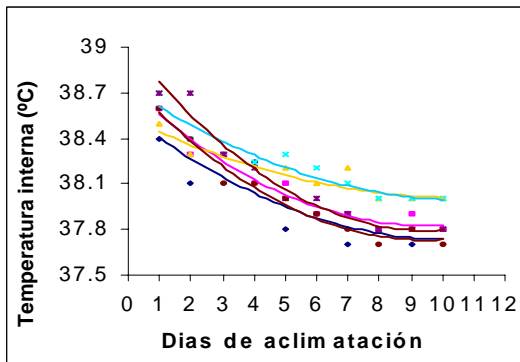


Figura 7.1 Comportamiento de la temperatura interna en el proceso de aclimatación de los seis sujetos objeto de estudio

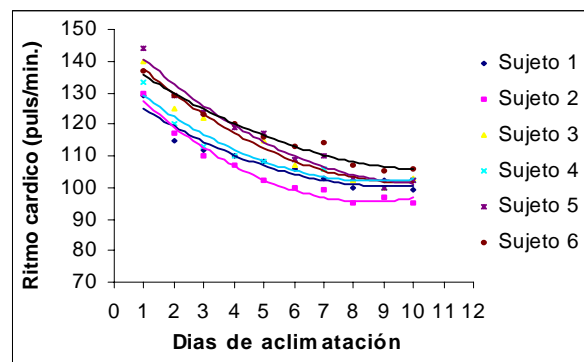


Figura 7.2 Comportamiento del ritmo cardiaco en el proceso de aclimatación de los seis sujetos objeto de estudio

Las dos figuras evidencian cómo los sujetos objeto de estudio al someterse a una situación térmica muy adversa en su primer día de exposición, tanto la temperatura interna como el ritmo cardiaco experimentan un incremento muy severo, pues sus valores normales sin contaminación térmica no sobrepasaban los 37 °C y las 76 pulsaciones/min. Sin embargo con el paso de los días sometidos a esta misma situación los dos indicadores comienzan a disminuir, lo cual denota que ha comenzado el proceso de aclimatación al medio. Así ocurre sucesivamente hasta que a partir del sexto día, los indicadores fisiológicos se comienzan a estabilizar, proceso que concluye en los cuatro días siguientes, esto garantiza que ha terminado la aclimatación. Los resultados aquí obtenidos concuerdan con los reportados en la literatura por Osmar, (1998); Estrucplan, (2003); Morehouse, (1996).

7.1.2 – Análisis del comportamiento de los parámetros fisiológicos sin contaminación térmica.

Siempre que se desee realizar un estudio de contaminación, se debe tener en cuenta cómo evolucionan los parámetros o indicadores que se analizan en el lugar o medio objeto de estudio sin que la misma esté presente. De ahí la necesidad de analizar

cuidadosamente, cómo se comportan los parámetros ambientales y los fisiológicos de los seis sujetos objeto de estudio en el tiempo sin contaminación térmica.

En cuanto al comportamiento de los parámetros fisiológicos, en la **figura 7.3** y **figura 7.4** se puede observar perfectamente cómo no existen cambios de la temperatura interna y el ritmo cardíaco en el tiempo de forma estable, para el caso de este último indicador solo ocurren incrementos pequeños del mismo, fenómeno normal para cualquier persona para un mismo nivel de metabolismo.

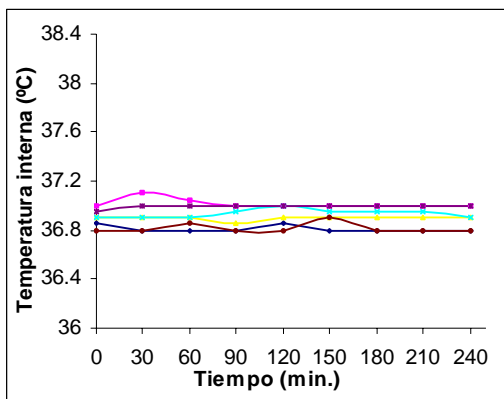


Figura 7.3 Comportamiento de la temperatura interna de los seis sujetos objeto de estudio en el tiempo, sin contaminación térmica.

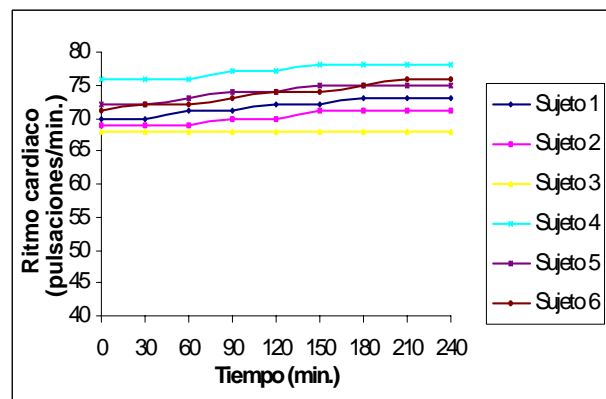


Figura 7.4 Comportamiento del ritmo cardíaco de los seis sujetos objeto de estudio en el tiempo, sin contaminación térmica.

Esto quiere decir que cuando se observen variaciones en estos indicadores fisiológicos (para el mismo nivel de metabolismo) se deberá indiscutiblemente a que el hombre está sometido a una sobrecarga calorífica que afecta el funcionamiento normal de su organismo.

7.1.3 Análisis del comportamiento de los parámetros ambientales y fisiológicos con contaminación térmica.

El objetivo de este experimento es determinar cómo evolucionan los indicadores ambientales y fisiológicos en el tiempo, para poder detectar donde ocurre la zona de

cambio y a partir de estos resultados planificar el experimento para la obtención del índice y sus diferentes niveles. Los mismos se realizan para dos intervalos de humedad relativa (60-65 % y 80-85 %).

En lo que se refiere a temperatura de globo (T_g), temperatura de bulbo seco (T_{bs}) y temperatura de bulbo húmedo (T_{bh}), se analiza según la **figura 7.5** que el rápido incremento de la temperatura de globo en el tiempo da una clara señal de que son las radiaciones térmicas quienes tienen una mayor incidencia o peso en la contaminación , la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo sufren incrementos de igual forma a través del tiempo pero en una magnitud mucho menor. Como se puede observar no existe prácticamente diferencia en el comportamiento de estos dos indicadores en el tiempo para los dos niveles de humedad estudiados y el ligero incremento que se manifiesta para el menor valor de humedad se debe a que la capacidad calorífica del aire húmedo es mayor a la del aire seco, criterio que coincide con lo planteado por Treyval, (1987). Respecto al indicador temperatura de bulbo húmedo la diferencia, sí es más marcada, lo cual se debe, indiscutiblemente, a la humedad del medio ambiente.

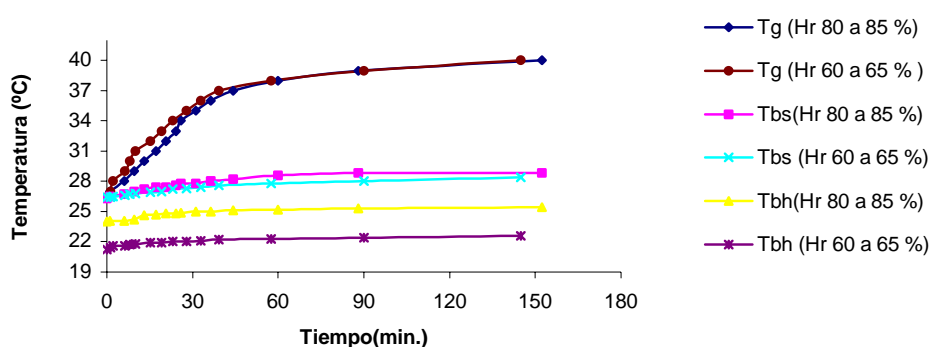


Figura 7.5 Comportamiento de la temperatura de globo (T_g), temperatura de bulbo seco (T_{bs}) y temperatura de bulbo húmedo (T_{bh}) en el tiempo para dos niveles de humedad relativa.

Debido a la importancia que reviste el análisis de los parámetros fisiológicos este se ha hecho en base a la variación experimentada con respecto al momento cero o sea sin contaminación térmica y al nivel de metabolismo establecido como patrón. La **figura 7.6** muestra el comportamiento de la variación de la temperatura interna (VTI) a medida que aumenta la temperatura de globo para el sujeto 5 por ser el primero en responder a las condiciones térmicas adversas. El resto de los sujetos presentan un comportamiento similar, pero el cambio se produce para condiciones ligeramente más severas (ver anexo: 9.2).

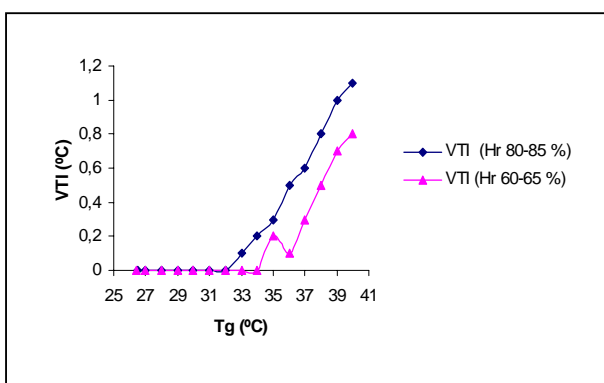


Figura 7.6 - Comportamiento de la Variación de la temperatura interna (VTI) vs. Temperatura de globo(Tg) para dos niveles de humedad relativa.

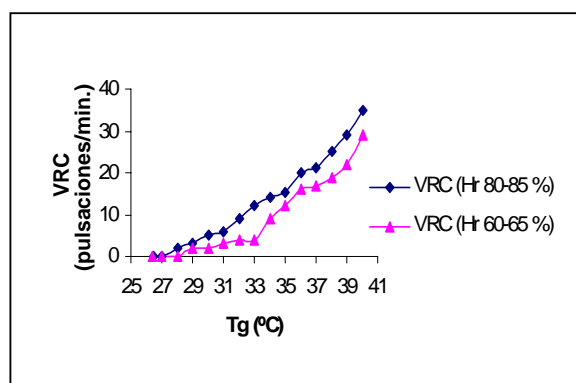


Figura 7.7 - Comportamiento de la variación del Ritmo cardíaco (VRC) v.s Temperatura de globo(Tg) para dos niveles de humedad relativa.

En la figura 7.6 se puede apreciar que para valores de humedad relativa de 60-65 %, a partir de los 35 °C de temperatura de globo, el organismo comienza a sufrir cambios en su interior debido a que los mecanismos termorreguladores no son capaces de mantener una temperatura corporal estable y se presenta entonces un incremento de la misma. Para el caso de la humedad relativa de 80-85 % el cambio de temperatura interna ocurre a partir de los 33 °C de temperatura de globo.

El comportamiento de la variación del ritmo cardíaco (VRC) mostrado en la **figura 7.7** contra la temperatura de globo sirve para reafirmar lo que se observó con el

comportamiento de la temperatura interna, aquí igualmente se puede ver cómo a partir de 33 °C de temperatura de globo, ocurren cambios más bruscos en el ritmo cardíaco.

Este comportamiento queda perfectamente explicado por autores como Mc Nulty, (1996); Hernández, (1999); Apud et al., (1999); Ryan, (2003) al plantear que a medida que la contaminación térmica aumenta, el organismo comienza a perder líquido por sudoración, con ello la cantidad de líquido en el cuerpo disminuye, permitiendo así que la sangre se haga más viscosa, el bombeo del corazón se hace más consecutivo y el ritmo cardíaco aumenta.

Este experimento permitió entonces tomar criterio de cuáles eran los posibles valores de temperatura de globo a partir de los cuales se operan cambios en el comportamiento de los indicadores fisiológicos del hombre y de esa forma proceder a hacer experimentos más rigurosos que permitieran definir con exactitud los diferentes niveles de contaminación.

7.1.4 Determinación del tiempo de experimentación en la obtención del índice.

Se impone en esta investigación como una necesidad vital determinar el tiempo de experimentación, el cual estaría dado por el momento en que los indicadores fisiológicos alcancen su estabilidad ante una situación térmica adversa, si ésta se mantiene constante. Es ese precisamente el objetivo de este experimento.

Las figuras 7.8 y 7.9 muestran los resultados del experimento, realizado para cuatro situaciones térmicas diferentes, las cuales van desde las más severas, posibles para este tipo de locales, hasta las naturales que impone el ambiente. En ellas puede observarse cómo a partir de los 60 minutos de exposición se comienzan a estabilizar los indicadores fisiológicos y que al cabo de los 90 minutos se ha alcanzado para todos los casos la estabilidad de los mismos, será este entonces el tiempo necesario

de exposición pues en ese intervalo ocurrirán los cambios fisiológicos que estén en consecuencia con la situación térmica dada, para tiempos menores a éste se corre el riesgo de no reflejar la situación térmica a plenitud, y si fuera mucho mayor pueden influir otros factores en el cambio de los indicadores fisiológicos (como es el caso de una excesiva pérdida de peso por sudoración) . A partir de los 150 minutos se retira al sujeto de la zona contaminada térmicamente lo que provoca la recuperación rápida de sus condiciones fisiológicas iniciales. Debe aclararse que a pesar de no ser de interés para esta investigación, este último resultado ,sí puede ser útil para estudios posteriores.

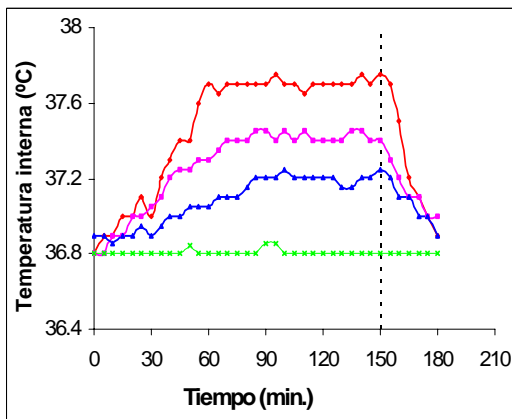


Figura 7.8 Tiempo de estabilización de la temperatura interna para cuatro situaciones térmicas

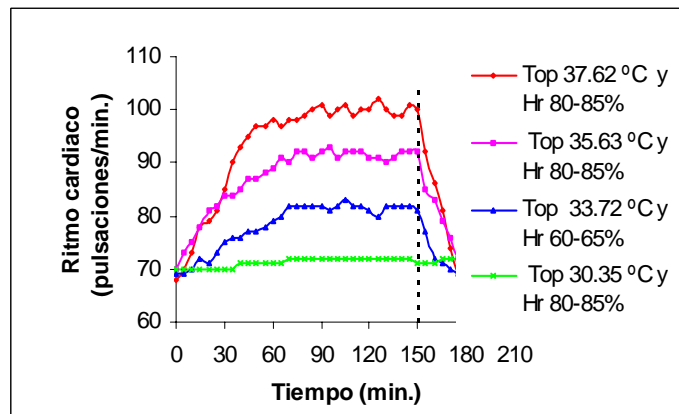


Figura 7.9 Tiempo de estabilización del ritmo cardiaco para cuatro situaciones térmicas diferentes

7.2 – Análisis de las causas que influyen en la carga térmica sobre el hombre.

Para una mejor comprensión de las causas que influyen en la carga térmica sobre el hombre, se realizó un diagrama Causa – Efecto o “Espina de pescado” (Ver **anexo 16**) que muestra las causas que influyen sobre la contaminación térmica de un local cerrado, las cuales se encuentran perfectamente incluidas en el Voto Medio Estimado (PMV). Este factor, unido a los resultados obtenidos por el método

de los expertos fue lo que decidió utilizar el PMV como variable respuesta en el modelo obtenido.

El metabolismo y la velocidad del aire se consideran constantes, ya que el primero es fijo para las condiciones de trabajo de estos locales y las pequeñas variaciones que pueda presentar se resumen de forma general como una actividad media de pie (cocinar, tareas domésticas, trabajo con máquinas). Según la norma ISO 7730, (1994) y la ISO 8996, (1990), la producción de energía metabólica para esta actividad está en un intervalo de 100 a 130 W/m². La velocidad del aire, no puede presentar variaciones significativas puesto que aquí se trabaja con llama abierta, que no permite velocidades del aire elevadas, de hecho se realizaron las mediciones y en ningún caso el anemómetro fue capaz de registrar valor alguno.

El nivel de vestuario se considera uniforme, de forma general para el personal que labora en este tipo de local es de color blanco y de algodón, compuesto por: camisa, pantalón, calcetines, ropa interior y zapatos. Las Normas ISO 7730, (1996) e ISO 7933, (1989) le asignan a este nivel de vestuario un grado de aislamiento térmico de 0,75 clo.

Como bien se puede observar en el diagrama el efecto del resto de las variables que influyen en la carga térmica sobre el hombre, se ven reflejadas en la temperatura de globo, la temperatura de bulbo seco y la temperatura de bulbo húmedo, que son las tres seleccionadas a tener en cuenta en el nuevo índice.

7.3 – Análisis y valoración del índice de Contaminación térmica (ICT).

7.3.1 - Análisis de Regresión Múltiple.

A continuación se ofrecen los resultados del análisis estadístico efectuado en la obtención del nuevo índice, a partir de tres variables microclimáticas: temperatura de globo (Tg) , temperatura de bulbo seco (Tbs) y temperatura de bulbo húmedo (Tbh). El análisis se realiza con el uso de Statistical Graphics corp.(2000)

 Variable dependiente: PMV

Parámetros	Standard Estimado	T Error	Statistic	P-Value
CONSTANTE	-3,42918	0,0337234	-101,685	0,0000
Tg	0,115729	0,00037367	309,709	0,0000
Tbs	0,0398845	0,00271654	14,6821	0,0000
Tbh	0,0354496	0,00280945	12,618	0,0000

Análisis de Varianza

Source	Suma de Cuadrados	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	33,477	3	11,159	37353,15	0,0000
Residual	0,100975	338	0,000298743		
Total (Corr.)	33,578	341			

R-squared = 99,6993 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 99,6966 percent

Standard Error of Est. = 0,0172842

Mean absolute error = 0,00796621

Durbin-Watson statistic = 0,814072

7.3.1.1 Análisis de los resultados.

La salida de los resultados experimentales muestra un modelo de regresión lineal que describe una correlación entre el PMV y las variables independientes: temperatura de globo (Tg), temperatura de bulbo seco (Tbs) y la temperatura de bulbo húmedo (Tbh).

La ecuación que define el modelo experimental es:

$$\text{PMV} = 0,116073 \cdot Tg + 0,0315523 \cdot Tbs + 0,0518092 \cdot Tbh - 3,58272$$

Como el valor de la P-value calculada, en la tabla ANOVA, es menor que la F teórica (0.01) quiere decir que hay una relación estadísticamente significativa con un nivel de confianza de un 99 %.

El valor del R - cuadrado (R-squared) y el R- cuadrado ajustado (R-squared adjusted) indica que más del 99% de los datos experimentales se explican por el modelo desarrollado.

7.3.1.2 Análisis de los residuos.

El análisis de los residuos reafirma la adecuabilidad del modelo y que el mismo no se ve influenciado por cambios en los diferentes factores investigados. Se realiza a partir de los siguientes criterios:

- Comparación de los valores observados vs a los predichos por el modelo.
- Comportamiento del residual vs el valor predicho por el modelo
- Comportamiento del residual vs las variables independientes.
- Comportamiento del residual vs el orden de los experimentos.

Obsérvese en la **figura 7.11** que casi la totalidad de los puntos se muestran sobre la línea de 45° , indicando una muy buena correspondencia entre los valores experimentales (observados) y los estimados por el modelo (predichos).

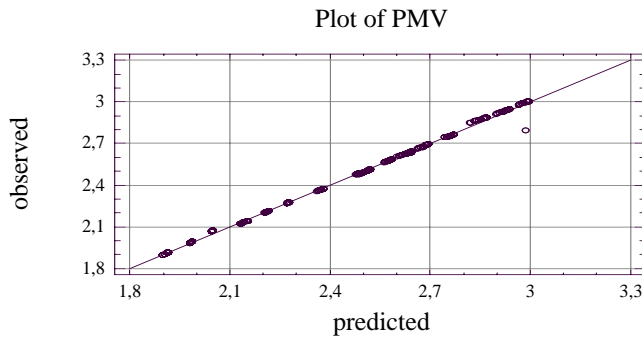


Figura 7.11 "Comparación de los valores observados v.s a los predichos por el modelo.

En la **figuras (7.12; 7.13; 7.14)** se muestra que para las tres variables independientes los residuos toman valores muy próximos a cero, y formando una banda paralela al eje central demostrando que no se observa influencia del valor que toman las diferentes variables sobre el valor del residual obtenido, lo que indica independencia del mismo: muestra que es independiente el residual obtenido de los valores que tomen las variables independientes.

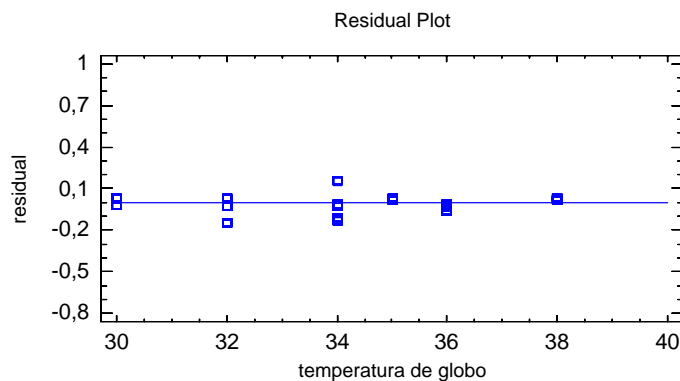


Figura 7.12 "Comportamiento del residual v.s Temperatura de Globo"

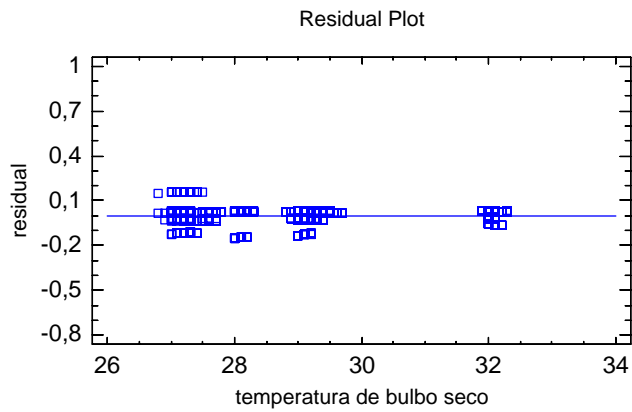


Figura 7.13 “Comportamiento del residual v.s Temperatura de Bulbo Seco”

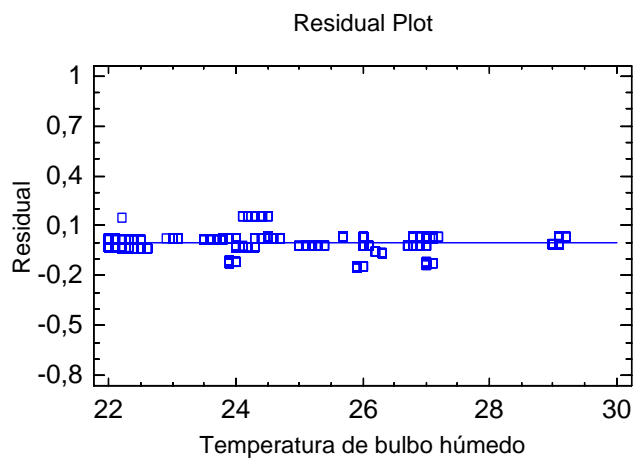


Figura 7.14 “Comportamiento del residual v.s Temperatura de Bulbo Húmedo”

La **figura 7.15** muestra un comportamiento similar a las anteriores e indica que el residual obtenido es independiente de los valores que tome la variable dependiente.

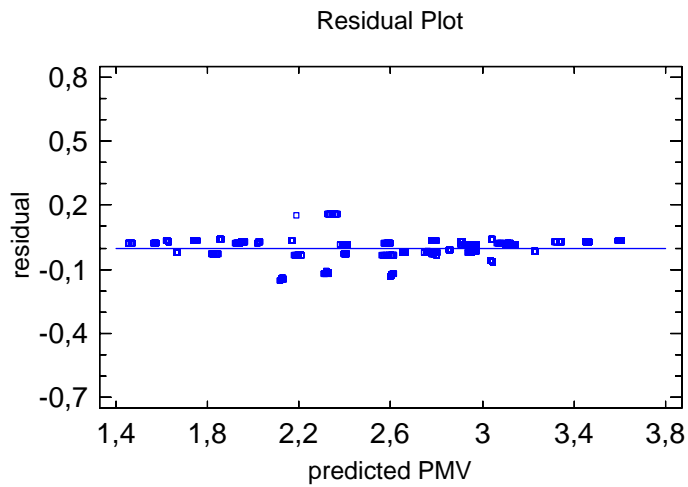


Figura 7.15 “Comportamiento del residual vs el valor predicho por el modelo”

La **figura 7.16** muestra que el orden en que se realizan los experimentos no tiene influencia sobre el valor del residual obtenido.

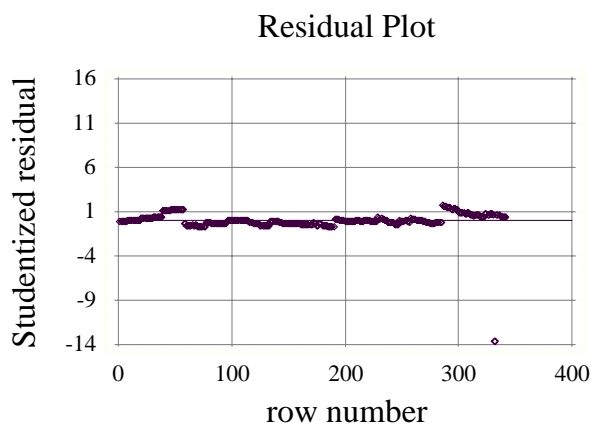


Figura 7.16 “Comportamiento del residual vs el orden de los experimentos”

A partir del análisis estadístico de regresión múltiple, se modifica el modelo, donde el PMV contendrá la constante (-3,58272), con el fin de lograr un modelo más simple.

Con los coeficientes de cada variable se determina el porcentaje de cada una de ellas en el modelo:

$$\frac{PMV + 3,58272}{0,199434} = \frac{0.116053 * Tg + 0.0315523 * Tbs + 0.0518092 * Tbh}{0,199434}$$

donde el miembro izquierdo se denominará ICT:

$$\frac{PMV + 3,58272}{0,199434} = ICT$$

De esta forma, se llega al resultado final del modelo, que se expresa como una variante del PMV, al que se le llamó Índice de Contaminación Térmica (ICT):

$$ICT = 0, 582 * Tg + 0, 1582 * Tbs + 0, 2598 * Tbh, [^{\circ}C]$$

7.3.2 Establecimiento de los diferentes niveles de contaminación térmica para el nuevo índice

Como se observa, el índice obtenido se puede considerar como uno de los más simples comparado con los que se reportan en la literatura. Sin embargo quedaría entonces por delimitar los intervalos que definan los niveles de contaminación. Para lograr dicho propósito e interrelacionar los indicadores ambientales con los fisiológicos, se analizó el comportamiento de los indicadores temperatura interna y ritmo cardiaco para los diferentes valores del índice de contaminación térmica (ICT) en cada una de las situaciones analizadas. Para ello se tomaron todos los juegos de valores del ICT y el resto de los parámetros obtenidos del proceso experimental a partir de los 60 minutos de exposición y se ordenaron de forma ascendente para poder detectar claramente la zona de cambio. Estos resultados aparecen representados en las figuras 7.17 y 7.18

Como se muestra en la figura 7.17, a partir del indicador fisiológico temperatura interna, se plantean dos niveles de contaminación, un primer nivel (nivel I) donde no ocurren cambios en la temperatura interna y un nivel II que se plantea a partir de un ICT de 30 °C donde ocurren incrementos de este indicador .

Se toma un ICT de 30 °C como el valor a partir del cual ocurren incrementos sostenidos de la temperatura interna de los sujetos empleados en el estudio, esto ocurre debido a que a ese valor de carga térmica el hombre es incapaz de lograr el equilibrio térmico con el ambiente que lo rodea, ya sea por convección, radiación o por la evaporación del sudor y comienza entonces a almacenar calor en el interior del cuerpo. Resultado muy similar ofrece el ritmo cardiaco aunque el cambio no es tan evidente como el caso anterior, sí se puede observar que los mayores incrementos se logran para las mayores cargas térmicas, criterios que coinciden con los reportados en la literatura por Beeson, (1992); Norma ISO 7933, (1989); García, (1987); Viña, (1987); Monroy, (2000); Stamford, (1999) entre otros .

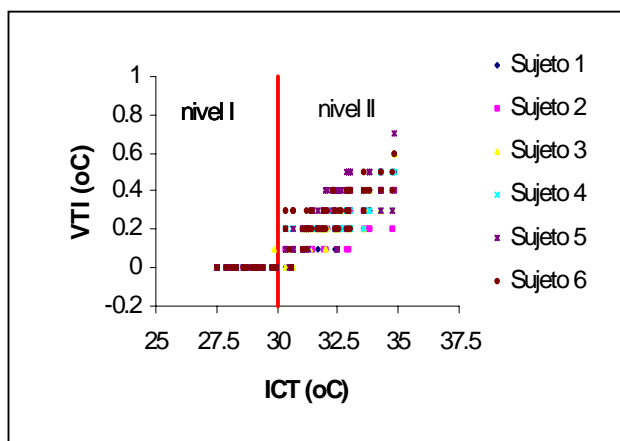


Figura 7.17 Comportamiento de la variación de la temperatura interna (VTI) en función de la carga térmica.

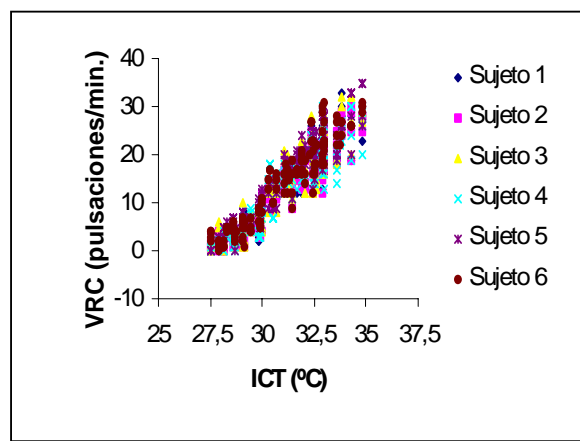
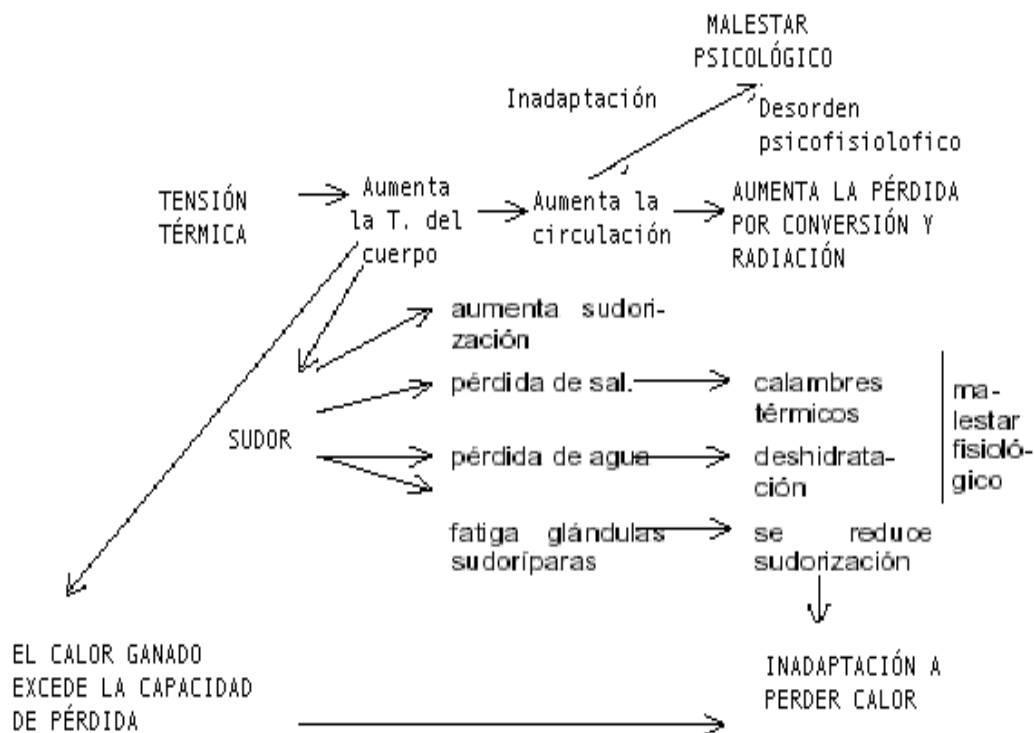


Figura 7.18 Comportamiento de la variación del ritmo cardiaco (VRC) en función de la carga térmica.

A continuación, en la figura 7.19 se resume lo que sucede cuando se produce el desbalance térmico, de acuerdo a los criterios reportados en la literatura. En este



caso se ilustra que sucede cuando el índice de contaminación térmica (ICT) rebasa los 30 °C, así como las consecuencias provocadas por tal efecto.

Figura 7.19 Consecuencias del desbalance térmico.

Sin embargo no es concluyente este resultado puesto que todas las personas no están aptas para permanecer en el primer nivel, de ahí que se tome como criterio para subdividir este en dos nuevos niveles, las recomendaciones ofrecidas por la Norma ISO 7933, (1989) a partir de la relación existente entre la cantidad de calor que el hombre necesita disipar por efecto del sudor y la que el medio ambiente le permite (Evaporación requerida /Evaporación máxima), conocido también como Sudoración requerida /Sudoración máxima.

La norma ISO 7933, (1989) plantea que para valores de Evaporación requerida /Evaporación máxima (E_{req}/E_{max}) superiores a 0.8 existen limitaciones para un grupo de sujetos que los limitan a permanecer en estos locales, de ahí la decisión de tomar este indicador como valor a partir del cual se establece la subdivisión del nivel I.

Se definen así los tres niveles con que contara el Índice de contaminación térmica (ICT) y que aparecen resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 7.1 Niveles de contaminación térmica del ICT

Rangos de ICT	Criterios	Observaciones
Menor o igual a 28 °C	Moderado	Es un nivel permisible para personas normales.
Mayor que 28 y hasta 30 °C	Severo	No es recomendable para personas no aclimatadas que padezcan de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, dermatitis crónica, obesos o de edad avanzada.
Mayor que 30 °C	Crítico	Sólo pueden permanecer en él personas totalmente sanas y que el tiempo de exposición no sea prolongado.

En el caso del primer nivel (moderado), no se observa en ningún caso que las personas que están sometidas a estas condiciones sufran algún tipo de cambio o alteración en su organismo de lo que se desprende que a valores inferiores a 28°C del ICT el hombre no corre riesgo alguno para su salud, debido a que las variaciones de los parámetros modifican el balance térmico y la temperatura interna del cuerpo humano, pero la regulación de esta temperatura se realiza mediante los mecanismos de retroalimentación nerviosos, determinando la identificación de la temperatura y modificando la producción o las pérdidas de calor cuyos efectos de respuesta,

sudoración, flujo sanguíneo periférico, entre otros ajustan las condiciones de la piel (y sus poros) para aumentar o disminuir la superficie de transmisión y la sudoración. El segundo nivel (severo), como se especifica en las observaciones, no es recomendable que permanezcan en él personas no aclimatadas o que padezcan de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, dermatitis crónica, obesos o de avanzada edad, pues bajo estas condiciones se requieren altos niveles de sudoración para poder mantener el equilibrio térmico del cuerpo, en un ambiente que impide que este proceso se realice adecuadamente. Las consecuencias que puede provocar este nivel en personas que presenten estas patologías son explicadas por numerosos autores (Lopategui, 2003; Navarro, 2002; Trainermed, 2003 ; Viña, 1987) La **Figura 7.20** muestra el aumento de los trastornos sufridos por los sujetos expuestos a estas temperaturas:

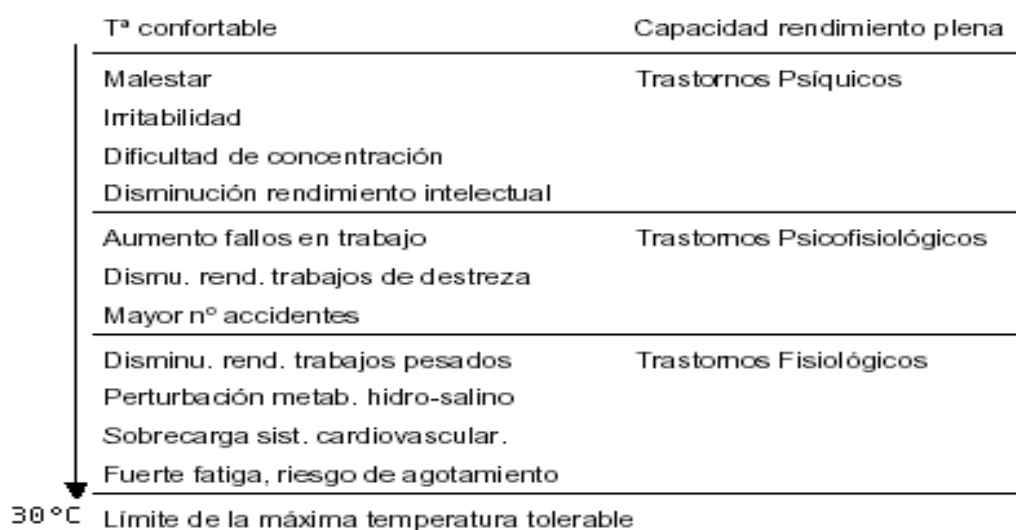


Figura 7.20 “Consecuencias en el nivel 2”

Para el tercer nivel (crítico) el hombre no es capaz de mantener el equilibrio térmico con el medio a través de sus mecanismos termorreguladores, lo que provoca que comience a almacenar calor en el interior de su organismo y por ende ocurra un incremento de su temperatura interna y del ritmo cardiaco, se plantea que sólo

personas totalmente sanas y autorizadas por un especialista en medicina, conocedor de la materia puede definir si el individuo está apto o no para permanecer en estos locales.

7.4 Validación del Índice de contaminación térmica (ICT).

Como todo resultado experimental, es necesario tener una validación práctica que brinde un criterio de la efectividad del resultado alcanzado. Para lograr este objetivo se desarrollaron un grupo de tareas que permitieron dar cumplimiento a tal propósito, ellas son:

- Efectividad práctica del índice y de los niveles establecidos para el ICT.
- Análisis de sensibilidad del modelo obtenido para el ICT.
- Comparación del Índice de contaminación térmica con el resto de los índices empleados en esta investigación.

7.4.1 Efectividad práctica del índice y de los niveles establecidos para el ICT.

Para ello, el índice (ICT) se aplicó en la práctica en siete locales de la cadena Rumbos de Varadero y Matanzas, a partir de 336 evaluaciones bajo condiciones reales en los meses de enero, abril, julio y octubre, (**Ver Anexo 6**) .Se empleo la misma metodología utilizada para el resto de los índices. Los valores obtenidos del ICT para cada situación se confrontaron con el correspondiente valor de los indicadores fisiológicos y se comprobaba su correspondencia con los resultados del modelo obtenido.

La **figura 7.21** muestra el grado de efectividad expresado en por ciento, del Índice de contaminación térmica para cada uno de los niveles establecidos, ya analizados en este capítulo.

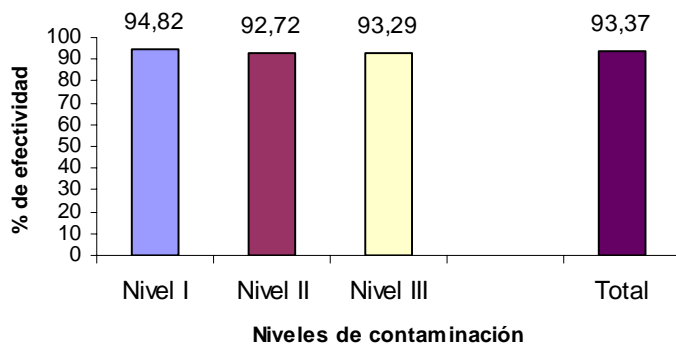


Figura 7.21 Grado de efectividad de los diferentes niveles del Índice de contaminación térmica en la evaluación real de locales cerrados.

Como puede observarse, para todos y cada uno de los niveles, existe una efectividad superior al 92 % y de un 93.37 % la total lo que asegura que además de ser confiable el índice, lo son también los niveles establecidos; es importante aclarar que del total de evaluaciones realizadas solo se observan fallos en 22 casos y ellos ocurren en su totalidad 0.2 unidades por encima o por debajo de los valores fronteras entre los diferentes niveles, fenómeno totalmente lógico, si se tiene en cuenta fundamentalmente, que estas personas no están sometidas a ninguna restricción de movimiento dentro del local, aspecto que les permite en determinados momentos cambiar su situación térmica.

7.4.2- Análisis de sensibilidad del modelo obtenido para el ICT.

Este análisis es fundamental en la validación de un modelo y se realiza con el objetivo de conocer la sensibilidad de la respuesta del modelo a los cambios de los parámetros que conforman el mismo (Cutlip y Shacham, 1999). Para ello, los parámetros son variados dentro del intervalo de interés, observándose la respuesta del modelo y a partir de esto se obtiene información acerca de la representación que realiza el mismo del fenómeno real y/o sobre la interacción de los factores en el sistema.

Para el análisis de sensibilidad de este modelo se estudiaron los siguientes parámetros:

- Temperatura de globo (T_g).
- Temperatura de bulbo seco (T_{bs}).
- Temperatura de bulbo húmedo (T_{bh}).

En la línea T_g de la figura 7.22 se puede observar la correspondencia lineal del ICT al variar la temperatura de globo (T_g), manteniendo las de bulbo seco y húmedo constantes, nótese que el mayor incremento en el índice ocurre cuando aumenta la temperatura de globo (T_g), pues ésta es la recta con mayor pendiente. El comportamiento del gráfico es adecuado, dado que a medida que aumenta la radiación térmica, el valor del índice aumenta; estos resultados están en perfecta correspondencia con los obtenidos durante el proceso de evaluación previo a la obtención de este nuevo índice. El control adecuado de este parámetro es de singular importancia, pues según (NIOSH, 1994; Hernández, 1999) de todo el calor intercambiado por el hombre, alrededor de un 60% se realiza mediante este mecanismo, además son precisamente las radiaciones térmicas las que pueden penetrar hasta dos centímetros de profundidad en el cuerpo humano (Rémizov, 1991; Monroy, 2000), y provocar así el calentamiento de zonas donde el intercambio de calor es más difícil de realizar.

Por su parte, la línea T_{bs} de la misma figura, muestra el comportamiento casi constante del ICT al variar la temperatura de bulbo seco o temperatura del aire, con globo y bulbo húmedo constantes. Este comportamiento corrobora la poca influencia que tiene dicho parámetro sobre el nivel de contaminación, debido a que estos son locales cerrados donde la velocidad del aire es muy baja y con pocas variaciones. Durante todo el proceso experimental pudo observarse que la variación de este

parámetro es pequeña y como consecuencia la cantidad de calor intercambiada entre el hombre y el medio ambiente por convección también es pequeña.

Por último, la línea T_{bh} muestra la influencia de la temperatura de bulbo húmedo sobre el ICT, donde el comportamiento registrado se corresponde con la literatura, pues la humedad relativa es el parámetro que lleva el mayor peso en el modelo, después de la temperatura de globo, aspecto este que identifica aún más al nuevo Índice, con las características del clima cubano.

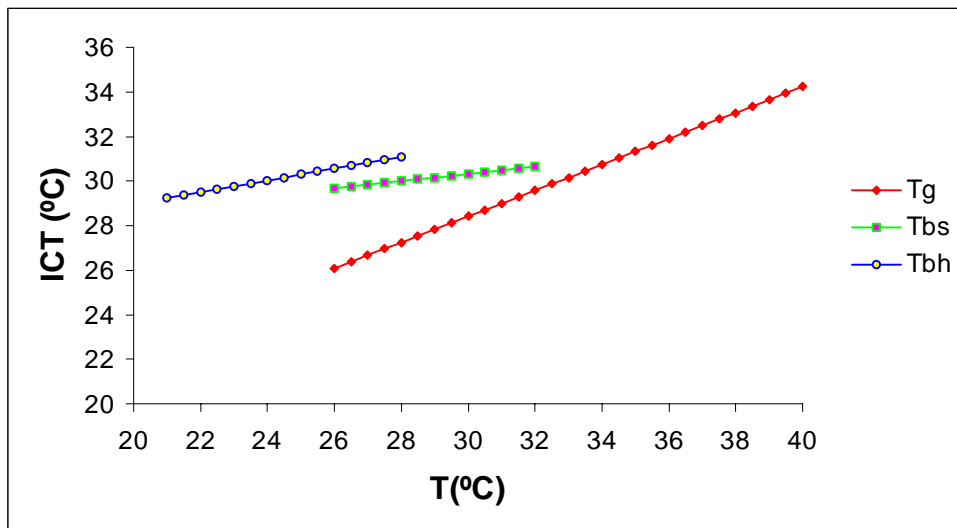


Figura 7.22 Influencia de la temperatura de globo (T_g), temperatura de bulbo seco (T_{bs}) y temperatura de bulbo húmedo (T_{bh}) sobre el Índice de contaminación térmica (ICT).

La figura 7.23 a y b mostradas a continuación corroboran todo el análisis hecho hasta el momento. En ellas se reflejan la situación térmica y el comportamiento del calor intercambiado por el hombre por convección, radiación y la evaporación del sudor bajo dos condiciones de humedad relativa diferentes.

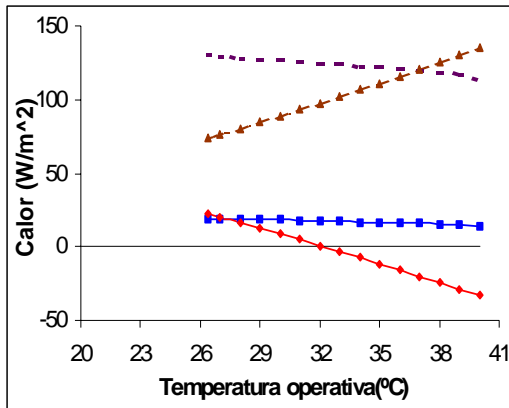


Figura 7.23 a) Comportamiento del intercambio de calor por radiación, convección y evaporación del sudor, con el incremento de la temperatura ambiente para una humedad relativa entre 60 y 65 %

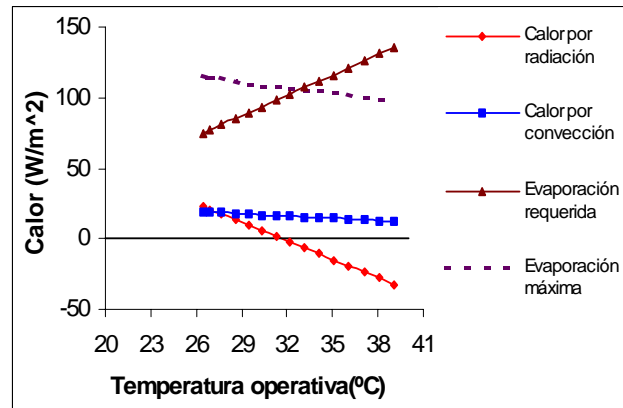


Figura 7.23 b) Comportamiento del intercambio de calor por radiación, convección y evaporación del sudor, con el incremento de la temperatura ambiente para una humedad relativa entre 80 y 85 %

Como puede observarse, la curva que primero corta el eje cero es la del calor por radiación para ambas situaciones de humedad relativa, es a partir de este momento que el hombre deja de ceder calor al medio ambiente para comenzar a ganar por este concepto. Sin embargo cuando la humedad es de un 60 a 65 % (figura 7.23 a) puede, a través de la evaporación del sudor, disipar calor hasta valores de temperatura alrededor de los 37 ° C. En este momento se interceptan las curvas de evaporación requerida y evaporación máxima, punto a partir del cual el hombre ya no podrá ceder calor por este concepto pues el medio no se lo permite. Estos estudios han sido abordados perfectamente por Estrucplan, (2004) ; Kerlake, (1972) entre otros. Pero cuando la humedad se incrementa hasta valores de 80 a 85 % (figura 7.23 b), el valor de temperatura para el cual se cortan las curvas antes mencionadas, disminuye considerablemente (alrededor de los 34 °C), valor muy próximo al que ocurre el bloqueo del mecanismo de radiación. Esto demuestra que para calor radiante y humedad relativa alta sólo el hombre dispondrá entonces del mecanismo menos eficiente para disipar calor, el convectivo. Se demuestra así una

vez más la influencia de cada uno de los indicadores ambientales utilizados en el nuevo índice, sobre la contaminación térmica en locales cerrados.

7.4.3 Comparación del Índice de contaminación térmica con el resto de los índices empleados en la investigación.

Para asegurar la confiabilidad del modelo obtenido se analizó el comportamiento de los cuatro mejores índices seleccionados para evaluar: Voto Medio Estimado (PMV), la Temperatura Efectiva Corregida (TEC), el Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) y el Índice de Sudoración Requerida (ISR) frente a las variaciones de temperatura interna y el ritmo cardiaco, con el objetivo de comparar los resultados de estos con el ICT.

La tabla 7.2 muestra la respuesta de los Índices de tensión térmica frente a la variación de la temperatura interna (VTI) y la variación del ritmo cardiaco (VRC).

Tabla 7.2 Comparación entre los Índices de tensión térmica con respecto a la variación de temperatura interna (VTI) y el ritmo cardiaco (VRC) .Los dos elementos tomados en cuenta para el análisis fueron: el coeficiente de regresión (R^2) y la fisher (F).

Índices	VTI		VRC	
	R^2 (%)	F	R^2 (%)	F
PMV	72.24	869.50	74.89	996.54
ICT	71.44	835.81	74.64	983.13
TEC	56.66	436.81	61.42	534.45
ISR	55.47	416.10	55.41	415.14
ISC	41.23	321.56	45.62	348.97

En dicha tabla puede observarse claramente cómo los resultados del PMV y del ICT son muy similares, ellos presentan el mayor coeficiente de regresión con el mayor valor fisher, esto corrobora su confiabilidad al poseer una alta sensibilidad de cambio en correspondencia con los indicadores fisiológicos.

Todo el análisis hasta aquí realizado ha demostrado la eficacia del Índice de contaminación térmica (ICT) para evaluar locales cerrados. Por lo tanto para este tipo de local, el Voto medio estimado (PMV) es sustituible por el ICT, conocida su dificultad de ponerlo en práctica, pues se necesita de un ordenador y de personal calificado para operarlo, además de que se hacen estimaciones del calor metabólico (M) y del grado de aislamiento térmico del vestuario (Clo), para lo que se necesita también preparar al personal. En cambio, el ICT se lograría calcular con sólo instalar en el local a estudiar un termómetro de globo y un psicrómetro, para determinar las temperaturas de globo, bulbo seco y bulbo húmedo, necesarias para evaluar en el modelo matemático obtenido, y de una forma rápida determinar el nivel de contaminación existente.

7.5 Ventajas y Limitaciones del ICT.

Ventajas:

1. Posee intervalos de valores definidos: esto permite clasificar la situación de un local cerrado en niveles y no en un valor absoluto.
2. Facilidad en su cálculo y manejo: al tener sólo tres variables independientes en un modelo simple, el cálculo se hace ágil y sencillo.
3. Está determinado para el medio ambiente cubano: todos los índices conocidos hasta ahora, han sido obtenidos en países fundamentalmente europeos.
4. Simplicidad del muestreo: sólo se miden tres variables, temperatura de globo, temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo.
5. Es capaz de detectar con confiabilidad, condiciones críticas de contaminación térmica.
6. Agrupa en un solo valor el resultado que anteriormente se encontraba disperso en la Norma Cubana 19-01-03 (1988).

Limitaciones para su extrapolación a otras condiciones.

1. Sus resultados son aplicables en locales cerrados, no se recomienda para ser utilizado en exteriores.
2. No tiene incluido la variación del metabolismo entre sus variables, puesto que este se estima como un valor fijo para este tipo de locales y la actividad que allí se desarrolla.
3. Su mejor ajuste es para condiciones del país y su aplicación en lugares diferentes a las del trópico debe presuponer su corrección.

7.6 Conclusiones parciales

1. El nuevo modelo obtenido para evaluar contaminación térmica en, locales cerrados es estadísticamente confiable.
2. El Índice de Contaminación térmica (ICT) con sólo tres variables microclimáticas es de aplicación práctica muy simple y sus resultados quedaron validados de forma satisfactoria durante el proceso de evaluación.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1 Conclusiones.

Una vez finalizado todo el análisis y discusión de los resultados de la investigación, se arriban a las siguientes conclusiones generales:

1. De todos los índices internacionalmente usados para evaluar contaminación térmica en locales cerrados, el más completo y eficaz a pesar de su grado de complejidad es el Voto Medio Estimado (PMV).
2. El proceso de evaluación de las instalaciones seleccionadas permitió conocer que tres de ellas (Albacora, La Taberna Alemana y El café Atenas) presentan un grado de contaminación tal que en ocasiones puede correr peligro la vida de las personas que allí se encuentran, predominando como forma de contaminación las radiaciones térmicas.
3. Con sólo tres variables microclimáticas: temperatura de globo, temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo fue posible obtener un índice simple para evaluar contaminación térmica en locales cerrados.
4. El Índice de Contaminación Térmica (ICT) es eficaz y con su uso se puede determinar de forma simple el grado de contaminación de los locales cerrados destinados a la elaboración de alimentos, lo cual quedo demostrado en su aplicación práctica.
5. El criterio de utilización de indicadores fisiológicos para establecer los diferentes niveles de contaminación con que cuenta el ICT resultó ser efectivo, lo que se demostró durante el proceso de validación. Su eficacia en cuanto al nivel de respuesta ante variaciones de los indicadores fisiológicos es superior a la del resto de los índices seleccionados para evaluar, sólo superada ligeramente por el Voto Medio Estimado (PMV), pero su complejidad práctica limita su uso.
6. El nuevo índice obtenido, por sus características puede ser usado en todos los locales del país que realicen este tipo de actividad y su generalización a otras instalaciones dependerá del grado de cumplimiento de las condiciones generales para las cuales se obtuvo.

8.2 Recomendaciones

1. Extender la validación del Índice de Contaminación Térmica a otras industrias que no presenten las mismas condiciones de operación para las cuales se experimento.
2. Extender su uso a exteriores y lograr su adecuación a las condiciones que este medio impone.

- **9. BIBLIOGRAFIA**

- Alvarez, S.G; Romero, L.T. (1995). Contaminación y medio ambiente. Editorial Científico Técnico, La Habana.
- Artz Curtis, P. (1996). Lesiones por fenómenos térmicos. Editorial Interamerican, S.A.
- Beeson, P.B. (1992). Tratado de Medicina Interna. Tomo I. Vol. I.
- BOE No. 140 (1997). Equipos de protección individual. [on line]. Disponible en internet <http://www.cop.es/listas/saludlaboral/epi-htm>.
- Brown, L.R. (1994). Del crecimiento al desarrollo sustentable. El trimestre económico LIX. (2) 234, Inglaterra.
- Cabrera, A. (2001). Metodología de las investigaciones ambientales. Conferencia impartida en la Maestría de Medio Ambiente.
- Clayton, G.D. et. al. (1972). Industrial hygiene and toxicology. Vol. I. Edición Revolucionaria. Ciudad de La Habana.
- Curley, F. J.; Irwin, R. S. (1996). Disorders of temperature Control. Part 2. Hypertermia in Intensive Care Medicine. Ed. Rippe JM, Little, Brown USA, [on line]. Disponible en Internet. <http://www.uninet.edu/tratado/indautor.html>
- Cutillas Rosario (2001). La piel. Funciones de un tejido vital. [on line]. Disponible en http://www.rnw.nl/informarn/html/cie011224_lapiel2.html
- Cutlip, MB. and Shacham M. (1999). Problems Solving in Chemical Engineering with Numerical Methods. Prentice Hall PTR. 1^a Edition.
- Chávez del Valle F. 2002. La Percepción del Ambiente Térmico. La Ciudad como Entorno. [on line]. Disponible en Internet en <http://atmos.es.mq.edu.au/~rdedear/pmv/>. Pdf
- De Bolós, M. (1992). Manual de ciencias del paisaje. Masson S.A, Barcelona.
- Del Peso, E; Ramos, M.A. (1999). Lortad. Reglamento de seguridad. Editorial Díaz de Santos, Madrid.
- Di Rosa, A.E. ; Morgante, L. (1995) Epidemiology and pathoetiology of neurological syndromes with hyperthermia. Funct. Neurol; 10:111-119. [on line]. Disponible en Internet. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/cgi-bin/>

- Díaz, A. (2002). Consultas personales del autor con el Dr. Antonio Díaz, especialista en Medicina Interna.
- Estructplan (2004). Trabajo a altas temperaturas. [on line]. Disponible en <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/produccion.asp?idproduccion=6>
- Fanger, P.O. et. al. (1998). Turbulence and sensation of draught. Amsterdam.
- García, J. (1987). Protección e higiene del trabajo. Facultad Industrial Azucarera, ISAICC.
- Heredia, M. (2002). Consultas personales del autor con el Dr. Marino Heredia, especialista en Medicina Interna.
- Hernández Herrera P. (2002). Geografía de Cuba. Universidad para todos. Editorial Juventud Rebelde.
- Himmelblau, D.M. (1997). Principios básicos y cálculos en Ingeniería Química. 6ta Edición, Prentice - Hall Hispanoamericana, S.A.
- IHT (1999). Interactive heat transfer. User handbook.
- Incropera, F.P. and De Witt, D.P. (1996). Fundamentals of heat and mass transfer. Editorial John Willey sons.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene Industrial (INSHT). (2000). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo. [on line]. Disponible en Internet. [http://www.sicuris.com/pdf/guía técnica 01.pdf](http://www.sicuris.com/pdf/guía_técnica_01.pdf).
- Keith, F. (1999). Mechanical Engineering Handbook. Sección 4: Heat and mass transfer. CRC Press LLC.
- Kerslake, D. (1972). The stress of hot environments. Cambridge, University Press.
- Kilbourne Edwin (2001). Oledas de calor y ambientes calurosos. . [on line]. Disponible en <http://desastres.cies.edu.ni/PDF/pdf/spa/doc12845/doc12845.pdf>
- Lecha Luis B, Paz Castro L. (1999). El clima de Cuba. Editorial Academia.

- Leighton, J.A. y Knox, T. (1990). Emergencias. En: Stein, Jay H. (Editor). Medicina Interna: Diagnóstico y Tratamiento. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Lopategui Corsino E (2000) Condiciones producidas por el calor. [on line]. Disponible en <http://www.saludmed.com/PrimAux/ExpCalor/ExpCalor.html>
- Lopategui Corsino E. (2003).Obesidad y control del peso.[on line]. Disponible en Internet en <http://www.saludmed.com/Salud/Nutricion/Obesidad.html>
- Lopategui, C.E. (2000). Condiciones producidas por el calor. [on line]. Disponible en Internet <http://www.saludmed.com/salud/SaludMen.html>.
- Lopez Gonzales J.(2001).Hipertemia. [on line]. Disponible en Internet en <http://www.urgencias-medicas.org/agentes/hiperter.htm>
- Luis, M. (2002). Consultas personales del autor con el Dr. Marcos Luis, especialista en Medicina Interna.
- Luna Mendasa P.(2003) Valoración de riesgo de estrés térmico , índice WBGT. [on line]. Disponible en Internet en www.mtas.es/insht/ntp/ntp_322.htm
- Luna Mendaza P.(2000). Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales. [on line]. Disponible en Internet en <http://www.oit.or.cr/mdtsanjo/sst/enciclopedia/tomo2/42.pdf>
- Mateo Rodríguez, J. (2001). Gerencia Ambiental de Empresa. Conferencia impartida en la Universidad de Matanzas a miembros del CEMAM. Abril 2001.
- Maya Jimenez, D. (2002) Diseño y Construcción de una cámara de control de temperatura. [on line]. Disponible en Internet en www.datex-ohmeda.es/aula-bioingenieria/todos_los_articulos/colaboracion/Numero-09-Colaboracion-01.pdf
- McCullough, B.W. et. al. (1994) Thermal insulation provided by chairs. ASHRAE Transactions.
- Microsoft Corporation .(1992).MS – DOS Qbasic. Microsoft Corporation
- Melo Luis J.(2004). Metodos de medición .Ergonomia. [on line]. Disponible en <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/Entrega.asp?identrega=161>

- Melo Luis José. (2003) Los métodos instrumentales de evaluación. . [on line]. Disponible en Internet en <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=160>
- Melo Luis José. (2004) Desarrollo de los Métodos Fisiológicos. [on line]. Disponible en Internet en <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=165>
- Monroy, M. (2000). Normativa de comodidad. [on line]. Disponible en internet. [http://editorial.cda.nlpc.es/ambiente/2. clima/7 comodo/a272.htm.](http://editorial.cda.nlpc.es/ambiente/2. clima/7 comodo/a272.htm)
- Moran, M.J. Shapiro, H.N. (2000). Fundamentos de Termodinámica Química. Editorial Reverte, S.A.
- Morehouse L. E. (1996). Fisiología del ejercicio. Editorial El Ateneo, novena edición .
- Mozo, A. (1994). Biofísica y Física Médica. Universidad de Lleida.
- Navarro Llanio R.(1989) Propedéutica clínica y fisiológica. Tomo I. Editorial Pueblo y Educación. La habana.
- Navarro Ulloa O. (2002)Trastornos por calor.[on line]. Disponible en Internet en http://www.stayinginshape.com/4union/libv_espanol/e09sg.shtml
- NC 19-01-03:88. (1988). SNPHT. Microclima laboral. Requisitos higiénicos sanitarios. Métodos de medición.
- Norma ISO 7243. (1989). Hot environments-Estimation of the heat stress on working man based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)
- Norma ISO 7726, (1998). Ergonomics of thermal environment – Instruments for measuring physical quantities. Second edition. [on line] Disponible en internet. <http://www.iso.ch/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=14562&ICS1=13&ICS2=180&ICS3=>
- Norma ISO 7730, (1996). Ambientes térmico moderados – Determinación de los índices PMV y PPD y especificaciones de las condiciones para el bienestar térmico. [on line] Disponible en internet. <http://www.iso.ch/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=14567&ICS1=13&ICS2=180&ICS3=>

- Norma ISO 7933, (1989). Hot environments – Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate. [on line] Disponible en internet <http://www.iso.ch/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=14903&ICS1=13&ICS2=180&ICS3=>
- Norma ISO 8996, (1990). Ergonomics production. Determination of metabolic heat production. [on line] Disponible en internet. <http://www.iso.ch/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=16525&ICS1=13&ICS2=180&ICS3=>
- Norma ISO 9920 (1995). Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble. First edition.
- Olesen, B.W. (1997). Thermal comfort requirement for floors occupied by people with bare feet. ASHRAE Transactions. Vol. 83, part. 2.
- Osmar, Ciro. (1998) Primeros auxilios. Nueva Editorial Interamericana, Argentina.
- Peláez, O. (2001). La certeza de Hipócrates. Periódico Granma. 4 mayo, 2001.
- Perry, R.H. (1999). Manual del ingeniero químico. 6ta edición. Mc Graw-Hill.
- Real Decreto 773 (1997). Disposiciones mínimas. [on line]. Disponible en <http://www.gestion.unicon.es/unicompras/salud/proteccion.html>.
- Rémizov, A. (1991). Física médica y biológica. Editorial Mir, Moscow.
- Rigola M. (1998). Producción + Limpia . Rubes Editorial.
- Rubiera Torres J. (2000). Elementos de meteorología y climatología .Universidad para todos. Editorial Academia.
- Ryan Michael D.(2003). Enfermedades por calor: permanecer fresco por dentro. [on line]. Disponible en Internet en http://www.trainermed.com.ar/z310_calor.htm
- Sánchez Gómez, M. (1998). Seguridad en centros comerciales y grandes superficies. Manual para proyectos y gestión. 2da edición, Madrid.

- Sanchez Segovia .(1999). Injuria por calor durante la actividad laboral (Trabajo) . [on line]. Disponible en Internet en **www.grupoese.com.ni/1999/bmedica/ed19/higiene19.htm**
- Stamford, B. (1999). How to avoid dehydration. The physican and sports medicine. Vol. 18. No. 7.
- Statistical Graphics corp.(2000). Statgraphics Plus ,version 5.0. Statistical Graphics corp.
- Trainermed.(2003). Prescripción de ejercicio físico en personas con sobrepeso. [on line]. Disponible en Internet en **http://www.trainermed.com/z205_sobrepeso.htm**
- Treybal Robert E (1994). Operaciones con transferencia de masa. Tomo I. ENPES
- Viña, S. et. al. (1987). Ergonomía. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.

ANEXOS

ANEXO 1: Principales características físicas y fisiológicas del personal que labora en La Taberna, el Café Atenas, Albacora y Caminos del Mar respectivamente.

	Edad	Sexo	Constitución física	Problemas de salud	Años de experiencia
1	61	M	Obeso	Cardiovasculares	15
2	35	M	Normal	-	8
3	37	F	Normal	-	5
4	32	F	Normal	-	2

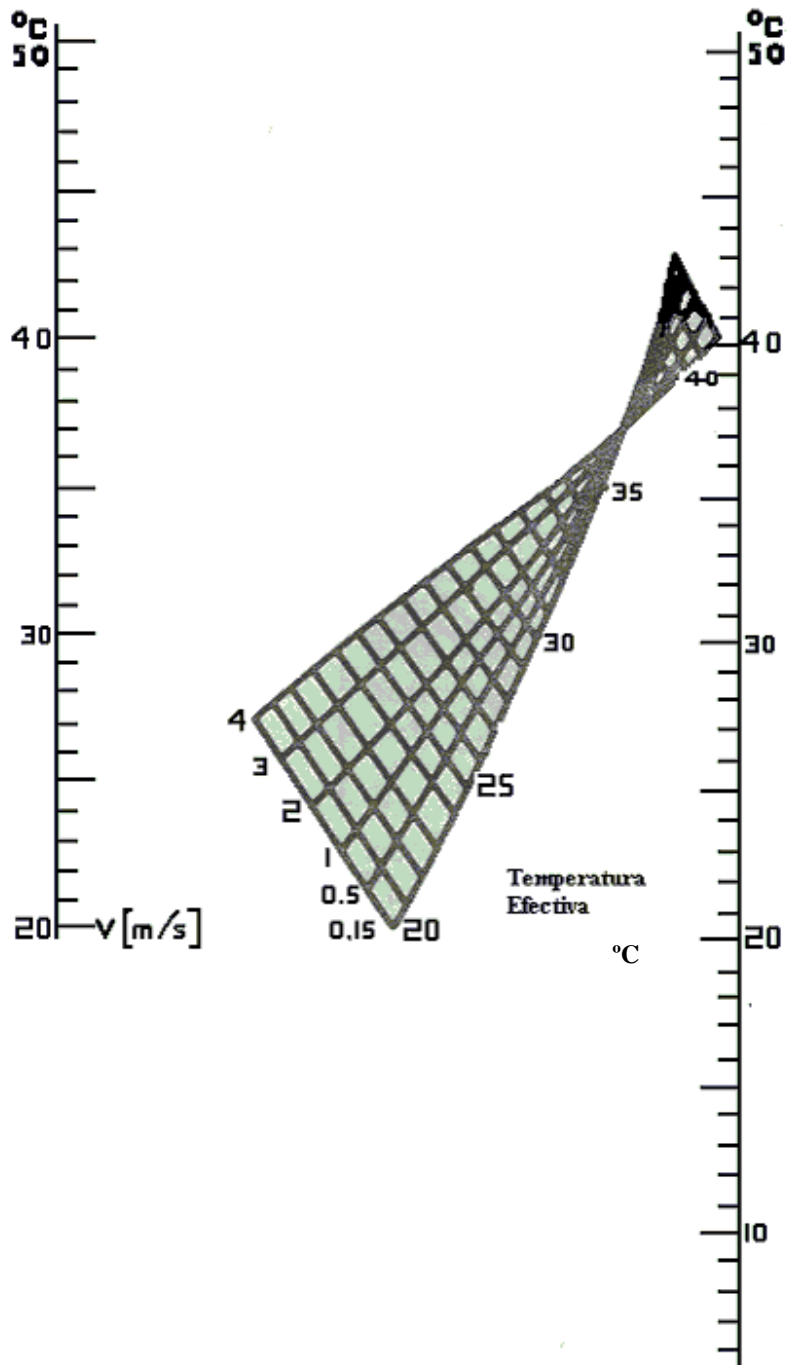
	Edad	Sexo	Constitución física	Problemas de salud	Años de experiencia
1	35	M	Normal	-	2
2	27	M	Obeso	Respiratorios	5
3	30	M	Normal	-	5
4	50	F	Obesa	-	10
5	25	F	Normal	-	1

	Edad	Sexo	Constitución física	Problemas de salud	Años de experiencia
1	44	M	Obeso	-	11
2	34	M	Normal	-	7
3	37	M	Normal	-	9
4	30	F	Obesa	-	3

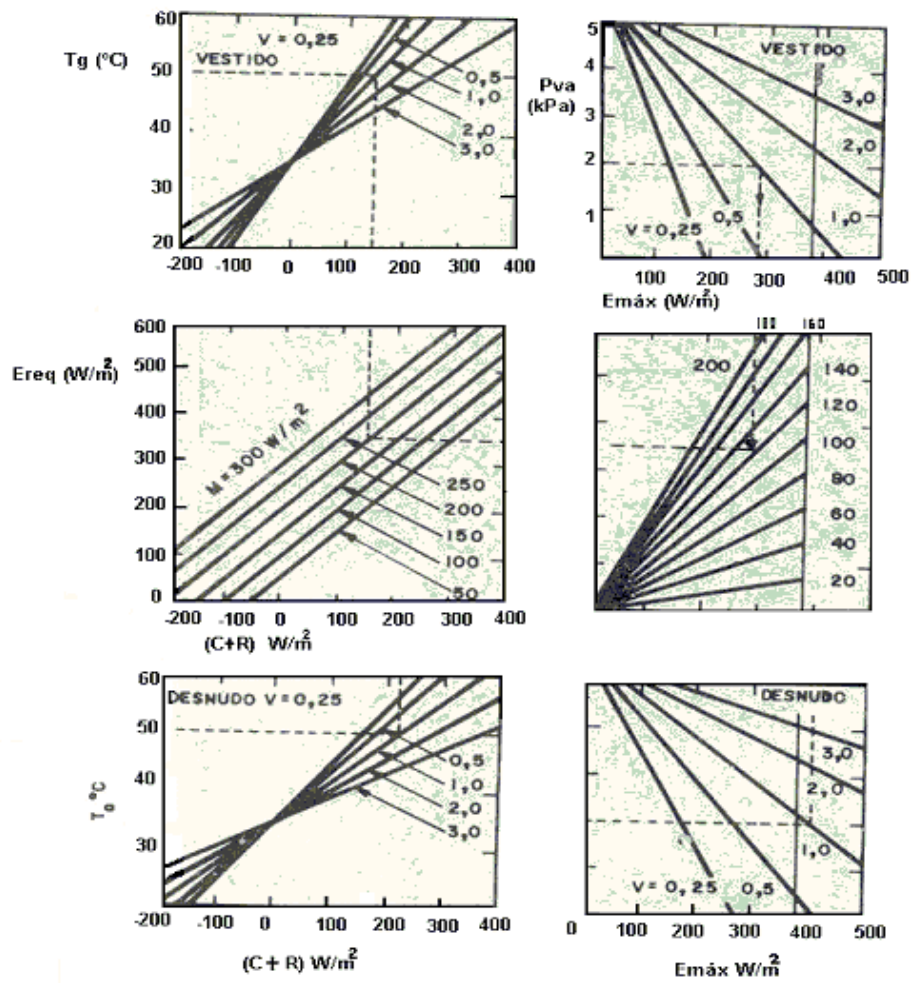
	Edad	Sexo	Constitución física	Problemas de salud	Años de experiencia
1	33	M	Normal	-	5
2	29	M	Normal	-	2
3	31	M	Normal	-	4
4	30	F	Normal	-	1

La vestimenta usada por este personal por lo general es blanca y de algodón aunque puede variar su confección y modelo.

ANEXO 2: Nomograma de la TEC.



ANEXO 3: Nomograma del ISC.



ANEXO 4: Implicaciones fisiológicas e higiénicas de sobrecarga calórica

Sobrecarga calórica (%)	Implicaciones
0	No hay tensión térmica
10-30	Tensión térmica de ligera a moderada. Trabajos que implican funciones intelectuales superiores, destreza y vigilancia.
40-60	Tensión térmica severa, indicando una amenaza para la salud, a menos que el hombre esté fisiológicamente apto. La selección médica del personal necesario para trabajar bajo estas condiciones debe ser tal que los trabajadores seleccionados no presenten problemas respiratorios, cardiovasculares, dermatitis crónica. Estas condiciones laborales son además inapropiadas para aquellas actividades que requieren de un esfuerzo sostenido.
70-90	Tensión térmica muy severa. Solo una pequeña parte de la población está calificada para estos trabajos. El personal debe ser seleccionado mediante exámenes médicos y por un seguimiento sobre el trabajo (después de la aclimatación). Asegurar adecuados insumos de agua y sales.
100	Tensión máxima tolerable para hombres jóvenes, aclimatados y aptos.

ANEXO 5: Modelo utilizado en la toma de las mediciones.

			Indicadores ambientales interiores				Indicadores ambientales exteriores			Indicadores fisiológicos	
No	Tiempo (hrs)	Dist. del foco (cm)	T_{bs} (°C)	T_{bh} (°C)	T_g (°C)	Hr (%)	T_{bs} (°C)	T_{bh} (°C)	Hr (%)	T_{int} (°C)	R.C (puls/min)
0	0,0	20	25,6	30,4	30	69	24,2	28,6	69	36,5	60
1	0,5	20	25,8	30,2	30	70	24,4	28,5	70	36,5	64
2	1,0	20	26,0	30,2	30	69	24,0	28,8	67	36,6	64
3	1,5	20	25,0	30,8	31	63	23,8	29,0	64	36,6	68
4	2,0	20	25,8	31,0	31	66	24,0	30,0	61	36,6	68
5	2,5	20	26,0	31,2	31	65	24,2	30,4	60	36,6	64
6	3,0	20	25,0	31,2	32	60	24,0	30,8	58	36,6	64
7	3,5	20	26,0	31,4	32	67	24,2	29,6	70	36,6	68
8	4,0	20	26,2	31,6	32	68	24,4	29,0	67	36,6	72
9	4,5	20	25,0	31,6	31	60	24,4	29,0	67	36,6	72

ANEXO 6 :Resultados de la evaluación de las instalaciones

Tabla 6.2:Comportamiento de los indicadores ambientales, fisiológicos, índices de tensión térmica e intercambio térmico por convección (C) y radiación (R) en la instalación Taberna Alemana.

Indicadores ambientales				Indicadores fisiológicos		Índices de tensión térmica					Intercambio térmico	
Tg (°C)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	Hr (%)	VTI(°C)	VRC (pls/min.)	ISR	TEC(°C)	ISC(%)	PMV	ICT(°C)	C (w/m2)	R (w/m2)
42,0	29,0	22,8	60	0,7	44	1,31	30,90	147,02	3,89	34,96	-13,78	53,78
40,0	28,8	22,0	59	0,7	48	1,15	30,00	134,11	3,46	33,55	-14,24	44,24
38,0	28,2	21,8	63	0,6	32	1,04	28,70	132,90	2,99	32,24	-15,61	35,61
39,0	28,6	22,4	60	0,6	32	1,12	29,90	132,90	3,49	33,04	-14,69	39,69
36,0	29,2	23,2	61	0,4	29	1,07	28,80	122,00	2,36	31,60	-13,32	23,32
28,0	24,6	21,6	65	0,0	0	0,50	24,60	62,02	0,38	25,80	-23,88	-26,12
40,0	28,4	22,2	58	0,5	30	1,14	24,00	103,06	3,14	33,54	-15,15	45,15
30,0	28,0	21,8	59	0,0	5	0,73	25,50	71,21	1,52	27,55	-16,07	-23,93
30,0	28,2	21,6	56	0,0	3	0,73	25,00	70,12	1,52	27,53	-15,61	-24,39
34,0	29,0	23,0	62	0,1	15	0,97	28,00	102,31	2,36	30,35	-13,78	3,78
28,0	28,0	23,0	63	0,0	0	0,71	27,90	68,00	1,26	26,70	-16,07	-33,93
34,0	28,8	23,5	64	0,2	20	1,00	28,80	106,00	2,35	30,45	-14,24	4,24
34,0	29,6	23,0	68	0,1	8	0,98	28,00	103,01	2,48	30,45	-12,40	2,40
38,0	27,4	18,0	41	0,3	10	0,83	28,00	100,51	2,78	31,13	-17,45	37,45
40,0	26,8	17,2	39	0,5	30	0,86	28,50	104,00	3,12	31,99	-18,83	48,83
40,0	27,8	17,7	36	0,4	28	0,90	28,80	105,06	3,18	32,28	-16,53	46,53
38,0	28,8	22,2	58	0,5	19	1,07	30,30	124,14	3,06	32,44	-14,24	34,24
34,0	27,4	17,2	38	0,1	0	0,69	26,00	76,00	1,99	28,59	-17,45	7,45
40,0	28,4	22,4	58	0,5	31	1,19	28,80	103,25	3,41	33,59	-15,15	45,15
38,0	30,0	24,3	64	0,6	34	1,29	29,90	141,09	3,23	33,18	-11,48	31,48
29,0	27,5	21,0	60	0,0	7	0,68	25,40	64,77	1,26	26,68	-17,22	-27,78
33,0	28,4	22,0	54	0,0	8	0,88	27,10	85,46	2,01	29,41	-15,15	-10,85
30,0	28,0	23,0	58	0,0	0	0,79	26,30	75,83	1,55	27,87	-16,07	-23,93
30,0	29,0	20,0	43	0,0	0	0,73	25,60	68,00	1,47	27,24	-13,78	-26,22
39,0	31,5	25,5	60	0,7	36	1,57	30,30	168,91	3,56	34,31	-8,04	36,04
36,0	31,0	26,0	65	0,3	15	1,39	29,30	151,08	3,06	32,61	-9,18	19,18
36,0	31,7	26,0	68	0,2	12	1,46	29,40	153,78	3,03	32,72	-7,58	17,58
30,0	29,2	22,0	53	0,0	10	0,80	26,10	74,28	1,58	27,80	-13,32	-26,68
37,0	31,0	25,0	60	0,2	35	1,37	29,40	148,44	3,11	32,93	-9,18	24,18
36,0	32,0	26,0	64	0,3	12	1,49	29,40	154,96	3,12	32,77	-6,89	16,89
30,0	30,0	27,0	78	0,0	8	1,09	27,40	97,30	1,94	29,22	-11,48	-28,52
36,0	30,0	25,0	67	0,2	10	1,24	29,00	139,75	2,88	32,19	-11,48	21,48
36,0	31,0	26,0	66	0,3	19	1,39	29,30	151,08	3,02	32,61	-9,18	19,18
31,0	29,0	23,0	60	0,0	8	0,87	26,70	82,05	1,78	28,61	-13,78	-21,22
30,0	29,1	21,0	50	0,0	7	0,77	25,90	71,00	1,56	27,52	-13,55	-26,45
37,0	28,6	22,0	55	0,2	19	1,05	28,50	122,05	2,83	31,77	-14,69	29,69
38,0	28,9	24,0	70	0,5	19	1,21	29,40	139,47	3,17	32,92	-14,01	34,01
40,0	29,0	25,5	73	0,7	40	1,41	30,50	166,48	3,63	34,49	-13,78	48,78
30,0	29,1	24,2	70	0,0	0	0,89	26,70	82,09	1,69	28,35	-13,55	-26,45
40,0	28,5	24,0	68	0,6	35	1,28	30,10	152,78	3,53	34,02	-14,92	49,92
32,0	28,0	23,0	66	0,0	6	0,86	27,00	85,88	1,89	29,03	-16,07	-13,93
30,0	29,4	25,3	72	0,0	4	0,95	27,00	89,46	1,79	28,68	-12,86	-27,14
36,0	28,3	24,5	75	0,2	15	1,11	28,80	134,14	2,76	31,79	-15,38	25,38
34,0	31,0	26,5	71	0,1	10	1,32	28,80	136,74	2,67	31,58	-9,18	-0,82
38,0	28,0	25,4	80	0,4	19	1,24	29,70	151,63	3,17	33,14	-16,07	36,07
30,0	28,9	23,0	65	0,0	5	0,83	26,30	82,81	1,65	28,01	-14,01	-25,99
32,0	29,6	24,0	67	0,0	12	0,98	27,30	99,02	2,05	29,54	-12,40	-17,60
30,0	28,0	23,5	68	0,0	10	0,81	26,40	85,06	1,55	27,99	-16,07	-23,93

ANEXO 6 :Continuación

Tabla 6.3:Comportamiento de los indicadores ambientales, fisiológicos, índices de tensión térmica e intercambio térmico por convección (C) y radiación (R) en la instalación Café Atenas

Indicadores ambientales				Indicadores		Índices de tensión térmica					Intercambio	
Tg (°C)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	Hr (%)	VTI(°C)	VRC (pls/min.)	ISR	TEC(°C)	ISC(%)	PMV	ICT(°C)	C (w/m2)	R (w/m2)
38,0	29,0	23,2	63	0,2	15	1,13	29,70	134,57	3,12	32,73	-13,78	33,78
32,0	27,0	21,2	61	0,0	5	0,77	26,20	77,15	1,79	28,40	-18,37	-11,63
30,0	27,0	23,0	60	0,0	3	0,80	25,70	74,33	1,41	27,71	-18,37	-21,63
30,0	28,0	22,0	60	0,0	0	0,77	25,80	72,56	1,53	27,61	-16,07	-23,93
30,0	29,2	20,6	48	0,0	7	0,70	25,00	69,95	1,56	27,43	-13,32	-26,68
29,0	27,0	20,2	56	0,0	6	0,64	24,80	62,16	1,22	26,40	-18,37	-26,63
32,0	29,8	23,2	57	0,0	12	0,93	26,80	89,00	2,06	29,37	-11,94	-18,06
40,0	28,0	21,3	56	0,6	30	1,11	29,80	134,07	3,36	33,24	-16,07	51,07
30,0	28,0	22,4	61	0,0	0	0,77	24,90	73,83	1,54	27,71	-16,07	-23,93
30,0	26,6	20,0	65	0,0	10	0,65	25,00	65,18	1,41	26,86	-19,29	-20,71
30,0	26,8	21,8	67	0,0	8	0,74	25,60	70,33	1,45	27,36	-18,83	-21,17
28,0	26,8	21,2	62	0,0	0	0,66	24,50	60,34	1,08	26,04	-18,83	-31,17
30,0	28,4	24,1	50	0,1	10	0,89	27,10	80,47	1,67	28,21	-15,15	-24,85
30,0	28,2	24,0	47	0,0	8	0,89	26,90	79,75	1,64	28,16	-15,61	-24,39
28,0	26,0	21,4	50	0,0	0	0,66	26,00	59,95	1,02	25,97	-20,66	-29,34
39,0	28,4	20,8	53	0,3	20	1,00	29,10	126,43	3,14	32,59	-15,15	43,15
30,0	29,0	21,4	52	0,0	8	0,74	25,20	72,08	1,59	27,61	-13,78	-26,22
28,0	26,2	22,4	46	0,0	0	0,68	25,50	62,72	1,06	26,26	-20,21	-29,79
32,0	27,8	21,4	57	0,0	6	0,80	26,50	78,95	1,82	28,58	-16,53	-13,47
36,0	28,0	21,0	53	0,2	15	0,93	28,20	111,46	2,55	30,84	-16,07	26,07
35,0	30,0	23,2	56	0,2	17	0,99	29,00	119,16	2,53	31,14	-11,48	11,48
31,0	30,0	22,6	54	0,0	7	0,81	26,00	84,10	1,85	28,66	-11,48	-23,52
34,0	28,4	20,8	52	0,0	8	0,83	27,00	97,13	2,29	29,68	-15,15	5,15
32,0	29,0	22,2	55	0,0	7	0,79	26,50	87,23	1,88	28,98	-13,78	-16,22
38,0	31,0	23,6	54	0,4	20	1,07	29,50	148,18	3,15	33,15	-9,18	29,18
32,0	28,0	24,0	71	0,0	10	0,94	27,50	94,72	1,96	29,29	-16,07	-13,93
40,0	29,2	23,0	60	0,6	31	1,05	29,90	154,48	3,39	33,87	-13,32	48,32
34,0	28,4	22,5	60	0,0	10	0,84	27,00	108,97	2,19	30,13	-15,15	5,15
31,0	28,4	23,4	66	0,0	7	0,89	26,90	91,00	1,77	28,61	-15,15	-19,85
32,0	29,8	24,0	65	0,0	6	0,99	27,30	102,44	2,11	29,57	-11,94	-23,06
30,0	30,0	23,6	62	0,0	5	0,87	25,20	92,08	1,81	28,34	-11,48	-28,52
36,0	33,4	25,5	60	0,4	21	1,19	28,00	170,17	3,01	32,86	-3,67	13,67
40,0	31,4	24,2	60	0,5	30	1,35	30,50	178,06	3,67	34,53	-8,27	43,27
33,0	32,0	24,8	57	0,0	14	0,92	28,00	120,98	2,38	30,71	-6,89	-19,11
34,0	28,8	23,5	64	0,2	20	1,00	28,80	121,65	2,35	30,45	-14,24	4,24
40,0	32,0	25,2	59	0,6	32	1,24	30,50	193,81	3,86	34,89	-6,89	41,89
34,0	29,2	23,0	61	0,0	15	0,93	27,50	121,71	2,31	30,38	-13,32	3,32
28,0	26,8	22,8	68	0,0	5	0,68	25,00	80,47	1,06	26,46	-18,83	-31,17
30,0	29,0	25,2	71	0,0	4	0,93	27,00	105,82	1,76	28,59	-13,78	-26,22
28,0	28,0	23,2	66	0,0	0	0,71	27,90	85,74	1,26	26,75	-16,07	-33,93
34,0	29,2	24,0	68	0,1	15	0,97	28,00	131,54	2,36	30,64	-13,32	3,32
33,0	27,8	24,0	72	0,0	13	0,98	28,00	113,38	2,10	29,84	-16,53	-9,47
30,0	29,0	23,3	64	0,0	4	0,75	26,50	100,22	1,57	28,10	-13,78	-26,22
30,0	28,0	23,0	66	0,0	3	0,79	26,00	97,76	1,52	27,87	-16,07	-23,93
40,0	27,8	25,0	68	0,3	29	1,47	30,00	182,96	3,44	34,17	-16,53	51,53
31,0	30,4	24,8	69	0,0	13	0,97	27,00	119,65	2,03	29,29	-10,56	-24,44
30,0	28,2	23,0	65	0,0	0	0,73	25,00	100,91	1,52	27,90	-15,61	-24,39
35,0	29,4	25,0	70	0,0	16	0,98	29,00	156,49	2,49	31,52	-12,86	12,86

ANEXO 6 :Continuación

Tabla 6.4:Comportamiento de los indicadores ambientales, fisiológicos, índices de tensión térmica e intercambio térmico por convección (C) y radiación (R) en la instalación Albacora

Indicadores ambientales				Indicadores		Índices de tensión térmica					Intercambio	
Tg (°C)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	Hr (%)	VTI(°C)	VRC (pls/min.)	ISR	TEC(°C)	ISC(%)	PMV	ICT(°C)	C (w/m2)	R (w/m2)
33,0	28,8	22,5	58	0,0	9	0,92	26,94	88,05	2,09	29,61	-14,24	-11,76
34,0	30,0	22,0	50	0,0	10	0,99	27,23	102,74	2,34	30,25	-11,48	1,48
32,0	29,0	24,0	64	0,0	8	0,95	26,98	90,90	1,99	29,45	-13,78	-16,22
33,0	29,5	23,5	62	0,0	10	0,99	27,23	93,56	2,21	29,98	-12,63	-13,37
35,0	30,3	24,1	61	0,2	14	1,16	28,12	125,31	2,66	31,42	-10,79	10,79
34,0	28,0	22,3	60	0,1	9	0,91	27,20	101,85	2,21	30,01	-16,07	6,07
36,0	29,4	23,0	59	0,3	12	1,09	28,15	127,86	2,73	31,58	-12,86	22,86
31,0	28,0	22,5	61	0,0	5	0,81	26,20	82,20	1,67	28,32	-16,07	-18,93
38,0	31,0	25,3	64	0,6	30	1,45	29,50	161,77	3,35	33,59	-9,18	29,18
30,0	27,9	23,4	65	0,0	6	0,80	26,07	82,64	1,51	27,95	-16,30	-23,70
37,0	31,1	24,6	59	0,4	28	1,35	28,98	153,08	3,12	32,85	-8,95	23,95
36,0	30,9	25,1	61	0,3	21	1,32	28,75	152,11	2,92	32,36	-9,41	19,41
34,0	31,2	24,1	54	0,0	10	1,18	27,81	116,53	2,52	30,99	-8,73	-1,27
36,0	29,0	23,2	60	0,3	15	1,08	28,18	125,16	2,70	31,57	-13,78	23,78
33,0	30,6	22,5	52	0,0	12	1,01	27,03	91,34	2,25	29,89	-10,10	-15,90
30,0	29,0	22,0	54	0,0	5	0,80	25,78	73,98	1,56	27,76	-13,78	-26,22
34,0	31,3	24,5	57	0,2	10	1,21	27,92	119,23	2,56	31,10	-8,50	-1,50
37,0	29,7	23,2	59	0,4	19	1,17	28,56	131,78	2,96	32,26	-12,17	27,17
36,0	32,0	25,5	60	0,5	22	1,45	28,90	150,63	3,04	32,64	-6,89	16,89
38,0	30,3	24,1	61	0,5	24	1,31	29,17	144,51	3,24	33,17	-10,79	30,79
34,0	31,5	24,5	56	0,2	12	1,23	27,93	119,79	2,58	31,14	-8,04	-1,96
31,0	29,8	22,3	55	0,0	8	0,88	26,24	80,78	1,84	28,55	-11,94	-23,06
36,0	31,0	22,8	49	0,3	14	1,18	28,18	128,10	2,81	31,78	-9,18	19,18
35,0	30,0	23,0	55	0,2	11	1,08	27,83	117,09	2,57	31,09	-11,48	11,48
38,0	31,4	26,6	68	0,2	23	1,53	31,00	166,00	3,42	33,99	-8,27	28,27
36,0	32,2	25,2	65	0,2	12	1,34	29,80	156,00	3,12	32,59	-6,43	16,43
40,0	31,0	27,0	62	0,7	36	1,95	31,00	159,00	3,70	35,20	-9,18	39,18
38,0	32,2	26,2	68	0,6	33	1,59	31,10	183,00	3,51	34,02	-6,43	26,43
36,0	31,6	26,0	67	0,1	15	1,44	30,00	154,00	3,06	32,71	-7,81	17,81
36,0	31,7	25,2	63	0,1	12	1,32	29,70	148,00	3,04	32,51	-7,58	17,58
34,0	31,2	25,4	63	0,3	10	1,21	28,50	120,00	2,62	31,32	-8,73	-1,28
36,0	31,6	25,3	61	0,4	20	1,34	29,00	142,00	3,00	32,52	-7,81	17,81
33,0	30,0	22,5	53	0,0	8	0,98	27,00	90,22	2,19	29,80	-11,48	-14,52
36,0	30,6	24,0	60	0,3	19	1,22	28,46	134,63	2,94	32,03	-10,10	20,10
34,0	29,4	23,0	57	0,1	14	1,01	27,45	106,24	2,34	30,41	-12,86	2,86
35,0	29,0	23,5	61	0,2	13	1,05	27,90	117,39	2,52	31,06	-13,78	13,78
32,0	30,4	25,6	69	0,0	4	1,08	28,30	107,00	2,25	30,08	-10,56	-19,44
36,0	30,0	25,0	68	0,4	10	1,26	29,70	141,00	2,89	32,19	-11,48	21,48
38,0	31,2	26,0	68	0,6	33	1,53	30,80	163,00	3,40	33,81	-8,73	28,73
36,0	32,0	26,4	65	0,3	23	1,49	30,00	156,00	3,09	32,87	-6,89	16,89
38,0	32,0	26,8	67	0,5	35	1,68	30,30	173,00	3,48	34,14	-6,89	26,89
36,0	31,4	26,0	64	0,1	17	1,42	29,70	148,00	3,01	32,67	-8,27	18,27
36,0	32,4	26,8	70	0,5	30	1,60	30,20	160,00	3,19	33,04	-5,97	15,97
42,0	32,8	26,2	60	0,6	35	1,90	31,80	173,00	4,26	36,44	-5,05	45,05
30,0	31,0	25,0	62	0,0	7	1,00	26,70	85,00	2,12	28,86	-9,18	-30,82
30,0	29,2	23,6	63	0,0	0	0,85	25,20	79,00	1,72	28,21	-13,32	-26,68
36,0	31,4	25,6	65	0,1	19	1,36	29,80	146,00	3,02	32,57	-8,27	18,27
36,0	30,2	25,2	68	0,3	15	1,30	29,50	144,00	2,91	32,28	-11,02	21,02

ANEXO 6 :Continuación

Tabla 6.5:Comportamiento de los indicadores ambientales, fisiológicos, índices de tensión térmica e intercambio térmico por convección (C) y radiación (R) en la instalación Brizas del Mar

Indicadores ambientales				Indicadores		Índices de tensión térmica					Intercambio	
Tg (°C)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	Hr (%)	VTI(°C)	VRC (pls/min.)	ISR	TEC(°C)	ISC(%)	PMV	ICT(°C)	C (w/m2)	R (w/m2)
31,0	28,2	23,6	65	0,0	7	0,84	26,90	81,46	1,72	28,63	-15,61	-19,39
30,0	27,8	22,4	61	0,0	3	0,72	26,40	69,88	1,47	27,68	-16,53	-23,47
29,0	27,5	21,3	59	0,0	4	0,74	25,90	70,55	1,25	26,76	-17,22	-27,78
30,0	28,1	22,5	60	0,0	6	0,76	26,50	72,70	1,50	27,75	-15,84	-24,16
31,0	28,4	23,4	63	0,0	7	0,76	26,90	73,08	1,77	28,61	-15,15	-19,85
28,0	24,6	21,6	63	0,0	0	0,55	26,00	55,82	0,93	25,80	-23,88	-6,12
30,0	30,0	23,6	60	0,0	5	0,89	25,20	79,76	1,81	28,34	-11,48	-28,52
32,0	30,2	23,8	58	0,0	8	0,90	27,30	82,30	2,12	29,58	-11,02	-18,98
32,0	30,8	24,8	58	0,0	11	0,98	27,50	87,53	2,19	29,94	-9,64	-20,36
31,0	30,0	25,0	68	0,0	10	0,81	27,50	73,42	2,03	29,28	-11,48	-23,52
30,0	29,0	24,2	67	0,0	8	0,79	25,20	73,34	1,72	28,33	-13,78	-26,22
30,0	29,8	24,4	67	0,0	2	0,80	26,70	72,57	1,84	28,51	-11,94	-28,06
31,0	29,0	23,8	63	0,0	6	0,92	27,00	86,43	1,85	28,81	-13,78	-26,22
30,0	29,4	23,6	62	0,0	9	0,89	26,00	81,83	1,73	28,24	-12,86	-27,14
30,0	29,8	24,0	62	0,0	10	0,81	26,40	73,20	1,79	28,41	-11,94	-28,06
29,0	28,0	24,0	71	0,0	15	0,69	26,00	64,83	1,47	27,54	-16,07	-28,93
31,0	29,9	24,2	62	0,0	5	0,85	27,20	77,76	1,95	29,06	-11,71	-23,29
30,0	29,2	24,2	61	0,0	3	0,82	26,60	75,61	1,70	28,37	-13,32	-26,68
30,0	29,0	23,8	65	0,0	5	0,78	26,10	72,08	1,71	28,23	-13,78	-26,22
30,0	29,8	24,4	67	0,0	7	0,80	27,00	71,95	1,84	28,51	-11,94	-28,06
33,0	28,1	21,8	56	0,0	11	0,92	27,70	90,53	2,00	29,32	-15,84	-10,16
32,0	31,0	26,0	53	0,0	14	1,00	29,00	90,64	2,30	30,28	-9,18	-20,82
36,0	29,2	23,2	59	0,1	20	0,98	29,00	115,58	2,73	31,60	-13,32	-16,68
32,0	29,0	23,0	59	0,0	2	0,88	27,00	87,23	1,99	29,19	-13,78	-16,22
32,0	28,6	22,8	63	0,0	0	0,91	27,00	93,18	1,90	29,07	-14,69	-35,31
31,0	30,0	25,0	66	0,0	4	0,96	27,00	93,90	2,06	29,28	-11,48	-27,52
34,0	31,4	26,0	67	0,0	21	1,13	29,20	117,69	2,64	31,51	-8,27	-1,73
30,0	28,2	21,6	60	0,0	4	0,78	25,00	81,63	1,52	27,53	-15,61	-24,39
32,0	29,8	24,0	64	0,0	6	0,96	27,30	98,54	2,11	29,57	-11,94	-18,06
30,0	28,0	21,8	60	0,0	7	0,83	25,50	88,98	1,52	27,55	-16,07	-23,93
32,0	30,4	25,6	67	0,0	4	1,01	28,30	122,53	2,25	30,08	-10,56	-19,44
31,0	27,0	21,2	65	0,0	2	0,89	26,00	100,69	1,58	27,82	-18,37	-16,63
32,0	31,2	25,0	60	0,0	10	1,09	28,00	109,87	2,32	30,05	-8,73	-21,27
30,0	28,0	21,8	63	0,0	5	0,86	25,50	96,45	1,52	27,55	-16,07	-23,93
33,0	32,0	26,5	65	0,0	7	1,16	28,20	114,09	2,57	31,15	-6,89	-19,11
32,0	31,6	26,0	64	0,0	4	1,19	27,50	113,20	2,35	30,38	-7,81	-22,19
32,0	30,2	23,8	70	0,0	8	0,97	27,30	105,16	2,12	29,58	-11,02	-18,98
32,0	30,8	24,8	64	0,0	11	0,99	27,50	106,46	2,19	29,94	-9,64	-20,36
31,0	28,2	23,4	68	0,0	9	0,93	26,90	109,01	1,77	28,58	-15,19	-19,85
32,0	29,1	25,5	73	0,0	10	0,92	27,30	106,56	2,08	29,85	-13,55	-16,45
31,0	28,9	24,9	70	0,0	4	0,91	26,80	106,31	1,86	29,08	-14,01	-20,99
30,0	28,0	24,1	71	0,0	6	0,83	26,60	100,46	1,58	28,15	-16,07	-23,93
32,0	29,0	25,5	72	0,0	8	0,92	27,50	109,67	2,06	29,84	-13,78	-16,22
31,0	29,5	26,0	75	0,0	5	0,89	27,60	105,51	1,98	29,46	-12,63	-22,37
30,0	28,4	24,1	70	0,0	10	0,89	27,10	109,42	1,67	28,21	-15,15	-24,85
30,0	28,2	24,0	70	0,0	8	0,87	26,90	108,86	1,64	28,16	-15,61	-24,39
28,8	28,2	24,0	70	0,0	12	0,76	26,00	95,40	1,46	27,46	-15,61	-32,39
32,0	27,4	22,2	66	0,0	8	0,92	27,00	119,92	1,85	28,73	-17,45	-12,55

ANEXO 6 :Continuación

Tabla 6.6:Comportamiento de los indicadores ambientales, fisiológicos, índices de tensión térmica e intercambio térmico por convección (C) y radiación (R) en la instalación Casa de visita PCC

Indicadores ambientales				Indicadores		Índices de tensión térmica					Intercambio	
Tg (°C)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	Hr (%)	VTI(°C)	VRC (pls/min.)	ISR	TEC(°C)	ISC(%)	PMV	ICT(°C)	C (w/m2)	R (w/m2)
29,0	27,2	22,0	61	0,0	2	0,69	25,34	63,54	1,30	26,90	-16,98	-13,85
28,0	26,5	21,3	59	0,0	6	0,62	24,78	54,51	1,04	26,02	-18,83	-16,72
36,0	29,0	22,7	60	0,2	16	1,06	28,06	117,85	2,69	31,44	-12,24	13,28
33,0	29,3	23,3	62	0,0	12	0,97	27,17	99,76	2,20	29,89	-11,60	-0,61
29,8	28,2	21,9	58	0,0	7	0,75	25,65	69,92	1,48	27,49	-14,41	-12,15
34,0	30,0	23,8	63	0,2	13	1,04	27,40	105,25	2,45	30,72	-9,93	-0,88
34,0	30,1	23,1	59	0,1	11	1,11	27,51	107,94	2,40	30,55	-9,67	2,43
29,0	27,0	21,9	61	0,0	5	0,69	25,31	63,03	1,28	26,84	-17,49	-13,55
35,0	26,8	21,8	61	0,3	15	0,74	25,97	75,69	2,36	30,27	-17,92	-5,01
28,4	26,0	21,8	63	0,0	0	0,63	25,02	57,72	1,13	26,31	-20,13	-14,41
30,0	27,3	22,9	65	0,0	6	0,76	25,92	73,16	1,55	27,73	-16,68	-9,99
33,0	29,4	22,9	60	0,0	10	0,96	27,08	98,12	2,18	29,81	-11,36	-0,78
31,5	27,1	20,9	56	0,0	8	0,74	25,94	76,52	1,67	28,05	-17,13	-3,39
35,2	30,1	21,0	49	0,1	11	1,00	27,41	107,24	2,47	30,70	-9,64	7,77
34,0	29,0	22,0	58	0,2	14	0,87	26,77	91,62	2,28	30,09	-14,30	1,22
29,0	27,3	21,0	56	0,0	0	0,67	25,10	61,06	1,23	26,65	-16,72	-13,99
29,6	27,9	21,1	55	0,0	3	0,71	25,36	65,90	1,37	27,12	-15,17	-12,51
36,0	30,4	21,5	51	0,2	17	1,08	27,83	114,85	2,66	31,35	-8,93	10,89
30,0	28,7	22,6	60	0,0	5	0,80	25,92	74,23	1,58	27,87	-13,16	-12,07
30,8	28,3	22,6	61	0,0	7	0,82	26,18	79,24	1,71	28,27	-14,12	-8,28
32,2	29,0	22,5	59	0,1	11	0,87	26,68	90,82	1,99	29,17	-12,35	-3,55
29,5	27,5	21,3	57	0,0	6	0,70	25,36	66,99	1,35	27,05	-16,19	-12,32
31,4	29,3	22,9	60	0,0	9	0,89	26,51	89,12	1,88	28,86	-11,65	-7,35
36,2	31,2	24,2	62	0,4	21	1,16	28,61	138,57	2,92	32,29	-7,11	10,49
33,2	32,0	24,0	59	0,1	12	1,20	27,55	116,41	2,39	30,62	-5,40	-3,85
36,0	33,3	27,0	73	0,5	30	1,61	29,29	166,74	3,17	33,23	-4,94	7,99
38,4	31,9	25,2	65	0,6	34	1,55	29,67	170,86	3,42	33,94	-5,54	19,64
31,0	28,8	24,1	67	0,0	7	0,91	26,65	95,18	1,87	28,86	-12,88	-8,23
34,6	32,0	26,1	69	0,4	20	1,42	26,30	147,97	2,80	31,98	-5,38	2,07
35,5	30,8	24,2	68	0,2	17	1,09	28,24	131,36	2,78	31,82	-13,23	11,70
37,2	34,0	25,3	65	0,5	27	1,50	29,28	166,27	3,29	33,60	-5,34	13,83
30,0	29,6	23,4	62	0,0	9	0,88	26,16	90,01	1,68	28,22	-10,96	-13,20
36,4	33,5	25,5	66	0,3	18	1,49	29,05	163,77	3,14	33,11	-5,14	9,97
36,0	30,0	23,2	60	0,3	17	1,14	28,23	136,60	2,77	31,73	-9,86	11,57
39,4	34,0	26,2	67	0,8	38	1,88	30,32	205,15	3,76	35,12	-3,27	22,81
38,0	32,0	22,0	60	0,4	21	1,10	26,46	130,36	3,12	32,89	-5,33	17,58
32,0	29,4	25,0	70	0,0	10	1,00	27,25	118,23	2,14	29,77	-11,39	-5,02
33,6	31,5	26,0	72	0,2	15	1,31	28,12	143,06	2,59	31,29	-8,75	0,05
33,8	29,6	26,0	74	0,1	13	1,17	28,14	142,74	2,55	31,11	-10,86	2,37
38,4	31,2	25,7	69	0,6	26	1,40	29,76	187,23	3,43	33,96	-7,07	20,75
34,5	29,5	25,7	73	0,1	16	1,18	28,31	148,13	2,65	31,42	-11,08	5,64
30,2	28,0	26,8	82	0,0	9	0,96	27,00	115,90	1,89	28,97	-14,90	-10,26
31,0	29,1	27,0	80	0,0	9	1,07	27,39	128,69	2,09	29,66	-12,14	-8,68
30,8	29,4	26,9	79	0,0	8	1,07	27,31	128,31	2,06	29,57	-11,42	-9,91
32,2	30,0	24,9	68	0,0	11	1,06	27,33	129,24	2,20	29,96	-9,95	-5,11
35,0	31,6	27,2	75	0,3	19	1,62	30,00	181,19	2,93	32,44	-6,24	4,44
32,4	28,3	26,4	79	0,0	12	1,05	27,69	138,24	2,27	30,19	-14,07	-1,55
33,2	28,9	24,1	67	0,2	16	1,00	27,42	131,72	2,28	30,16	-12,57	0,91

ANEXO 6 :Continuación

Tabla 6.7:Comportamiento de los indicadores ambientales, fisiológicos, índices de tensión térmica e intercambio térmico por convección (C) y radiación (R) en la instalación Comedor de protocolo UMCC

Indicadores ambientales				Indicadores		Índices de tensión térmica					Intercambio	
Tg (°C)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	Hr (%)	VTI(°C)	VRC (pls/min.)	ISR	TEC(°C)	ISC(%)	PMV	ICT(°C)	C (w/m2)	R (w/m2)
31,0	28,4	22,8	62	0,0	9	0,84	26,30	81,53	1,77	28,46	-13,87	-7,61
30,5	27,0	21,5	59	0,0	4	0,73	25,73	71,77	1,53	27,61	-17,43	-7,45
33,0	28,1	22,7	62	0,0	7	0,90	26,96	94,71	2,11	29,55	-14,55	1,39
33,3	29,0	22,5	59	0,0	11	0,94	27,06	97,69	2,19	29,81	-12,32	1,18
32,2	27,6	22,0	60	0,0	8	0,82	26,48	85,57	1,90	28,82	-15,83	-1,23
34,0	29,1	23,5	64	0,2	0,2	1,02	27,56	107,70	2,39	30,50	-12,06	4,09
34,0	30,0	22,9	58	0,1	15	1,04	27,46	106,70	2,38	30,48	-9,91	2,59
31,0	28,0	22,4	61	0,0	6	0,81	26,18	79,46	1,72	28,29	-14,87	-6,98
30,8	27,6	22,0	60	0,0	8	0,77	25,99	76,15	1,64	28,01	-15,89	-7,17
30,0	26,0	21,5	61	0,0	5	0,68	25,51	67,26	1,40	27,16	-20,05	-7,87
31,0	28,3	22,8	62	0,0	7	0,83	26,30	81,37	1,76	28,44	-14,12	-7,46
33,4	29,3	23,4	63	0,0	9	1,00	27,34	103,20	2,28	30,15	-11,59	1,12
31,5	28,2	22,3	60	0,0	5	0,83	26,34	82,88	1,81	28,59	-14,35	-5,21
34,1	30,0	21,1	50	0,1	14	0,96	27,04	107,49	2,27	30,07	-9,90	3,03
32,0	30,4	21,1	49	0,0	9	0,90	26,33	85,51	1,91	28,92	-9,01	-6,51
31,3	28,6	18,8	42	0,0	6	0,73	25,42	71,13	1,55	27,63	-13,36	-6,69
31,9	29,8	22,8	58	0,0	8	0,93	26,69	90,46	1,99	29,20	-10,43	-6,05
34,4	28,9	22,7	60	0,0	11	0,99	27,49	106,21	2,40	30,49	-12,53	6,21
32,7	29,0	22,4	58	0,0	8	0,91	26,83	93,02	2,07	29,44	-12,34	-1,42
32,3	30,0	23,8	63	0,0	11	1,01	27,09	98,34	2,14	29,73	-9,95	-4,69
33,0	28,8	22,6	60	0,0	10	0,92	26,98	96,68	2,13	29,64	-12,82	0,21
31,5	29,0	21,8	55	0,0	7	0,84	26,26	84,13	1,81	28,58	-12,37	-6,48
33,3	30,7	24,6	65	0,1	16	1,14	27,67	115,25	2,40	30,63	-8,29	-1,55
35,2	29,9	23,0	59	0,3	18	1,09	27,90	120,65	2,60	31,19	-10,11	8,10
36,0	30,0	25,1	69	0,4	22	1,25	28,71	140,62	2,90	32,22	-9,86	11,57
36,2	31,4	24,6	64	0,5	24	1,34	28,72	144,26	2,96	32,43	-6,66	10,17
35,9	30,9	24,9	66	0,5	23	1,30	28,27	143,42	2,90	32,25	-7,79	9,61
32,8	31,6	23,8	59	0,0	11	1,14	27,34	114,07	2,29	30,27	-6,27	-4,94
36,0	33,0	24,2	60	0,4	25	1,36	28,58	144,79	2,96	32,30	-5,36	8,30
32,6	31,2	24,4	63	0,0	8	1,13	27,40	117,03	2,28	30,25	-7,17	-5,20
36,0	33,4	27,0	73	0,5	28	1,60	29,29	172,48	3,17	33,04	-5,15	8,15
33,6	30,0	24,3	65	0,1	12	1,09	27,67	123,20	2,41	30,61	-9,92	0,85
36,1	30,7	24,5	64	0,3	19	1,27	28,63	147,68	2,90	32,23	-8,24	10,85
34,0	29,6	23,0	60	0,2	15	1,02	27,46	119,53	2,37	30,45	-10,85	3,25
37,0	33,0	27,3	75	0,6	31	1,65	29,70	188,98	3,36	33,66	-5,78	13,21
36,0	31,0	27,6	80	0,5	27	1,46	29,35	176,48	3,12	32,92	-9,16	11,06
33,4	29,8	24,6	67	0,2	7	1,09	27,66	128,05	2,39	30,54	-10,39	0,30
34,5	32,0	26,2	69	0,2	19	1,43	28,56	158,53	2,79	31,95	-5,38	1,64
33,6	30,2	26,7	76	0,1	14	1,25	28,28	148,84	2,59	31,27	-9,45	0,52
35,2	31,0	26,2	72	0,2	16	1,37	28,75	164,28	2,87	32,20	-7,57	6,29
33,0	29,0	27,3	82	0,1	9	1,18	28,16	146,30	2,47	30,89	-12,33	-0,12
32,0	27,0	23,5	69	0,0	7	0,85	26,76	109,07	1,94	29,00	-17,37	-1,07
33,1	29,2	25,1	71	0,2	10	1,06	27,65	133,37	2,34	30,40	-11,84	-0,02
33,4	29,8	24,8	68	0,3	15	1,10	27,71	136,60	2,40	30,60	-10,39	0,30
34,0	31,0	26,7	74	0,2	14	1,35	28,46	162,71	2,69	31,63	-7,60	0,99
35,2	30,7	25,2	68	0,3	18	1,27	28,49	159,68	2,79	31,89	-8,25	6,77
32,3	27,6	23,1	65	0,0	9	0,86	26,79	115,09	1,99	29,17	-15,83	-0,80
32,9	28,8	24,9	71	0,1	12	1,03	27,51	134,35	2,28	30,17	-12,82	-0,22

ANEXO 6 :Continuación

Tabla 6.8:Comportamiento de los indicadores ambientales, fisiológicos, índices de tensión térmica e intercambio térmico por convección (C) y radiación (R) en la instalación Comedor obrero UMCC

Indicadores ambientales				Indicadores		Índices de tensión térmica					Intercambio	
Tg (°C)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	Hr (%)	VTI(°C)	VRC (pls/min.)	ISR	TEC(°C)	ISC(%)	PMV	ICT(°C)	C (w/m2)	R (w/m2)
34,1	29,0	23,5	64	0,1	10	1,02	27,59	108,22	2,40	30,54	-12,30	4,70
31,9	26,0	21,6	62	0,0	7	0,81	26,20	79,75	1,75	28,29	-19,96	0,25
31,0	26,0	21,4	61	0,0	8	0,71	25,83	73,36	1,57	27,71	-20,00	-3,64
33,0	28,0	22,4	61	0,0	9	0,88	26,88	93,27	2,09	29,46	-14,80	1,56
34,3	30,4	21,5	51	0,0	11	1,01	27,23	103,03	2,35	30,36	-8,96	3,26
31,9	26,0	20,7	58	0,0	5	0,72	25,97	76,92	1,69	28,06	-19,96	0,25
34,0	31,6	23,7	58	0,2	13	1,19	27,74	114,84	2,50	30,94	-6,26	0,08
29,0	28,0	21,7	58	0,0	4	0,72	25,31	63,69	1,31	26,95	-14,94	-14,96
33,0	28,0	22,6	62	0,0	10	0,89	26,93	94,10	2,10	29,51	-14,80	1,56
31,4	25,2	21,9	65	0,0	6	0,71	26,06	76,36	1,65	27,95	-22,09	-0,50
31,6	25,6	22,5	67	0,0	7	0,81	26,30	80,18	1,74	28,29	-21,02	-0,35
30,0	25,6	21,6	63	0,0	5	0,67	25,51	67,05	1,39	27,12	-21,10	-7,20
33,4	28,8	21,0	53	0,0	6	0,88	26,71	91,83	2,09	29,45	-12,81	1,95
33,2	28,4	20,3	50	0,0	9	0,83	26,45	100,90	1,99	29,09	-13,80	1,76
30,8	28,7	21,0	53	0,0	11	0,78	25,80	74,52	1,61	27,92	-13,13	-8,89
29,5	28,8	21,6	55	0,0	7	0,76	25,50	67,79	1,43	27,34	-12,92	-14,11
34,1	30,0	22,0	54	0,1	9	1,00	27,27	103,10	2,34	30,31	-9,90	3,03
31,0	28,9	20,0	49	0,0	6	0,77	25,63	73,05	1,59	27,81	-12,63	-8,38
32,7	29,3	22,5	58	0,0	12	0,93	26,87	94,01	2,09	29,51	-11,61	-1,90
33,0	29,1	21,7	55	0,0	10	0,90	26,76	92,42	2,08	29,45	-12,09	-0,29
35,2	32,0	23,7	58	0,2	15	1,28	28,18	126,50	2,74	31,71	-5,37	4,71
34,0	30,2	22,5	56	0,2	11	1,03	27,37	107,04	2,36	30,41	-9,44	2,27
32,0	28,8	21,4	54	0,0	6	0,84	26,32	86,59	1,87	28,74	-12,85	-4,07
34,1	30,0	22,5	57	0,1	12	1,02	27,39	118,12	2,37	30,44	-9,90	3,03
36,3	33,0	23,9	56	0,3	20	1,47	28,66	144,13	2,99	32,56	-3,30	8,16
32,3	29,0	24,9	70	0,0	12	1,01	27,31	107,71	2,18	29,86	-12,35	-3,12
32,6	30,4	24,7	66	0,1	10	1,09	27,44	113,55	2,27	30,20	-9,00	-4,04
34,0	31,1	26,3	72	0,2	16	1,32	28,36	139,71	2,67	31,54	-7,37	0,84
35,0	32,0	25,5	66	0,3	18	1,40	28,56	146,53	2,83	32,06	-5,37	3,83
34,5	31,6	25,1	65	0,2	14	1,39	28,26	138,78	2,69	31,60	-6,25	2,24
35,2	32,0	24,8	63	0,3	15	1,36	28,45	144,88	2,81	31,99	-5,37	4,71
36,0	34,0	26,6	70	0,5	26	1,47	28,77	171,40	3,17	33,24	-4,31	7,54
36,7	33,1	25,0	61	0,5	29	1,36	29,08	165,92	3,14	33,09	-3,10	9,84
34,0	31,0	23,3	58	0,2	13	1,52	27,60	124,37	2,45	30,75	-8,05	1,31
32,9	29,6	23,9	64	0,0	10	1,02	27,30	117,34	2,24	30,04	-10,88	-1,53
37,4	32,7	26,5	69	0,6	30	1,57	29,45	189,46	3,36	33,82	-3,89	13,69
34,2	30,4	28,2	83	0,3	19	1,43	29,06	167,11	2,81	32,04	-8,97	2,82
31,6	28,8	24,3	68	0,0	9	0,94	26,91	110,58	2,00	29,26	-12,86	-5,75
34,1	30,0	25,4	70	0,2	14	1,18	28,12	142,05	2,58	31,19	-9,90	3,03
33,0	29,3	27,1	80	0,2	9	1,19	28,12	165,61	2,47	30,88	-11,60	-0,61
31,9	30,4	25,1	68	0,0	8	1,08	27,29	125,07	2,17	29,90	-9,02	-6,92
32,7	27,9	24,5	71	0,0	7	0,95	27,30	121,76	2,18	29,81	-15,06	0,42
34,1	30,0	26,8	77	0,2	13	1,52	28,47	158,07	2,68	31,55	-9,90	3,03
33,0	28,6	23,8	66	0,0	8	0,97	27,26	123,68	2,21	29,91	-13,31	0,54
32,7	29,5	24,6	68	0,0	7	1,04	27,40	129,80	2,25	30,09	-11,13	-2,22
35,0	32,0	26,0	69	0,3	17	1,72	28,68	170,55	2,86	32,19	-5,37	3,83
33,2	28,4	25,6	75	0,1	11	1,35	27,80	139,35	2,36	30,47	-13,80	1,76
34,0	30,0	25,2	70	0,2	15	1,16	28,03	149,30	2,54	31,08	-9,91	2,59

Anexo 7: Caracterización del panel de expertos.

Experto	Años de Experiencia	Cargo
Joaquín García	20	Investigador, profesor
Sergio Echeverría	15	Jefe de Laboratorio
Jesús D. Luis orozco	17	Investigador, profesor
Antonio Lima	20	Jefe de Recursos Humanos Cadena Rumbos
Azucena González	17	Investigadora, profesor
Cecilia Parra	20	Investigador, profesor
Ariel González	12	Investigador, profesor

Anexo 8: Listado del programa de computación elaborado para el cálculo del Voto Medio Estimado (PMV)

CLS : PRINT "Entrada de Datos"

PRINT : INPUT "Ropa(Clo):", CLO

INPUT "Producción de energía metabólica(met):", MET

INPUT "Trabajo externo, normalmente= 0 (met):", WME

INPUT "Temperatura del aire(°C):", TA

INPUT "Temperatura de globo(°C):", Tg

INPUT "Velocidad relativa del aire(m/s):", VEL

PRINT " Introduzca humedad relativa o presión parcial de vapor de agua pero no ambas"

INPUT " humedad relativa(%): ", RH

INPUT " Presión parcial del vapor de agua(Pa): ", PA

DEF FNPS (T) = EXP(16.6536 - 4030.183 / (T + 235))

IF PA = 0 THEN PA = RH * 10 * FNPS(TA)

ICL = .155 * CLO

M = MET * 58.15

W = WME * 58.15

MW = M - W

IF ICL < .078 THEN FCL = 1 + (1.29 * ICL) ELSE FCL = 1.05 + (.645 * ICL)

HCF = 12.1 * SQR(VEL)

TAA = TA + 273

TR = ((Tg + 273) ^ 4 + (4E+07 * (Tg - TA) ^ (1 / 4) * (Tg - TA))) ^ (1 / 4) - 273

TRA = TR + 273

REM"C calculo de la temperatura superficial de la ropa por iteraciones sucesivas"

TCLA = TAA + ((35.5 - TA) / (3.5 * (6.45 * ICL + .1)))

REM" Primera estimación de la temperatura superficial de la ropa"

P1 = ICL * FCL

P2 = P1 * 3.96

P3 = P1 * 100

P4 = P1 * TAA

P5 = 308.7 - .028 * MW + P2 * (TRA / 100) ^ 4

XN = TCLA / 100

XF = XN

N = 0

EPS = .00015

1 : XF = (XF + XN) / 2

REM"coeficiente por convección natural"

HCN = 2.38 * ABS(100 * XF - TAA) ^ .25

IF HCF > HCN THEN HC = HCF ELSE HC = HCN

XN = (P5 + (P4 * HC) - (P2 * XF ^ 4)) / (100 + P3 * HC)

N = N + 1

IF N > 150 THEN GOTO 2

IF ABS(XN - XF) > EPS THEN GOTO 1

TCL = 100 * XN - 273

REM"componentes de pérdida del calor"

HL1 = 3.05 * .001 * (5733 - 6.99 * MW - PA): REM"difusión a trav,sde la piel"

IF MW > 58.15 THEN HL2 = .42 * (MW - 58.15)

HL3 = 1.7 * .00001 * M * (5867 - PA): REM"calor latente por respiración"

HL4 = .0014 * M * (34 - TA): REM"calor sensible por respiración"

HL5 = 3.96 * FCL * (XN ^ 4 - (TRA / 100) ^ 4)

HL6 = FCL * HC * (TCL - TA): REM"perdidas por convección"

REM: "Calculo del PMV"

TS = (.303 * EXP(-.036 * M)) + .028: REM"sensación térmica"

PMV = TS * (MW - HL1 - HL2 - HL3 - HL4 - HL5 - HL6): REM"Voto medio estimado"

PRINT "El Voto medio estimado (PMV) es: ", PMV

2 : PMV = 999999!

END

CLS

ANEXO -9 Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos con incremento de temperatura de globo (Tg)

Tabla 9.1 Experimento para humedad relativa 60 a 65 %

No	tpo (min.)	Tg (oC)	Tbs (oC)	Tbh (oC)	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
					VTI (oC)	VRC (pxm)	VTI (oC)	VRC (pxm)	VTI (oC)	VRC (pxm)	VTI (oC)	VRC (pxm)	VTI (oC)	VRC (pxm)	VTI (oC)	VRC (pxm)
0	0	26,4	26,4	21,2	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
1	1,25	27	26,4	21,4	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
2	2,25	28	26,5	21,6	0,0	0	0,0	-1	0,0	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3	6,4	29	26,6	21,6	0,0	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,0	1
4	8	30	26,7	21,7	0,0	4	0,0	1	0,0	0	0,0	2	0,0	2	0,0	1
5	10	31	26,8	21,8	0,0	8	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,0	3	0,0	3
6	15,2	32	26,9	21,9	0,0	11	0,0	3	0,0	5	0,0	3	0,0	4	0,0	5
7	19,2	33	27,0	21,9	0,0	15	0,0	4	0,0	5	0,0	5	0,0	4	0,0	5
8	23,2	34	27,2	22,0	0,0	15	0,0	10	0,0	10	0,0	9	0,0	9	0,0	12
9	28	35	27,3	22,0	0,0	17	0,0	12	0,0	12	0,0	12	0,2	12	0,0	13
10	32,8	36	27,4	22,1	0,1	17	0,0	14	0,0	20	0,1	15	0,1	16	0,1	18
11	39,2	37	27,6	22,2	0,2	20	0,2	15	0,1	23	0,2	15	0,3	17	0,1	18
12	57,6	38	27,8	22,3	0,4	22	0,2	16	0,3	26	0,2	20	0,5	19	0,3	20
13	90	39	28,0	22,4	0,5	26	0,3	24	0,4	29	0,4	23	0,7	22	0,3	28
14	145	40	28,4	22,6	0,5	30	0,3	26	0,4	33	0,5	25	0,8	29	0,4	28

Tabla 9.2 Experimento para humedad relativa 80 a 85 %

No	tpo (min.)	Tg (oC)	Tbs (oC)	Tbh (oC)	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
					VTI (oC)	VRC (pxm)	VTI (oC)	VRC (pxm)	VTI (oC)	VRC (pxm)	VTI (oC)	VRC (pxm)	VTI (oC)	VRC (pxm)	VTI (oC)	VRC (pxm)
0	0	26,5	26,3	24,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
1	1,15	27	26,5	24,1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
2	6,1	28	26,7	24,1	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	2	0,0	0
3	9,5	29	27,0	24,2	0,0	2	-0,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,0	1
4	13	30	27,2	24,6	0,0	5	0,0	1	0,0	0	0,0	2	0,0	5	0,0	2
5	17,3	31	27,4	24,7	0,0	6	0,0	0	0,0	2	0,0	2	0,0	6	0,0	3
6	20,8	32	27,4	24,8	0,0	11	0,0	2	0,0	3	0,0	3	0,0	9	0,0	3
7	24,2	33	27,6	24,8	0,0	13	0,0	4	0,0	3	0,0	6	0,1	12	0,0	8
8	26	34	27,8	24,9	0,1	13	0,0	9	0,0	10	0,0	8	0,2	14	0,2	10
9	31,2	35	27,8	25,0	0,1	14	0,0	12	0,2	12	0,3	10	0,3	15,4	0,2	13
10	36,4	36	28,0	25,0	0,3	16	0,1	16	0,2	20	0,2	15	0,5	20	0,2	14
11	44,2	37	28,2	25,1	0,3	20	0,2	19	0,3	21	0,3	15	0,6	21	0,3	17
12	60	38	28,6	25,2	0,4	20	0,2	21	0,3	24	0,4	20	0,8	25	0,3	22
13	88	39	28,8	25,3	0,5	26	0,3	25	0,4	29	0,4	23	1,0	29	0,4	26
14	152,4	40	28,8	25,4	0,6	33	0,4	29	0,4	31	0,5	27	1,1	35	0,4	30

ANEXO -10 (a) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 30 °C y humedad relativa de 60 a 65 %

TABLA 10.1 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

Tiempo (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6		
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	27	22,0	27,45	1,47	0,76	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
10	27	22,0	27,45	1,47	0,76	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
20	27,1	22,0	27,46	1,48	0,76	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
30	27,1	22,0	27,46	1,48	0,76	0,0	2	0,0	2	0,0	1	0,0	0	0,0	1	0,0	1	1
40	27,2	22,1	27,50	1,49	0,76	0,0	2	0,0	3	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,0	2	1
50	27,2	22,1	27,50	1,49	0,76	0,0	3	0,0	4	0,0	1	0,0	1	0,0	3	0,0	2	4
60	27,3	22,1	27,52	1,49	0,76	0,0	3	0,0	4	0,0	2	0,0	1	0,0	5	0,0	4	4
70	27,3	22,1	27,52	1,49	0,76	0,0	4	0,0	5	0,0	3	0,0	2	0,0	6	0,0	5	5
80	27,3	22,1	27,52	1,49	0,76	0,0	4	0,0	5	0,0	4	0,0	3	0,0	6	0,0	6	6
90	27,3	22,1	27,52	1,49	0,76	0,0	4	0,0	5	0,0	5	0,0	3	0,0	6	0,0	6	6

TABLA 10.2 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 28 °C

Tiempo (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6		
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	28,1	23,0	27,88	1,59	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
10	28,1	23,0	27,88	1,59	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
20	28,2	23,0	27,90	1,59	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
30	28,2	23,0	27,90	1,59	0,81	0,0	0	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
40	28,2	23,0	27,90	1,59	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
50	28,2	23,0	27,90	1,59	0,81	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	1	1
60	28,3	23,0	27,91	1,60	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	1	1
70	28,3	23,0	27,91	1,60	0,81	0,0	0	0,0	1	0,0	2	0,0	2	0,0	2	0,0	0	0
80	28,3	23,0	27,91	1,60	0,81	0,0	1	0,0	4	0,0	5	0,0	2	0,0	3	0,0	2	2
90	28,3	23,0	27,91	1,60	0,81	0,0	3	0,0	4	0,0	6	0,0	2	0,0	3	0,0	2	2

TABLA 10.3 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

Tiempo (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6		
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	29	24,0	28,28	1,64	0,88	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
10	28,9	24,0	28,27	1,64	0,88	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
20	28,9	24,0	28,27	1,64	0,88	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0
30	28,9	24,0	28,27	1,64	0,88	0,0	2	0,0	2	0,0	2	0,0	2	0,0	2	0,0	2	2
40	29	24,0	28,28	1,64	0,88	0,0	2	0,0	2	0,0	3	0,0	3	0,0	3	0,0	3	3
50	29	24,0	28,28	1,64	0,88	0,0	3	0,0	4	0,0	3	0,0	2	0,0	3	0,0	3	3
60	29	24,0	28,28	1,64	0,88	0,0	3	0,0	4	0,0	4	0,0	3	0,0	5	0,0	4	4
70	29	24,0	28,28	1,64	0,88	0,0	4	0,0	4	0,0	4	0,0	3	0,0	5	0,0	5	5
80	29	24,0	28,28	1,64	0,88	0,0	5	0,0	5	0,0	4	0,0	5	0,0	5	0,0	5	5
90	29	24,0	28,28	1,64	0,88	0,0	4	0,0	3	0,0	5	0,0	4	0,0	6	0,0	5	5

ANEXO - 10 (b) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 30 °C y humedad relativa de 80 a 85 %

TABLA 10.4 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6		
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	27	24,5	28,10	1,65	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0,0	0
10	27	24,5	28,10	1,65	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
20	27	24,5	28,10	1,65	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
30	27,1	24,5	28,11	1,65	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
40	27,1	24,5	28,11	1,65	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0
50	27,2	24,5	28,13	1,66	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0
60	27,2	24,5	28,13	1,66	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,0	1	0
70	27,2	24,5	28,13	1,66	0,81	0,0	2	0,0	0	0,0	3	0,0	0	0,0	3	0,0	1	0
80	27,2	24,5	28,13	1,66	0,81	0,0	3	0,0	2	0,0	2	0,0	4	0,0	5	0,0	1	0
90	27,3	24,5	28,14	1,66	0,82	0,0	3	0,0	2	0,0	2	0,0	3	0,0	5	0,0	2	0

TABLA 10.5 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 28 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6		
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	28,1	23,0	27,88	1,59	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
10	28,1	23,0	27,88	1,59	0,81	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
20	28,2	23,0	27,90	1,59	0,81	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0,0	1	0,0	2	0
30	28,2	23,0	27,90	1,59	0,81	0,0	2	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0,0	3	0,0	1	0
40	28,2	23,0	27,90	1,59	0,81	0,0	1	0,0	2	0,0	3	0,0	0	0,0	2	0,0	2	0
50	28,2	23,0	27,90	1,59	0,81	0,0	2	0,0	3	0,0	5	0,0	1	0,0	3	0,0	1	0
60	28,3	23,0	27,91	1,60	0,81	0,0	3	0,0	3	0,0	5	0,0	1	0,0	4	0,0	1	0
70	28,3	23,0	27,91	1,60	0,81	0,0	4	0,0	4	0,0	5	0,0	2	0,0	5	0,0	3	0
80	28,3	23,0	27,91	1,60	0,81	0,0	5	0,0	4	0,0	6	0,0	2	0,0	5	0,0	4	0
90	28,3	23,0	27,91	1,60	0,81	0,0	6	0,0	4	0,0	6	0,0	2	0,0	5	0,0	4	0

TABLA 10.6 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6		
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	29	26,8	29,01	1,89	1,01	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
10	29	26,8	29,01	1,89	1,01	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0
20	29	26,8	29,01	1,89	1,01	0,0	1	0,0	0	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0,0	2	0
30	29	26,8	29,01	1,89	1,01	0,0	2	0,0	1	0,0	2	0,0	2	0,0	1	0,0	1	0
40	29	26,8	29,01	1,89	1,01	0,0	2	0,0	1	0,0	3	0,0	2	0,0	1	0,0	2	0
50	29	26,8	29,01	1,89	1,01	0,0	3	0,0	1	0,0	3	0,0	2	0,0	4	0,0	4	0
60	29,1	26,8	29,03	1,90	1,01	0,0	4	0,0	3	0,0	4	0,0	2	0,0	5	0,0	6	0
70	29,1	26,8	29,03	1,90	1,01	0,0	4	0,0	3	0,0	4	0,0	4	0,0	7	0,0	6	0
80	29,1	26,8	29,03	1,90	1,01	0,0	5	0,0	4	0,0	7	0,0	5	0,0	8	0,0	7	0
90	29,1	26,8	29,03	1,90	1,01	0,0	5	0,0	4	0,0	10	0,0	6	0,0	8	0,0	7	0

ANEXO - 11 (a) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 32 °C y humedad relativa de 60 a 65 %

TABLA 11.1 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	27	22,0	28,61	1,79	0,83	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	27,1	22,0	28,63	1,79	0,83	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
20	27,1	22,0	28,63	1,79	0,83	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
30	27,1	22,1	28,65	1,80	0,84	0,0	-1	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	1	0,0	1
40	27,1	22,1	28,65	1,80	0,84	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0,0	1	0,0	1	0,0	1
50	27,1	22,1	28,65	1,80	0,84	0,0	0	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	0
60	27,3	22,2	28,71	1,81	0,84	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	2
70	27,3	22,2	28,71	1,81	0,84	0,0	2	0,0	2	0,0	2	0,0	1	0,0	2	0,0	2
80	27,3	22,2	28,71	1,81	0,84	0,0	1	0,0	3	0,0	2	0,0	2	0,0	3	0,0	3
90	27,3	22,3	28,74	1,82	0,84	0,0	3	0,0	3	0,0	4	0,0	4	0,0	5	0,0	4

TABLA 11.2 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 28 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	28	23,0	29,03	1,90	0,90	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	28	23,0	29,03	1,90	0,90	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
20	28	23,0	29,03	1,90	0,90	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0
30	28,1	23,0	29,04	1,90	0,89	0,0	-1	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	1	0,0	1
40	28,1	23,0	29,04	1,90	0,89	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0,0	1	0,0	2	0,0	1
50	28,2	23,0	29,06	1,90	0,89	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	4	0,0	4	0,0	0
60	28,2	23,1	29,09	1,91	0,90	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	5	0,0	5	0,0	2
70	28,2	23,1	29,09	1,91	0,90	0,0	5	0,0	2	0,0	2	0,0	7	0,0	7	0,0	2
80	28,2	23,1	29,09	1,91	0,90	0,0	6	0,0	4	0,0	2	0,0	8	0,0	7	0,0	3
90	28,2	23,1	29,09	1,91	0,90	0,0	6	0,0	4	0,0	5	0,0	8	0,0	7	0,0	5

TABLA 11.3 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	28,8	24,0	29,42	1,99	0,97	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	28,8	23,9	29,39	1,98	0,96	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,0	0
20	28,8	24,0	29,42	1,99	0,97	0,0	0	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0,0	1	0,0	0
30	28,8	23,9	29,39	1,98	0,96	0,0	0	0,0	2	0,0	2	0,0	2	0,0	2	0,0	2
40	28,8	24,0	29,42	1,99	0,97	0,0	2	0,0	2	0,0	3	0,0	3	0,0	3	0,0	3
50	28,8	24,0	29,42	1,99	0,97	0,0	4	0,0	4	0,0	3	0,0	2	0,0	3	0,0	3
60	28,8	24,0	29,42	1,99	0,97	0,0	4	0,0	4	0,0	4	0,0	4	0,0	5	0,0	4
70	28,9	24,0	29,43	2,00	0,96	0,0	5	0,0	5	0,0	5	0,0	5	0,0	6	0,0	4
80	28,9	24,0	29,43	2,00	0,96	0,0	5	0,0	5	0,0	7	0,0	8	0,0	7	0,0	5
90	28,9	24,0	29,43	2,00	0,96	0,0	6	0,0	4	0,0	8	0,0	9	0,0	7	0,0	7

ANEXO -11 (b) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 32 °C y humedad relativa de 80 a 85 %

TABLA 11.4 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6			
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.		
0	27	23,9	29,10	29,10	0,86	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0,0	0	0,0	0	
10	27	23,9	29,10	29,10	0,86	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	
20	27,1	23,9	29,12	29,12	0,86	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	
30	27,1	23,9	29,12	29,12	0,86	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	1
40	27,1	23,9	29,12	29,12	0,86	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0,0	2	0,0	2	0,0	1	0,0	1
50	27,2	24,0	29,16	29,16	0,87	0,0	4	0,0	1	0,0	1	0,0	4	0,0	4	0,0	1	0,0	1
60	27,2	24,0	29,16	29,16	0,87	0,0	5	0,0	1	0,0	1	0,0	5	0,0	6	0,0	1	0,0	1
70	27,2	24,0	29,16	29,16	0,87	0,0	7	0,0	2	0,0	2	0,0	5	0,0	6	0,0	5	0,0	5
80	27,3	24,0	29,18	29,18	0,88	0,0	8	0,0	4	0,0	2	0,0	6	0,0	7	0,0	6	0,0	6
90	27,3	24,0	29,18	29,18	0,88	0,0	8	0,0	4	0,0	5	0,0	6	0,0	7	0,0	6	0,0	6

TABLA 11.5 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 28 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6			
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.		
0	28	25,9	29,78	1,97	0,99	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	28	25,9	29,78	1,97	0,99	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
20	28	25,9	29,78	1,97	0,99	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
30	28,1	25,9	29,80	1,98	1,00	0,0	1	0,0	0	0,0	2	0,0	1	0,0	1	0,0	1	0,0	1
40	28,1	25,9	29,80	1,98	1,00	0,0	1	0,0	1	0,0	4	0,0	1	0,0	4	0,0	3	0,0	3
50	28,1	25,9	29,80	1,98	1,00	0,0	0	0,0	3	0,0	5	0,0	1	0,0	6	0,0	4	0,0	4
60	28,1	25,9	29,80	1,98	1,00	0,0	2	0,0	5	0,0	7	0,0	3	0,0	8	0,0	6	0,0	6
70	28,2	25,9	29,81	1,99	1,00	0,0	2	0,0	6	0,0	8	0,0	3	0,0	9	0,0	8	0,0	8
80	28,2	26,0	29,84	1,99	1,01	0,0	3	0,0	7	0,0	9	0,0	4	0,0	10	0,0	9	0,0	9
90	28,2	26,0	29,84	1,99	1,01	0,0	5	0,0	7	0,0	9	0,0	4	0,0	11	0,0	9	0,0	9

TABLA 11.6 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6			
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.		
0	29	26,0	29,97	2,07	1,05	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	29	26,0	29,97	2,07	1,05	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
20	29	26,0	29,97	2,07	1,05	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,0	0	0,0	0
30	29	26,0	29,97	2,07	1,05	0,0	0	0,0	1	0,0	2	0,0	2	0,0	5	0,0	2	0,0	2
40	29	26,0	29,97	2,07	1,05	0,0	2	0,0	2	0,0	3	0,0	3	0,0	7	0,0	5	0,0	5
50	29	26,0	29,97	2,07	1,05	0,0	4	0,0	4	0,0	3	0,0	2	0,0	9	0,0	7	0,0	7
60	29	26,0	29,97	2,07	1,05	0,0	4	0,0	4	0,0	4	0,0	7	0,0	10	0,0	8	0,0	8
70	29	26,0	29,97	2,07	1,05	0,0	8	0,0	9	0,0	4	0,0	8	0,0	12	0,0	10	0,0	10
80	29,1	26,0	29,98	2,08	1,06	0,0	9	0,0	11	0,0	5	0,0	10	0,0	12	0,0	11	0,0	11
90	29,1	26,0	29,98	2,08	1,06	0,0	10	0,0	12	0,0	7	0,0	9	0,0	13	0,0	11	0,0	11

ANEXO - 12 (a) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 34 °C y humedad relativa de 60 a 65 %

TABLA 12.1 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

							Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	26,9	22,0	29,76	2,15	0,91	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	
10	27	22,0	29,78	2,15	0,91	0,0	3	0,0	2	0,0	2	0,0	2	0,0	3	0,0	2	
20	27,1	22,1	29,82	2,16	0,91	0,0	4	0,0	3	0,0	3	0,0	2	0,0	5	0,0	3	
30	27,1	22,1	29,82	2,16	0,91	0,0	5	0,0	4	0,0	3	0,0	3	0,0	5	0,0	5	
40	27,2	22,1	29,83	2,16	0,91	0,0	5	0,0	4	0,0	4	0,0	4	0,0	5	0,0	5	
50	27,3	22,2	29,87	2,18	0,91	0,0	5	0,0	4	0,0	5	0,0	3	0,0	5	0,0	6	
60	27,3	22,2	29,87	2,18	0,91	0,0	4	0,0	3	0,1	6	0,0	4	0,0	5	0,0	5	
70	27,3	22,2	29,87	2,18	0,91	0,0	5	0,0	4	0,0	7	0,0	4	0,0	5	0,0	5	
80	27,3	22,2	29,87	2,18	0,91	0,0	5	0,0	4	0,0	8	0,0	3	0,0	6	0,0	6	
90	27,3	22,2	29,87	2,18	0,91	0,0	5	0,0	4	0,0	8	0,0	4	0,0	6	0,0	5	

TABLA 12.2 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

							Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	29	24,0	30,61	2,37	1,05	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	
10	29	24,0	30,61	2,37	1,05	0,0	5	0,0	3	0,0	2	0,0	3	0,0	3	0,0	5	
20	29,1	24,0	30,63	2,37	1,05	0,0	7	0,0	5	0,0	3	0,1	7	0,0	4	0,1	8	
30	29,1	24,0	30,63	2,37	1,05	0,1	9	0,0	5	0,0	5	0,1	8	0,1	5	0,0	7	
40	29,2	24,0	30,64	2,38	1,04	0,1	11	0,1	7	0,0	5	0,2	10	0,2	5	0,0	8	
50	29,2	24,0	30,64	2,38	1,04	0,1	11	0,1	9	0,0	7	0,1	13	0,0	8	0,0	11	
60	29,2	24,0	30,64	2,38	1,04	0,1	13	0,1	11	0,0	8	0,2	12	0,1	9	0,3	13	
70	29,2	24,0	30,64	2,38	1,04	0,1	13	0,1	13	0,0	12	0,2	15	0,1	12	0,3	16	
80	29,2	24,0	30,64	2,38	1,04	0,1	11	0,1	13	0,1	14	0,2	16	0,1	14	0,3	15	
90	29,2	24,0	30,64	2,38	1,04	0,1	11	0,1	13	0,1	14	0,2	15	0,2	13	0,3	15	

TABLA 12.3 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 32 °C

							Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	32	26,0	31,61	2,63	1,66	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	
10	32	26,0	31,61	2,63	1,66	0,0	3	0,0	2	0,0	3	0,0	2	0,0	3	0,0	2	
20	32	26,0	31,61	2,63	1,66	0,1	7	0,1	7	0,1	8	0,1	6	0,1	8	0,1	8	
30	32,1	26,0	31,62	2,64	1,66	0,1	9	0,1	8	0,1	9	0,1	8	0,1	10	0,1	8	
40	32,1	26,0	31,62	2,64	1,66	0,1	12	0,1	15	0,1	13	0,1	12	0,2	14	0,1	15	
50	32,1	26,0	31,62	2,64	1,66	0,2	14	0,1	15	0,2	15	0,2	13	0,3	16	0,2	15	
60	32,1	26,1	31,65	2,64	1,66	0,1	12	0,2	15	0,2	17	0,2	13	0,2	18	0,2	16	
70	32,1	26,1	31,65	2,64	1,66	0,2	15	0,2	16	0,2	18	0,2	16	0,3	19	0,2	16	
80	32,1	26,1	31,65	2,64	1,66	0,2	16	0,2	15	0,2	19	0,2	18	0,2	20	0,2	17	
90	32,1	26,1	31,65	2,64	1,66	0,2	16	0,2	15	0,2	18	0,2	16	0,2	21	0,2	17	

ANEXO - 12 (b) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 34 °C y humedad relativa de 80 a 85 %

TABLA 12.4 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	27	23,9	30,27	2,18	0,94	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	27	23,9	30,27	2,18	0,94	0,0	5	0,0	3	0,0	2	0,0	1	0,0	0	0,0	5
20	27,1	23,9	30,28	2,19	0,94	0,0	7	0,0	5	0,0	3	0,0	7	0,0	4	0,1	8
30	27,1	23,9	30,28	2,19	0,94	0,0	9	0,0	5	0,0	5	0,0	8	0,1	5	0,0	8
40	27,2	23,9	30,30	2,20	0,95	0,0	11	0,0	7	0,0	5	0,2	10	0,2	5	0,1	8
50	27,2	23,9	30,30	2,20	0,95	0,0	11	0,0	9	0,0	7	0,1	13	0,0	8	0,0	11
60	27,3	23,9	30,32	2,21	0,95	0,0	13	0,1	11	0,0	8	0,2	12	0,1	9	0,3	13
70	27,3	23,9	30,32	2,21	0,95	0,0	13	0,1	13	0,0	12	0,2	15	0,1	12	0,2	15
80	27,3	24,0	30,34	2,21	0,96	0,1	13	0,1	13	0,1	14	0,2	18	0,1	14	0,2	17
90	27,4	24,0	30,36	2,21	0,96	0,1	13	0,1	13	0,1	14	0,2	18	0,2	15	0,3	17

TABLA 12.5 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	29	27,0	31,39	2,47	1,21	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	29	27,0	31,39	2,47	1,21	0,0	5	0,0	3	0,0	2	0,0	4	0,0	3	0,0	2
20	29	27,0	31,39	2,47	1,21	0,0	7	0,0	4	0,1	3	0,1	7	0,0	5	0,1	3
30	29,1	27,0	31,41	2,48	1,22	0,1	9	0,0	5	0,1	8	0,1	9	0,1	5	0,1	4
40	29,1	27,0	31,41	2,48	1,22	0,1	11	0,1	7	0,1	9	0,2	13	0,2	7	0,2	6
50	29,1	27,0	31,41	2,48	1,22	0,1	11	0,1	8	0,2	11	0,1	12	0,1	9	0,3	8
60	29,1	27,0	31,41	2,48	1,22	0,1	14	0,1	9	0,1	11	0,2	11	0,2	11	0,2	9
70	29,1	27,0	31,41	2,48	1,22	0,1	16	0,1	12	0,2	12	0,2	15	0,2	16	0,3	12
80	29,2	27,0	31,42	2,49	1,22	0,1	16	0,1	14	0,2	15	0,2	18	0,3	16	0,3	16
90	29,2	27,1	31,45	2,49	1,23	0,1	16	0,1	15	0,2	17	0,2	18	0,3	17	0,2	19

TABLA 12.6 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 32 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	32	29,0	32,38	2,84	1,67	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	32	29,0	32,38	2,84	1,67	0,0	3	0,0	2	0,0	3	0,0	6	0,0	3	0,0	8
20	32	29,0	32,38	2,84	1,67	0,0	7	0,1	7	0,1	12	0,1	9	0,1	8	0,1	12
30	32	29,0	32,38	2,84	1,67	0,1	12	0,1	8	0,1	14	0,2	8	0,1	10	0,1	13
40	32	29,0	32,38	2,84	1,67	0,1	12	0,1	15	0,1	15	0,1	12	0,2	14	0,1	15
50	32,1	29,0	32,40	2,85	1,68	0,2	14	0,1	15	0,2	16	0,2	13	0,3	17	0,2	15
60	32,1	29,0	32,40	2,85	1,68	0,1	16	0,2	16	0,2	18	0,2	14	0,2	18	0,2	16
70	32,1	29,0	32,40	2,85	1,68	0,2	19	0,2	17	0,2	19	0,2	18	0,3	21	0,2	21
80	32,1	29,0	32,40	2,85	1,68	0,2	21	0,2	18	0,2	22	0,2	21	0,4	24	0,3	23
90	32,1	29,0	32,40	2,85	1,68	0,2	21	0,2	18	0,2	23	0,2	22	0,4	25	0,3	23

ANEXO - 13 (a) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 35 °C y humedad relativa de 60 a 65 %

TABLA 13.1 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

							Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	26,8	22,2	30,38	2,34	0,95	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	
10	27	22,2	30,41	2,34	0,95	0,0	3	0,0	1	0,0	5	0,0	4	0,0	0	0,0	5	
20	27,1	22,3	30,45	2,36	0,95	0,0	5	0,0	4	0,0	7	0,0	5	0,0	2	0,0	7	
30	27,2	22,3	30,47	2,36	0,95	0,0	7	0,0	4	0,0	9	0,0	6	0,0	7	0,0	9	
40	27,3	22,4	30,51	2,37	0,96	0,0	6	0,0	5	0,0	10	0,0	7	0,0	11	0,0	10	
50	27,3	22,4	30,51	2,37	0,96	0,1	7	0,0	5	0,0	11	0,1	7	0,0	10	0,0	10	
60	27,3	22,4	30,51	2,37	0,96	0,1	8	0,0	8	0,0	12	0,0	7	0,0	9	0,1	10	
70	27,4	22,5	30,55	2,38	0,96	0,0	9	0,0	8	0,0	12	0,0	7	0,0	9	0,0	10	
80	27,4	22,5	30,55	2,38	0,96	0,0	9	0,0	8	0,0	12	0,0	7	0,0	9	0,0	10	
90	27,4	22,5	30,55	2,38	0,96	0,0	9	0,0	8	0,1	12	0,0	7	0,0	9	0,0	10	

TABLA 13.2 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

							Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	29,1	23,8	31,16	2,63	1,09	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	
10	29,1	23,8	31,16	2,63	1,09	0,1	4	0,0	2	0,0	3	0,0	5	0,0	3	0,1	5	
20	29,2	23,9	31,20	2,63	1,09	0,1	5	0,1	2	0,1	7	0,0	7	0,1	7	0,1	7	
30	29,2	23,9	31,20	2,63	1,09	0,1	6	0,1	7	0,1	9	0,1	8	0,1	9	0,1	9	
40	29,3	23,9	31,21	2,64	1,10	0,1	7	0,1	11	0,1	9	0,1	10	0,1	9	0,1	10	
50	29,3	23,9	31,21	2,64	1,10	0,1	9	0,1	11	0,0	11	0,1	12	0,1	11	0,2	12	
60	29,3	24,0	31,24	2,64	1,10	0,2	12	0,1	13	0,1	12	0,1	12	0,1	12	0,1	12	
70	29,4	24,0	31,26	2,64	1,10	0,2	15	0,1	13	0,1	15	0,1	14	0,1	15	0,2	16	
80	29,4	24,0	31,26	2,64	1,10	0,2	15	0,2	13	0,2	14	0,2	16	0,2	18	0,2	15	
90	29,4	24,0	31,26	2,64	1,10	0,2	15	0,2	13	0,2	14	0,1	16	0,2	17	0,2	15	

TABLA 13.3 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 32 °C

							Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	
0	32	27,0	32,45	2,90	1,58	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	
10	32	27,0	32,45	2,90	1,58	0,0	3	0,0	3	0,1	5	0,1	4	0,0	2	0,0	5	
20	32	27,0	32,45	2,90	1,58	0,1	7	0,1	7	0,1	7	0,1	5	0,0	2	0,1	7	
30	32	27,0	32,45	2,90	1,58	0,1	9	0,1	9	0,1	9	0,0	6	0,1	7	0,1	9	
40	32	27,0	32,45	2,90	1,58	0,0	9	0,1	9	0,1	10	0,1	7	0,0	11	0,1	10	
50	32,1	27,0	32,46	2,90	1,58	0,1	11	0,1	11	0,2	12	0,2	9	0,2	11	0,2	12	
60	32,1	27,0	32,46	2,90	1,58	0,1	12	0,2	12	0,2	12	0,2	13	0,1	13	0,2	12	
70	32,1	27,1	32,49	2,90	1,59	0,1	15	0,2	16	0,2	16	0,1	14	0,1	15	0,2	16	
80	32,1	27,1	32,49	2,90	1,59	0,2	17	0,2	18	0,2	19	0,2	14	0,2	19	0,2	17	
90	32,1	27,1	32,49	2,90	1,59	0,2	19	0,2	18	0,2	20	0,2	15	0,2	20	0,2	18	

ANEXO - 13 (b) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 35 °C y humedad relativa de 80 a 85 %

TABLA 12.4 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	27	24,1	30,90	2,48	0,99	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	27	24,2	30,93	2,49	0,99	0,0	0	0,0	4	0,1	5	0,0	5	0,0	3	0,0	5
20	27,1	24,2	30,94	2,49	1,00	0,0	2	0,1	5	0,1	7	0,0	7	0,1	7	0,0	7
30	27,2	24,3	30,99	2,50	1,01	0,0	7	0,1	6	0,1	9	0,1	8	0,1	9	0,1	8
40	27,2	24,3	30,99	2,50	1,01	0,1	11	0,1	7	0,1	10	0,1	10	0,1	9	0,1	10
50	27,3	24,3	31,00	2,51	1,01	0,1	11	0,1	9	0,2	12	0,1	12	0,1	11	0,1	12
60	27,3	24,4	31,03	2,51	1,02	0,1	13	0,2	12	0,1	12	0,1	12	0,1	12	0,1	12
70	27,4	24,4	31,04	2,52	1,02	0,1	13	0,2	15	0,2	16	0,1	14	0,1	15	0,1	14
80	27,4	24,4	31,04	2,52	1,02	0,2	14	0,2	16	0,2	19	0,2	16	0,2	19	0,2	16
90	27,5	24,5	31,09	2,53	1,03	0,2	14	0,2	17	0,2	21	0,1	18	0,2	20	0,1	16

TABLA 12.5 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	29	27,0	31,97	2,76	1,26	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	29	27,0	31,97	2,76	1,26	0,0	3	0,0	5	0,0	4	0,0	5	0,0	3	0,0	4
20	29,1	27,0	31,99	2,77	1,27	0,0	9	0,1	10	0,1	7	0,0	7	0,1	7	0,1	7
30	29,1	27,0	31,99	2,77	1,27	0,0	8	0,1	10	0,1	9	0,1	10	0,1	9	0,1	9
40	29,1	27,1	32,01	2,78	1,27	0,1	12	0,1	11	0,1	9	0,1	13	0,1	12	0,2	11
50	29,2	27,1	32,03	2,78	1,28	0,2	13	0,1	11	0,0	11	0,2	13	0,2	15	0,2	12
60	29,2	27,1	32,03	2,78	1,28	0,2	13	0,1	13	0,1	12	0,2	15	0,3	18	0,2	14
70	29,2	27,1	32,03	2,78	1,28	0,1	15	0,1	14	0,1	15	0,3	20	0,4	21	0,2	16
80	29,2	27,1	32,03	2,78	1,28	0,2	19	0,2	14	0,2	17	0,3	21	0,4	20	0,3	19
90	29,2	27,2	32,06	2,79	1,29	0,2	19	0,2	14	0,2	17	0,3	21	0,4	22	0,3	19

TABLA 12.6 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 32 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	31,9	29,1	32,98	2,63	1,73	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	31,9	29,1	32,98	2,63	1,73	0,0	3	0,0	7	0,0	5	0,0	4	0,0	8	0,0	3
20	31,9	29,1	32,98	2,63	1,73	0,1	10	0,1	11	0,2	13	0,1	8	0,0	10	0,0	7
30	31,9	29,1	32,98	2,63	1,73	0,1	10	0,0	9	0,2	12	0,0	10	0,1	12	0,1	9
40	31,9	29,1	32,98	2,64	1,73	0,1	13	0,1	12	0,1	12	0,1	12	0,0	13	0,1	13
50	31,9	29,1	32,98	2,64	1,73	0,1	13	0,2	13	0,2	13	0,2	12	0,2	14	0,2	16
60	31,9	29,1	32,98	2,64	1,73	2,0	16	0,2	17	0,2	16	0,2	13	0,3	18	0,2	18
70	31,9	29,1	32,98	2,64	1,73	0,3	18	0,1	22	0,2	18	0,2	16	0,4	21	0,3	21
80	32	29,1	32,99	2,64	1,75	0,3	21	0,2	22	0,2	20	0,2	19	0,4	24	0,4	22
90	32	29,1	32,99	2,64	1,75	0,3	21	0,2	22	0,2	20	0,2	19	0,4	24	0,4	23

ANEXO - 14 (a) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 36 °C y humedad relativa de 60 a 65 %

TABLA 14.1 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	27	22,2	30,99	2,53	0,98	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	27,2	22,2	31,02	2,53	0,99	0,0	2	0,0	3	0,0	2	0,0	2	0,0	3	0,0	3
20	27,3	22,3	31,06	2,55	1,00	0,1	6	0,1	7	0,1	8	0,1	7	0,1	8	0,1	8
30	27,4	22,4	31,11	2,56	1,00	0,1	8	0,1	9	0,1	8	0,1	8	0,1	9	0,1	10
40	27,4	22,4	31,11	2,56	1,00	0,1	12	0,1	12	0,1	15	0,1	15	0,1	13	0,2	14
50	27,5	22,5	31,15	2,57	1,00	0,2	13	0,2	14	0,2	15	0,1	15	0,2	15	0,3	16
60	27,6	22,5	31,16	2,57	1,00	0,1	15	0,1	13	0,2	16	0,2	16	0,2	17	0,2	18
70	27,6	22,6	31,19	2,58	1,00	0,1	16	0,2	15	0,2	17	0,2	17	0,2	18	0,3	17
80	27,7	22,6	31,21	2,58	1,00	0,1	18	0,2	17	0,2	17	0,2	18	0,2	19	0,2	17
90	27,7	22,6	31,21	2,58	1,00	0,1	18	0,2	17	0,2	20	0,2	18	0,2	19	0,2	17

TABLA 14.2 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	29	24,0	31,78	2,74	1,14	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	29,1	24,0	31,79	2,75	1,14	0,0	3	0,0	2	0,0	2	0,0	2	0,0	3	0,0	2
20	29,1	24,1	31,82	2,75	1,14	0,1	7	0,1	6	0,1	8	0,1	6	0,1	8	0,1	8
30	29,2	24,1	31,83	2,75	1,14	0,1	9	0,1	8	0,1	8	0,1	9	0,1	10	0,1	8
40	29,2	24,2	31,86	2,75	1,14	0,1	12	0,1	12	0,1	15	0,1	13	0,2	14	0,2	15
50	29,3	24,2	31,87	2,76	1,14	0,2	14	0,2	13	0,2	15	0,3	13	0,3	16	0,2	15
60	29,3	24,2	31,87	2,76	1,14	0,2	12	0,2	13	0,2	16	0,2	15	0,2	18	0,2	16
70	29,4	24,3	31,92	2,77	1,16	0,2	15	0,2	16	0,3	17	0,2	18	0,3	19	0,3	19
80	29,4	24,3	31,92	2,77	1,16	0,2	17	0,2	18	0,2	17	0,2	18	0,2	19	0,2	21
90	29,4	24,3	31,92	2,77	1,16	0,2	19	0,2	19	0,2	22	0,2	18	0,2	21	0,2	20

TABLA 14.3 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 32 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	32	26,2	32,82	2,98	1,51	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	32	26,2	32,82	2,98	1,51	0,0	5	0,0	3	0,0	2	0,0	2	0,0	3	0,0	3
20	32	26,2	32,82	2,98	1,51	0,1	9	0,1	7	0,1	8	0,1	9	0,1	8	0,1	8
30	32	26,2	32,82	2,98	1,51	0,1	10	0,1	9	0,1	8	0,1	8	0,1	9	0,1	10
40	32,1	26,3	32,86	2,98	1,50	0,1	12	0,1	12	0,1	15	0,1	15	0,1	13	0,2	14
50	32,1	26,3	32,86	2,98	1,50	0,2	13	0,2	14	0,2	15	0,1	15	0,2	15	0,3	16
60	32,1	26,3	32,86	2,98	1,50	0,2	13	0,1	12	0,2	16	0,2	16	0,2	17	0,2	18
70	32,2	26,3	32,88	2,98	1,51	0,2	16	0,3	15	0,2	17	0,2	17	0,4	18	0,4	19
80	32,2	26,3	32,88	2,98	1,51	0,3	18	0,3	17	0,3	17	0,3	18	0,4	19	0,4	20
90	32,2	26,3	32,88	2,98	1,51	0,3	19	0,3	19	0,4	21	0,3	20	0,4	21	0,4	22

ANEXO - 14 (b) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 36 °C y humedad relativa de 80 a 85 %

TABLA 14.4 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

Tiempo (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	27	25,0	31,72	2,72	1,08	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	27	25,1	31,74	2,73	1,08	0,0	2	0,0	5	0,0	7	0,0	1	0,1	2	0,0	2
20	27,1	25,1	31,76	2,74	1,09	0,0	6	0,1	8	0,1	10	0,1	8	0,1	7	0,1	8
30	27,2	25,2	31,80	2,75	1,10	0,1	9	0,1	7	0,1	11	0,1	9	0,1	8	0,1	8
40	27,3	25,2	31,82	2,75	1,10	0,1	11	0,1	12	0,1	15	0,1	15	0,1	15	0,2	15
50	27,3	25,3	31,84	2,76	1,11	0,2	13	0,1	14	0,2	15	0,1	15	0,2	15	0,3	15
60	27,6	25,3	31,89	2,77	1,12	0,2	14	0,1	15	0,2	16	0,2	16	0,3	16	0,2	16
70	27,6	25,3	31,89	2,77	1,12	0,2	16	0,2	17	0,2	21	0,2	17	0,3	17	0,2	17
80	27,6	25,4	31,92	2,78	1,13	0,3	21	0,2	18	0,2	22	0,3	17	0,3	19	0,2	19
90	27,7	25,4	31,93	2,78	1,13	0,3	21	0,2	18	0,2	23	0,3	17	0,3	24	0,2	19

TABLA 14.5 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

Tiempo (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	28,9	26,7	32,46	2,92	1,28	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	29	26,7	32,48	2,92	1,29	0,0	3	0,0	8	0,0	5	0,0	7	0,0	3	0,0	3
20	29	26,8	32,50	2,93	1,30	0,1	8	0,1	10	0,1	7	0,1	12	0,1	11	0,2	8
30	29,1	26,8	32,52	2,94	1,30	0,0	10	0,2	12	0,0	9	0,1	12	0,2	13	0,1	10
40	29,1	26,8	32,52	2,94	1,30	0,1	14	0,1	13	0,1	11	0,1	16	0,2	17	0,2	14
50	29,1	26,9	32,54	2,94	1,31	0,1	16	0,2	15	0,1	12	0,3	16	0,3	19	0,2	16
60	29,2	26,9	32,56	2,95	1,32	0,2	18	0,2	17	0,2	13	0,2	18	0,4	21	0,2	18
70	29,2	26,9	32,56	2,95	1,32	0,2	19	0,2	18	0,3	13	0,2	20	0,4	22	0,3	22
80	29,3	27,0	32,60	2,96	1,33	0,2	20	0,2	18	0,3	14	0,2	21	0,4	23	0,3	22
90	29,3	27,0	32,60	2,96	1,33	0,2	21	0,2	18	0,3	15	0,2	23	0,4	25	0,3	22

TABLA 14.6 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 32 °C

Tiempo (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	32	29,1	33,57	3,21	1,82	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	32	29,1	33,57	3,21	1,82	0,0	1	0,0	6	0,0	2	0,0	5	0,0	5	0,0	7
20	32	29,1	33,57	3,21	1,82	0,0	6	0,1	8	0,1	9	0,1	9	0,2	11	0,1	13
30	32	29,1	33,57	3,21	1,82	0,1	10	0,1	12	0,1	11	0,1	10	0,2	13	0,1	14
40	32	29,1	33,57	3,21	1,82	0,1	14	0,1	16	0,1	16	0,1	14	0,3	18	0,2	17
50	32,1	29,1	33,59	3,22	1,83	0,2	16	0,2	17	0,1	16	0,2	16	0,3	18	0,3	19
60	32,1	29,1	33,59	3,22	1,83	0,2	18	0,2	18	0,2	18	0,2	14	0,3	19	0,3	22
70	32,1	29,1	33,59	3,22	1,83	0,2	19	0,3	20	0,2	19	0,3	17	0,4	20	0,4	24
80	32,1	29,1	33,59	3,22	1,83	0,3	20	0,3	22	0,4	19	0,3	19	0,4	20	0,5	27
90	32,1	29,1	33,59	3,22	1,83	0,3	22	0,3	25	0,4	19	0,3	21	0,4	24	0,5	28

ANEXO - 15 (a) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 38 °C y humedad relativa de 60 a 65 %

TABLA 15.1 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	26,8	22,0	32,07	2,92	1,06	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	27,1	22,1	32,14	2,94	1,07	0,0	11	0,0	9	0,0	2	0,0	2	0,0	9	0,0	5
20	27,2	22,1	32,16	2,94	1,07	0,1	14	0,0	12	0,1	8	0,0	3	0,1	13	0,1	10
30	27,3	22,2	32,20	2,95	1,07	0,3	15	0,2	16	0,2	13	0,2	7	0,2	16	0,2	15
40	27,4	22,3	32,24	2,96	1,08	0,3	15	0,2	17	0,2	18	0,2	16	0,3	18	0,2	17
50	27,5	22,4	32,29	2,97	1,09	0,3	18	0,3	18	0,3	19	0,3	18	0,3	19	0,3	19
60	27,6	22,4	32,30	2,98	1,09	0,4	19	0,3	19	0,3	20	0,3	20	0,3	20	0,4	20
70	27,6	22,5	32,33	2,98	1,09	0,3	19	0,3	21	0,4	22	0,3	21	0,4	22	0,4	23
80	27,7	22,5	32,34	2,99	1,09	0,3	24	0,3	23	0,4	24	0,4	24	0,4	26	0,4	27
90	27,7	22,5	32,34	2,99	1,09	0,3	26	0,3	25	0,4	28	0,4	24	0,4	26	0,4	27

TABLA 15.2 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	29,2	23,5	32,84	3,12	1,18	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	29,3	23,5	32,86	3,12	1,18	0,0	5	0,0	6	0,1	10	0,0	9	0,0	12	0,0	9
20	29,4	23,6	32,90	3,13	1,19	0,1	13	0,1	11	0,1	12	0,1	13	0,1	15	0,1	11
30	29,4	23,6	32,90	3,13	1,19	0,2	14	0,3	15	0,2	17	0,2	15	0,2	16	0,3	16
40	29,5	23,7	32,94	3,15	1,20	0,2	16	0,3	17	0,3	19	0,3	17	0,2	20	0,3	19
50	29,6	23,7	32,96	3,15	1,20	0,3	17	0,3	18	0,3	21	0,3	19	0,3	25	0,3	21
60	29,6	23,7	32,96	3,15	1,20	0,3	19	0,4	19	0,3	23	0,2	20	0,4	27	0,4	22
70	29,7	23,8	33,00	3,16	1,21	0,3	21	0,3	23	0,4	25	0,3	24	0,5	28	0,2	23
80	29,7	23,8	33,00	3,16	1,21	0,3	23	0,4	24	0,4	28	0,2	26	0,5	28	0,4	27
90	29,7	23,8	33,00	3,16	1,21	0,3	23	0,3	26	0,4	28	0,2	27	0,5	30	0,4	31

TABLA 15.3 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 32 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	32	27,0	34,19	3,48	1,75	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	32	27,0	34,19	3,48	1,75	0,0	2	0,0	7	0,0	5	0,0	3	0,0	4	0,1	6
20	32	27,0	34,19	3,48	1,75	0,0	8	0,1	13	0,1	14	0,1	10	0,2	11	0,1	12
30	32	27,0	34,19	3,48	1,75	0,3	14	0,2	15	0,2	16	0,2	14	0,2	15	0,2	15
40	32,1	27,1	34,23	3,49	1,76	0,3	17	0,2	16	0,2	17	0,2	16	0,3	17	0,2	17
50	32,1	27,1	34,23	3,49	1,76	0,3	19	0,3	17	0,3	19	0,3	18	0,3	19	0,3	19
60	32,2	27,1	34,25	3,49	1,77	0,4	19	0,4	19	0,3	20	0,3	19	0,3	20	0,4	26
70	32,2	27,1	34,25	3,49	1,77	0,4	26	0,4	25	0,3	27	0,5	24	0,4	28	0,5	26
80	32,3	27,1	34,27	3,50	1,78	0,4	26	0,5	30	0,3	32	0,5	30	0,4	33	0,5	26
90	32,3	27,1	34,27	3,50	1,78	0,4	28	0,5	29	0,3	32	0,5	30	0,4	33	0,5	26

ANEXO - 15 (b) Comportamiento de los Indicadores Ambientales y Fisiológicos a una temperatura de globo constante de 38 °C y humedad relativa de 80 a 85 %

TABLA 15.4 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 27°C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	27	24,3	32,70	3,09	1,26	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	27,1	24,4	32,74	3,10	1,36	0,0	2	0,0	0	0,0	8	0,0	6	0,1	10	0,0	7
20	27,2	24,4	32,76	3,10	1,45	0,1	9	0,0	5	0,0	15	0,1	12	0,1	14	0,1	13
30	27,3	24,5	32,80	3,11	1,46	0,3	14	0,2	12	0,2	15	0,2	13	0,1	15	0,2	16
40	27,5	24,5	32,83	3,12	1,20	0,3	17	0,2	13	0,2	19	0,2	17	0,3	19	0,2	16
50	27,6	24,6	32,87	3,13	1,31	0,3	19	0,3	16	0,3	19	0,3	17	0,4	23	0,3	17
60	27,7	24,6	32,89	3,14	1,36	0,4	20	0,3	19	0,3	23	0,3	20	0,5	25	0,3	18
70	27,7	24,7	32,92	3,14	1,65	0,4	22	0,3	21	0,4	25	0,3	24	0,5	29	0,3	25
80	27,8	24,7	32,93	3,15	1,38	0,4	26	0,3	23	0,4	24	0,4	28	0,5	28	0,3	30
90	27,8	24,7	32,93	3,15	1,27	0,4	29	0,3	23	0,4	26	0,4	30	0,5	28	0,3	29

TABLA 15.5 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 29 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	29	26,8	33,67	3,34	1,40	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	29,1	26,8	33,68	3,35	1,41	0,0	8	0,0	9	0,0	5	0,0	3	0,1	13	0,0	7
20	29,2	26,8	33,70	3,35	1,42	0,1	15	0,1	12	0,0	10	0,1	14	0,1	16	0,1	13
30	29,3	26,9	33,74	3,36	1,43	0,2	17	0,2	15	0,2	17	0,2	16	0,1	17	0,3	17
40	29,4	26,9	33,76	3,37	1,44	0,2	19	0,2	17	0,3	19	0,3	18	0,2	20	0,3	19
50	29,4	26,9	33,76	3,37	1,44	0,3	23	0,2	22	0,3	21	0,3	19	0,3	19	0,3	19
60	29,4	26,9	33,76	3,37	1,44	0,3	27	0,2	24	0,3	25	0,4	22	0,4	23	0,4	22
70	29,4	27,0	33,78	3,37	1,45	0,3	28	0,2	24	0,4	25	0,3	23	0,5	25	0,4	24
80	29,5	27,0	33,80	3,38	1,46	0,3	30	0,2	27	0,4	30	0,3	25	0,5	26	0,4	27
90	29,5	27,0	33,80	3,38	1,46	0,3	33	0,2	29	0,4	32	0,4	27	0,5	26	0,4	27

TABLA 15.6 Temperatura de bulbo seco (Tbs) de 32 °C

Tiempd (min.)	Tbs (°C)	Tbh (°C)	ICT (°C)	PMV Adim	Er/Em Adim	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6	
						VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.	VTI (°C)	VRC p/min.
0	32	29,1	34,74	3,63	1,96	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
10	32	29,1	34,74	3,63	1,96	0,0	10	0,0	6	0,0	8	0,0	7	0,0	12	0,0	9
20	32	29,1	34,74	3,63	1,96	0,2	12	0,0	12	0,1	9	0,1	12	0,1	13	0,1	9
30	32	29,1	34,74	3,63	1,96	0,4	15	0,1	15	0,2	9	0,2	14	0,2	14	0,2	11
40	32,1	29,1	34,75	3,63	1,98	0,4	19	0,1	16	0,2	17	0,2	16	0,3	17	0,2	19
50	32,1	29,1	34,75	3,63	1,98	0,4	20	0,2	19	0,3	20	0,3	19	0,3	19	0,3	22
60	32,1	29,2	34,78	3,64	1,99	0,4	23	0,2	25	0,3	27	0,3	20	0,3	26	0,4	29
70	32,1	29,2	34,78	3,64	1,99	0,5	27	0,2	28	0,4	29	0,5	26	0,4	28	0,5	31
80	32,3	29,2	34,81	3,65	2,02	0,5	30	0,4	28	0,6	29	0,5	28	0,4	35	0,6	30
90	32,3	29,2	34,81	3,65	2,02	0,5	31	0,4	28	0,6	29	0,5	29	0,7	35	0,6	30

Anexo 16: Factores que influyen en la carga térmica sobre el hombre en un local cerrado

