

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR DE LOS TRABAJADORES  
EN LA COCINA DEL COMEDOR UNIVERSITARIO DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

**ELABORADO POR:  
JAVIER RONALD ESTOCALENKO PALOMINO**

**ASESOR:  
ING. JORGE ALBERTO VILLENA CHÁVEZ**

**LIMA, PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi madre, que con sus versos diarios de ahínco hizo posible el logro de esta tesis, a mi padre por demostrarme la perseverancia y la sabiduría para lograr lo que te propones, a mis hermanos por su cálida compañía, a mis amigos por el apoyo incondicional y a mis maestros del saber altruista, quienes brindan sus conocimientos para el aporte de la ciencia.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios, padre todo poderoso, que me dio fuerza y fe para creer en lo que parecía imposible alcanzar. A mi familia que me apoyo con sus palabras de perseverancia y superación.

A todos los trabajadores del comedor universitario que mostraron siempre disposición y voluntad para realizar las evaluaciones; a las ingenieras responsables del comedor universitario: la Ing. Magda Mariano y la Ing. Nores Alarcón quienes me facilitaron los instrumentos y la documentación, mostrando su apoyo e interés en todo momento.

A mis amigos: Estefanía Ordoñez quién desarrolló conmigo la iniciativa del presente proyecto mostrando ímpetu por desarrollar la medición durante nuestra estancia en las aulas y a César Caja quien me acompañó en las gestiones de la segunda evaluación realizada.

A los catedráticos de la Facultad de Ingeniería Ambiental: la Ing. Amparo Becerra por su apoyo constante y por ser quien me mostró la importancia de los conceptos básicos de estudio y mostrar la importancia de la actualización de los conocimientos, al MSc. Alejandro Mendoza quien brindó consejos referidos a la estructura de la presente tesis, al Ing. Luis Nores por sus enseñanzas y apoyo con los equipos de medición, y finalmente el especial reconocimiento de sus aportes epistémicos al MSc. Eusebio Robles, por su aporte en la corrección final del trabajo y el Ing. Jorge Villena, quién con sus asesorías centralizó las ideas de la presente tesis, brindándome las pautas para el desarrollo de los objetivos a alcanzar.

A todos ellos muchas gracias,

**JAVIER ESTOCALENKO PALOMINO**

## RESUMEN

Siguiendo el procedimiento de una investigación científica en donde se ha establecido un marco teórico con un enfoque toxicológico y un marco legal nacional e internacional para poder evaluar los resultados. El objetivo de este estudio busca determinar si los trabajadores del comedor universitario de la UNI se encuentran expuestos a estrés térmico por calor.

El primer método aplicado es el de Temperatura de Globo de Bulbo Húmedo (TGBH), en donde se obtiene que los trabajadores no se encuentran expuestos a estrés térmico. También se analiza la viabilidad del uso para evaluar este tipo de agente haciendo una crítica a la R.M. 375-2008-TR "Guía Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Ergonómico" que establece al TGBH como única metodología de evaluación.

El segundo método (Confort Térmico de Fanger) busca obtener al Voto Medio Estimado (VME) y el Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPI) a través de la relación existente entre la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa o la presión parcial del vapor de agua. Con esta metodología obtenemos que se cuentan con ambientes entre calurosos y ligeramente calurosos.

El tercer método es el de Índice de Sobrecarga Calórica (ISC), evalúa la evaporación requerida para recuperar el equilibrio térmico y la evaporación máxima posible en las zonas de estudio. Es aceptable para un aislamiento de ropa cercano a 0.6 clo o bien a 0 clo, por lo que se verían afectados los resultados obtenidos dado que el aislamiento es mayor, de acuerdo con los resultados se obtuvo que hay dos ambientes que cuentan con sobrecarga calórica severa.

Finalmente, se realiza un análisis de los resultados observando las mediciones tomadas en distintos periodos aplicando los tres (3) métodos más usados en el campo de la medición de estrés térmico para establecer conclusiones y recomendaciones al comedor de la UNI tomando en cuenta la fisiología y condiciones ambientales descritas en el marco teórico.



## ABSTRACT

Following the procedure of a scientific investigation where a theoretical framework has been established with a toxicological approach, and a national and international legal framework to be able to evaluate the results. The objective of this study is to determine if university's cafeteria workers are exposed to heat stress.

The first method applied is the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), where it's obtained that workers are not exposed to thermal stress. The viability of the use to evaluate this type of agent is also analyzed, making a criticism of the law R.M. 375-2008-TR "Guía Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Ergonómico" that establishes the WBGT as the sole evaluation methodology.

The second method (Fanger Thermal Comfort) seeks to obtain the Predicted Mean Vote (PMV) and the Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) through the relationship between clothing, metabolic rate, air temperature, average radiant temperature, the relative speed of air and relative humidity or the partial pressure of water vapor. With this methodology we obtain that there are environments between hot and slightly hot.

The third method is the Heat Stress Index (ISC in Spanish), which evaluates the evaporation required to recover the thermal equilibrium and the maximum possible evaporation in the study areas. It is acceptable for clothing insulation close to 0.6 clo or 0 clo, which would affect the results obtained since the isolation is greater, according to the results obtained, we have two environments that have severe caloric overload.

Finally, an analysis of the results is performed observing the measurements taken in different periods applying the three (3) most used methods in the field of thermal stress measurement to establish conclusions and recommendations for the university cafeteria, considering the physiology and environmental conditions described in the theoretical framework.

**INDICE**

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
RESUMEN .....	IV
ABSTRACT .....	V
INDICE .....	VI
TABLA DE ANEXOS .....	VIII
TABLA DE FIGURAS .....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN.....	2
1.1. ANTECEDENTES: .....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN: .....	3
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.5. HIPOTESIS.....	6
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	6
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	6
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	7
2.1. CALOR Y FUENTES DE CALOR.....	7
2.2. CALOR DE TRANSMISIÓN .....	7
2.3. TÓXICO O VENENO.....	8
2.3.1. EL CALOR COMO AGENTE TÓXICO.....	9
2.3.2. TOXICOCINÉTICA .....	9
2.3.3. TOXICODINÁMICA.....	16
CAPÍTULO 3. MARCO LEGAL .....	25

## VII

3.1. NORMATIVA NACIONAL.....	25
3.2. NORMATIVA INTERNACIONAL .....	29
CAPÍTULO 4. EVALUACION DEL RIESGO.....	31
4.1. FUENTES DE EXPOSICIÓN.....	31
4.2. MÉTODOS DE ESTUDIO .....	31
4.2.1. CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
4.2.2. RECONOCIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO .....	32
4.2.3. MÉTODO DE LA MEDICIÓN DE TEMPERATURA DE GLOBO Y BULBO HÚMEDO (TGBH) .....	32
4.2.4. MÉTODO DE CONFORT FANGER.....	40
4.2.5. MÉTODO DE ÍNDICE DE SOBRECARGA CALÓRICA (ISC) .....	52
CAPÍTULO 5. RESULTADOS.....	57
5.1. EVALUACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE TGBH .....	57
5.1.1. MEDICIÓN BASE DEL 01-07-2013 .....	57
5.1.2. MEDICIONES DEL 17-06-2016 .....	58
5.1.3. MEDICIONES DEL 21-06-2016 .....	60
5.2. EVALUACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE FANGER.....	62
5.2.1. MEDICIÓN BASE DEL 01-07-2013 .....	62
5.2.2. MEDICIONES DEL 17-06-2016 .....	63
5.2.3. MEDICIONES DEL 21-06-2016 .....	67
5.3. MÉTODO DE ÍNDICE DE SOBRECARGA CALÓRICA (ISC).....	69
5.3.1. MEDICIÓN BASE DEL 01-07-2013 .....	69
5.3.2. MEDICIONES DE JUNIO DEL 17-06-2016.....	71
5.3.3. MEDICIONES DEL 21-06-2016 .....	75
5.4. DESCRIPCIÓN DE LAS EVALUACIONES .....	78
5.5. RESULTADOS.....	79
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82

## VIII

6.1. CONCLUSIONES.....	82
6.2. RECOMENDACIONES .....	87
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	91
ANEXOS .....	97

### TABLA DE ANEXOS

ANEXO N° 1: FIGURAS.....	97
ANEXO N° 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	124
ANEXO N° 3: CUADERNO DE CAMPO .....	141
ANEXO N° 4: REGISTRO DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	148
ANEXO N° 5: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS.....	150
ANEXO N° 6: CÁLCULO DEL ÍNDICE TGBH .....	155
ANEXO N° 7: CÁLCULOS MEDIANTE EL MÉTODO DE FANGER .....	159
ANEXO N° 8: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SOBRECARGA CALÓRICA .....	167
ANEXO N° 9: SOLICITUDES Y PERMISOS .....	175
ANEXO N° 10:ORDENES DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE CAMPANA EXTRACTORA.....	179

### TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Fases de la Acción Tóxica. Adaptado de Córdoba 2006.....	97
Figura 2. Relación entre frecuencia de accidentes y clima ambiental en una acería, según estudio experimental de Belding.....	97
Figura 3. Correlación entre el rendimiento y aumento de temperatura ambiental según Grandjean .....	98

Figura 4. Cálculo de la carga térmica metabólica y consumo metabólico medio de diferentes actividades, según ACGIH. ....	98
Figura 5. Mecanismo del sistema de termorregulación .....	99
Figura 6. Temperatura nuclear y temperatura de la envoltura corporal, según Mezquita (2011).....	99
Figura 7. Curva de reacción del termostato hipotalámico en función de la temperatura programada, según Mezquita (2011) .....	100
Figura 8. Concentraciones de Electrolitos en el Sudor en Personas Entrenadas Y No Entrenadas, según Wilmore (2004). ....	100
Figura 9. Límites de exposición horaria para trabajadores aclimatados, con regímenes de trabajo y descanso, según ISO 7243.....	101
Figura 10. Factores de corrección para vestimentas de trabajo, según la AIHA; disminuir el valor límite en la cantidad indicada en la tabla .....	101
Figura 11. Estimación del Consumo Metabólico (M), según ACGIH. ....	102
Figura 12. Valores límite de referencia para el índice TGBH, según ISO 7243. ....	102
Figura 13. Valores de aislamiento de ropa de trabajo, en clo.....	103
Figura 14. Relación entre la tasa metabólica y la carga física de la tarea según INSHT-NTP177 .....	104
Figura 15. Valores medios de las tasas metabólicas en función de la actividad desarrollada, según ISO 8996. ....	104
Figura 16. Métodos principales de estimación del metabolismo.....	105
Figura 17. Tabla de equivalencia de unidades de medida (UM) de la tasa metabólica .....	105
Figura 18. Resumen del reglamento sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo .....	106
Figura 19. Escala de sensación térmica en función del valor del Voto medio estimado	106
Figura 20. Curvas de confort, según P.O. Fanger (1973).....	107
Figura 21. Valores de K1, K2 y K3 para un vestido de 0.6 clo, según el ISC ....	108

Figura 22.Escala de valoración del Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) .....	108
Figura 23.Gráfico psicrométrico para determinar la presión de vapor de agua en milímetros de mercurio .....	109
Figura 24.Interpretación del ISC según sus valores.....	110
Figura 25.PMV para un nivel de actividad de 90Kcal/h .....	111
Figura 26.PMV para un nivel de actividad de 110Kcal/h .....	112
Figura 27.PMV para un nivel de actividad de 125Kcal/h .....	113
Figura 28.PMV para un nivel de actividad de 145Kcal/h .....	114
Figura 29.PMV para un nivel de actividad de 160Kcal/h .....	115
Figura 30.PMV para un nivel de actividad de 180Kcal/h .....	116
Figura 31.PMV para un nivel de actividad de 215Kcal/h .....	117
Figura 32.PMV para un nivel de actividad de 270Kcal/h .....	118
Figura 33.Factor de corrección (f) en función de la TRM. ....	119
Figura 34.Factor de corrección (fh) en función de la humedad .....	119
Figura 35.Factor de corrección (fh) del índice de valoración medio, en función de la humedad, para actividades sedentarias, según P.O. Fanger. ....	120
Figura 36.Factor de corrección (fh) del índice de valoración medio, en función de la humedad, para actividades medias, según P.O. Fanger. ....	120
Figura 37.Factor de corrección (fh) del índice de valoración medio, en función de la humedad, para actividades altas, según P.O. Fanger.....	121
Figura 38.Factor de corrección (fr) del índice de valoración medio, en función de la TRM, para actividades sedentarias, según P.O. Fanger. ....	121
Figura 39.Factor de corrección (fr) del índice de valoración medio, en función de la TRM, para actividades medias, según P.O. Fanger. ....	122
Figura 40.Factor de corrección (fr) del índice de valoración medio, en función de la TRM, para actividades altas, según P.O. Fanger.....	122
Figura 41.Gráfico para el cálculo del PPD en función al Voto Medio Estimado (PMV).....	123

## INTRODUCCIÓN

Un ambiente bajo estrés térmico en los puestos de trabajo del área de cocina puede originar diversos problemas en las personas que los ocupan, desde incomodidades como la transpiración (a raíz de temperaturas altas), o contracciones musculares en el caso de temperaturas bajas, hasta alteraciones de la salud en el caso de contar con un exceso del agente. Sin embargo, para el desarrollo de la presente tesis se analizará el nivel del riesgo por calor al que están expuestos los trabajadores producto del calor metabólico y las condiciones ambientales generadas.

La aplicación científica de los conocimientos que aporta las ciencias como la Fisiología, Ergonomía, Higiene Industrial, Medicina Legal y Forense, Toxicología y Psicología, han revelado como un elemento importante para la adecuación de las condiciones térmicas en los puestos de trabajo, puede ayudar a reducir la posibilidad de accidentes y enfermedades profesionales mediante la mejora sistemática de las condiciones de trabajo, por ende, he ahí la importancia de este trabajo.

El método propuesto por P.O. Fanger, en la publicación "Thermal Comfort", en la actualidad, es uno de los más extendidos para la estimación del confort térmico debido a que es muy completo y práctico por lo que le daremos mayor énfasis en su resultado. Asimismo, se utilizará los métodos de TGBH e ISC para comparar los resultados obtenidos en una medición pasada con equipos del Laboratorio de Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial (LABIHSI) y los equipos calibrados con mejores especificaciones técnicas para la medición de estrés térmico con un margen de error menor. Posterior a ello, compararemos los métodos utilizados en la primera TGBH, Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) y método de Fanger indicando sus respectivas restricciones de uso.

Finalmente, se propone controles administrativos y de ingeniería prácticos que buscan mejorar las condiciones en los tiempos de exposición a los trabajadores, mejora en las condiciones y procedimientos de trabajo.

## **CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN**

### **1.1. ANTECEDENTES:**

Si bien no se encontraron antecedentes de estudios o evaluaciones de trabajadores de cocina en comedores universitarios, se encontraron múltiples tesis e informes referidas al análisis de estrés térmico por calor en los puestos de trabajo de industrias; tesis de los comparativos en las metodologías utilizadas para la evaluación de estrés y confort térmico en lugares de trabajo; tesis de investigación de fuentes que evaluaron el impacto del calor en la alteración fisiológica e inclusive la genética del organismo en los seres vivos.

La Universidad Nacional de Ingeniería no presenta análisis ni estudios de agentes físicos causantes de accidentes y/o enfermedades ocupacionales en los trabajadores del Comedor Universitario por lo que se considera a la presente tesis como un hito en la investigación de medidas de seguridad y salud en el trabajo en dicha casa de estudio. A continuación, mencionaremos las tesis encontradas que respaldan la elaboración del presente trabajo:

En la Tesis de «Investigación y Evaluación del Riesgo Térmico; al que se encuentran expuestos los trabajadores del centro de operación, control y comunicaciones en el aeropuerto internacional Mariscal Sucre de Quito», para optar el grado Magíster en Seguridad y Salud Ocupacional, el Sr. Carlos Vasco mide y evalúa las condiciones de trabajo en ambientes externos de trabajo donde hay presencia de sol. Una vez obtenidos y evaluados los valores se determinan niveles máximos de exposición de los trabajadores, donde se establece riesgo higiénico por estrés térmico y se determina las recomendaciones de mejora en las condiciones y situaciones para el correcto desarrollo del trabajo.

Un trabajo que da soporte a la idea planteada anteriormente es la tesis «Estudio de estrés térmico en los ambientes laborales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador» presentado por Francisco Armando, Salvador Castañeda y David Martínez para optar el título de ingeniero



electricista. Se muestra una medición y evaluación del riesgo de estrés térmico al que están expuestos los trabajadores proponiendo medidas preventivas que mejoren las condiciones de salud y seguridad en los puestos de trabajo apoyados en el reglamento general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo de El Salvador.

Por otro lado, referente a lo que son los posibles daños que puede causar el estrés térmico a nivel celular, en la tesis «Impacto del estrés térmico y del daño nuclear espermático en la viabilidad embrionaria y en la proporción de sexo en el ratón», memoria para optar el título de doctor presentado por Miriam Pérez, se observó que la mayor supervivencia de embriones de sexo femenino en situaciones de estrés térmico, produce una distorsión de la proporción de sexos a favor de las hembras y se relaciona con la expresión diferencial de un gen ligado al cromosoma X, G6pdx, en el estadio del blastocisto.

Finalmente, un trabajo que sustenta la variabilidad de la fisiología de los seres vivos al estar sometidos a estrés térmico por calor es la tesis «Estrés por calor y agentes antioxidantes: efecto sobre el desarrollo de los gametos» presentado por María José Maya donde se estudia los efectos de las altas temperaturas en el desarrollo gamético y como el uso de agentes antioxidantes suplementados a los medios de maduración o mantenimiento/ congelación de espermatozoides podría contrarrestar los efectos negativos del estrés térmico y/o de la excesiva producción de radicales libres de oxígeno, con la finalidad de encontrar métodos adicionales que mejoren la fertilidad durante la época cálida del año.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN:**

Viendo la necesidad de contar con ambientes saludables para el desarrollo de trabajo. Nace la idea de aportar con un estudio de las condiciones en las que se desempeñan nuestros trabajadores del comedor universitario de la Universidad Nacional de Ingeniería.

La cocina del comedor universitario es un lugar donde podemos encontrar fuentes de exposición del calor, además de las condiciones generales por la actividad diaria del personal, por ende, se presenta un marco general para plantear un análisis sobre las condiciones de trabajo, considerando como factores a las variables operacionales indicadas por cada método a utilizar. Las condiciones presentadas en la zona de cocina podrían estar alterando el óptimo desempeño de los trabajadores debido al estrés térmico, causando: somnolencia, asfixia, hipertermia, entre otros.

Asimismo, para poder explicar mejor el mecanismo de acción del calor y la respuesta del organismo hacia el agente físico en estudio utilizaremos los conceptos de la toxicología, sin embargo, las múltiples bibliografías estudiadas relacionan directamente a la toxicología con los agentes químicos y no a los agentes físicos, por lo que se requiere establecer un marco teórico de las condiciones del calor como agente tóxico evaluando su toxicocinética y toxicodinámica.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

En la zona de cocina del comedor universitario de la UNI nos encontramos expuestos a múltiples equipos que emiten calor por convección, conducción y radiación, provenientes de las sartenes volcables, marmitas, hornos y actividades de trabajo. De acuerdo con las observaciones aleatorias de los estudiantes durante su estancia en el comedor, se manifestó que en múltiples ocasiones se vio a los trabajadores sudando, infiriendo que hay una exposición al calor en su ambiente de trabajo. Teniendo en cuenta que «un aumento de temperatura interna de solo 1°C puede producir daños para la salud»<sup>1</sup>, es que se plantea la siguiente pregunta: ¿Se encontrarán los trabajadores del comedor de la Universidad Nacional de Ingeniería en estrés térmico por calor en la zona de cocina?

---

<sup>1</sup> ISTAS 2018

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar si los trabajadores del comedor universitario de la UNI están expuestos a estrés térmico por calor en la zona de la cocina.

### 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer y evaluar el área de cocina del comedor universitario de la UNI.
- Evaluar, comparar y plantear alternativas de regulación de la normativa peruana e internacional en materia de estrés térmico por calor. Además de evaluar las dosis determinadas en relación con su cumplimiento con la normativa vigente.
- Aplicar y comparar los métodos de TGBH, Fanger e ISC en la evaluación de estrés térmico por calor, alternando y analizando si los resultados obtenidos tienen diferencia significativa si son medidos con equipos de mayor sensibilidad y en periodos distintos.
- Determinar, evaluar y brindar medidas de control en función a los resultados obtenidos, de forma que, sean aplicables y factibles a la realidad del Comedor Universitario y la OCBU<sup>2</sup>.
- Brindar un marco teórico del agente físico "calor" a través de un análisis, conceptuando la toxicocinética y la toxicodinámica del agente físico en función a las definiciones de la toxicología como ciencia.

---

<sup>2</sup> Oficina Central de Bienestar Universitario

## **1.5. HIPOTESIS**

### **1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

- Los trabajadores del comedor universitario de la Universidad Nacional de Ingeniería se encuentran expuestos a estrés térmico por calor en el área de cocina.

### **1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- En el área de cocina los lugares con mayor exposición al calor se encuentran en el preparado de sopas y el horno.
- Las dosis obtenidas cumplen con los parámetros exigidos por la normativa nacional, sin embargo, no cumplen con estándares de confort térmico especificadas en normativas internacionales.
- Los métodos de ISC, TGBH y Fanger tienen diferencias en los resultados siendo el método de Fanger el adecuado para la evaluación. Asimismo, los equipos de mayor sensibilidad afectan los resultados obtenidos de manera significativa.
- Las medidas de control planteadas pueden ser ejecutadas en periodos de corto plazo debido a que dependerán de la gestión administrativa de la OCBU y la administración del Comedor Universitario.
- Luego del desarrollo de los conceptos de la toxicocinética y toxicodinámica del calor como tóxico tendremos un marco teórico de la toxicología del agente físico "calor"

## **CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **2.1. CALOR Y FUENTES DE CALOR**

El calor es la energía térmica que influye de un cuerpo a otro cuando entre estos hay una diferencia de temperatura. (Vásquez, 1996, p.494)

Las fuentes de calor pueden clasificarse por su origen como:

- **Mecánico.** -Lo observamos generalmente en la fricción de cuerpos, tales como el calor generado por una banda de transmisión que se desliza sobre una polea, o las chispas que se producen por el choque de dos o más cuerpos.
- **Eléctrico.** -La energía eléctrica, produce calor cuando fluye por un conducto o salta una chispa debido a la discontinuidad de la conducción.
- **Químico.** -Se origina el calor debido a reacciones que surgen al unirse o entrar en contacto dos sustancias químicas no compatibles.

### **2.2. CALOR DE TRANSMISIÓN**

Es la energía transferida o propagada entre los cuerpos debido a la diferencia de temperaturas y a otros factores físicos. Existen por lo menos tres formas de transmisión del calor como son la conducción, convección y radiación. (Vásquez, 1996, p. 505)

### **2.2.1. CONDUCCIÓN**

El fenómeno de la conducción tiene lugar cuando dos sustancias están en contacto directo. Microscópicamente, la conducción es el resultado de colisiones que transfieren energía de las partículas que se mueven más rápido en la sustancia más caliente a las partículas más lentas de la sustancia más fría. (Wolfson, 2011, p. 323)

### **2.2.2. CONVECCIÓN**

Es la propagación de calor que ocurre cuando las diferencias de temperatura dan lugar a movimientos de masa material del fluido (debido a fuerzas de empuje que varían dentro del fluido causa de diferencias en densidad) que transporta fluido a altas temperaturas de un cuerpo caliente a otro frío y fluido a baja temperatura de un cuerpo frío a otro más caliente. (Vásquez 1996:505)

### **2.2.3. RADIACIÓN**

La transmisión del calor por radiación se refiere a la energía electromagnética emitido por todo el cuerpo, cantidad de energía de que se incrementa al aumentar la temperatura (Vásquez, 1996, p.505).

## **2.3. TÓXICO O VENENO**

Cualquier agente químico o físico capaz de producir un efecto adverso para la salud. Todos los agentes físicos y químicos son tóxicos potenciales, ya que su acción depende de la dosis y de las circunstancias individuales y ambientales. (Repetto,1988)

Es cualquier elemento que ingerido, inhalado, aplicado, inyectado o absorbido es capaz por sus propiedades físicas o químicas, puede provocar alteraciones orgánicas o funcionales y aún la muerte. (Córdoba, 2006, p. 19)

### **2.3.1. EL CALOR COMO AGENTE TÓXICO**

El ser humano dispone de distintos mecanismos para regular la temperatura corporal (termorregulación). Cuando el clima alcanza temperaturas muy extremas (tanto por frío como por calor), el mecanismo termorregulador se ve superado y aparecen una serie de signos y síntomas característicos siendo esta una respuesta clara del organismo frente a un agente tóxico, causante de algún daño en él. Los trastornos producidos por calor son el resultado del fracaso de los mecanismos fisiológicos que mantienen la temperatura corporal ante una sobrecarga de calor interna o ambiental. *Ver figura 1*

Según como indica Córdoba (2006) la gravedad de estos trastornos va desde los leves como los calambres, el agotamiento y el síncope, hasta la forma más grave, que es el golpe de calor. A continuación, analizaremos al calor como tóxico:

### **2.3.2. TOXICOCINÉTICA**

Es la ciencia que estudia los cambios que ocurren a través del tiempo en la absorción, distribución, metabolismo, y excreción de un tóxico cuando ingresa a un organismo (Córdoba, 2006, p. 48).

Los ambientes térmicos requieren un estudio, conocimiento y adecuado tratamiento desde la perspectiva en el campo de la Seguridad Industrial y la Medicina Forense, debido a los efectos que las altas temperaturas aportan incontroladamente pudiendo provocar en el individuo y en su actividad laboral, dando lugar a riesgos profesionales.

La influencia de ambientes con temperaturas alejadas de las habituales en los locales de trabajo se aprecia en los índices de productividad, y en la tasa de siniestros y, especialmente, en las consecuencias sobre la salud de las personas. Su cuantificación en general y en especial para una actividad concreta es difícil de definir y se basan generalmente en evaluaciones teóricas o de laboratorio, además de estadísticas y datos experimentales, deduciéndose una relación directa o causal entre la temperatura y los efectos producidos.

Está demostrado que a temperaturas elevadas hay una disminución de la atención y del estado de conciencia y, como consecuencia, una alteración en la efectividad y en la seguridad de la operación. Como ejemplo experimental; un estudio realizado anteriormente por Belding relativos a la influencia de la temperatura en la siniestralidad en una acería, muestra la curva inferior que se refiere a temperaturas en °C y la superior a los accidentes por millón de horas hombre trabajadas desde el año 1946 hasta el año 1949. *Ver Figura 2.*

### **2.3.2.1. Absorción, Distribución o Fijación, Biotransformación o Metabolismo y Eliminación**

#### **a) Absorción (Mediante Receptores de Temperatura)**

Existen por lo menos tres tipos distintos de estructuras capaces de detectar cambios de temperatura en el organismo:

*Receptores cutáneos de temperatura.* - En la piel existe una amplia cantidad de receptores que detectan la temperatura, clasificándose en receptores al calor y al frío, siendo posible distinguir un tercer tipo de receptor que si es estimulado térmicamente produce una sensación de dolor. Todos los tipos anteriores de receptores pertenecen a la clase de terminaciones nerviosas desnudas, no habiéndose podido correlacionar la estimulación térmica con ninguno de los receptores que presentan aparatos más o menos especializados. En realidad, la división en tipos distintos de receptores al calor, al frío, al dolor por estimulación térmica, es



un tanto artificiosa, puesto que desde el punto de vista estricto del receptor el comportamiento es semejante en todos ellos, variando únicamente la temperatura la que se estimulan. Lo que ha originado tal clasificación es el tipo de sensación evocada que producen, que es totalmente distinto. (Thews & Mutschler, 1983, p. 580)

*Receptores internos de temperatura.* - Existen evidencia de que además de los receptores cutáneos, existen receptores térmicos situados en diversas viseras, así la existencia de termo receptores situados en la pre del estómago e intestino y posiblemente en las venas mesentéricas, que utiliza como referente los nervios aspláncnicos supondría una buena base para la explicación de un número importante de observaciones experimentales previas, tales como la respuesta a la ingesta de agua caliente o fría. (Rawson & Haselkorn, 1972, p. 422)

*Neuronas sensibles al calor.* - Parece que los receptores más sensibles al calor son las propias células situadas en la región preópticas del hipotálamo anterior. Además de estas, existirían los receptores al frío en áreas hipotalámicas, así como el septum y sustancia reticular del mesencéfalo.

#### **b) Distribución o Fijación (Mediante “Almacenamiento del Calor<sup>3</sup>”)**

El calor es una forma de transmisión de energía, no una energía propiamente dicha, por lo tanto. Los cuerpos no pueden acumular energía; por lo general, el calor absorbido se vuelve energía cinética cuando no hay reacciones químicas ni nada similar. Por lo tanto, utilizaremos como término al almacenamiento de calor al efecto de que un cuerpo tenga más energía que otro a través de la transferencia de calor. Si se refiere a la capacidad calorífica, esto tiene que ver entre otras cosas con la masa de las partículas y las características del momento lineal en un choque

---

<sup>3</sup> Concepto metafórico para explicar la variación de energía que se distribuye.

elástico; por ser éstas partículas elementales, se las considera elásticas, dado que no es normal que se deformen, y por lo tanto, se considera que el momento transferido entre una molécula de masa menor a una partícula de masa mayor es la misma, y por lo tanto, la velocidad que pierde la de menor masa debe ser mayor que la ganada por la de mayor masa, dado que el momento ( $m \cdot v$ ) se conserva.

**c) Biotransformación o Metabolismo (Comportamiento del organismo desde un punto de vista térmico)**

El ser humano mantiene un equilibrio térmico a través de mecanismos reguladores internos que permiten conservar su temperatura basal en 37°C con pequeñas variaciones, de 0,5°C alrededor de este valor, según los individuos. Las alteraciones a esta temperatura provocan trastornos de tipo fisiológico que, mientras no alcance límites superiores a 39°C o inferiores a 34°C, no implican trastornos graves a la salud de la persona. La temperatura media de la superficie del cuerpo humano se determina aproximadamente de la siguiente forma:  $t = 37,5 - 0,032 Q/S$ .

Siendo Q la producción interna de calor y S la superficie en metros cuadrados de la persona. *La figura 3* indica las condiciones de confortabilidad y los trastornos producidos según la temperatura.

El mecanismo de termorregulación del organismo tiene como finalidad esencial el mantenimiento de la temperatura interna constante. En consecuencia, en un balance térmico los calores generados internamente deben equilibrarse con el calor transmitido al exterior según la ecuación:

- $M - E_d - E_s - E_v - L = R + C = K$ , que se puede simplificar en:

$$M - E - L = R + C = K$$

Dónde:

M: es la producción metabólica de calor o generación interna de calor.

E: es la pérdida de vapor de agua a través de la superficie de la piel por evaporación o difusión.

R: es el calor eliminado por radiación, que será función de la temperatura de la superficie del cuerpo humano y de las temperaturas de las diversas superficies del entorno que le rodea y se determina en función de las leyes de la radiación (Constante de Stefan Boltzmann).

C: es el calor eliminado por convección en la superficie exterior, más el que pueda producirse por conducción, y L la pérdida de calor sensible en la respiración.

La cantidad de calor eliminado por evaporación, cuyo valor máximo puede estimarse en un litro por hora, con un límite a lo largo de la jornada laboral de unos cuatro litros se puede conocer por la siguiente ecuación:  $E = k_2 \times V_m (P_p - p_a) W$

Dónde:

E: es el calor eliminado por unidad de tiempo

$k_2$ : es un coeficiente por ajustar experimentalmente V: es la velocidad del aire del entorno

W es la superficie de piel humedecida

$P_a$  y  $P_p$ : son las presiones de vapor de agua a temperatura del aire y de la piel.

m: coeficiente cuyo valor varía entre 0,37 y 0,63 según autores.

El calor del metabolismo engloba los efectos producidos internamente en el cuerpo humano como consecuencia de reacciones químicas como la digestión, y trabajos mecánicos, respiración, circulación de la sangre, movimientos, esfuerzos y demás actividades, en función del tipo de trabajo. Y su valor en reposo resulta aproximadamente 75 kcal/hora.

En la *figura 4* se dan los cálculos de la carga térmica metabólica en diferentes actividades y los valores permisibles de exposición al calor. Los factores del balance térmico anterior son función de una serie de parámetros como se expresa en la tabla indicada.

Según las condiciones ambientales y corporales el valor de los factores será distinto. El metabolismo será siempre positivo, en tanto que es una producción interna de calor. La evaporación representará siempre un factor negativo, en tanto que significa una pérdida de calor desde el cuerpo. La convección será positiva o negativa según las condiciones ambientales del aire. Así mismo, la radiación tendrá un efecto positivo o negativo según las temperaturas de las superficies del entorno.

La fatiga se da cuando el ejercicio severo provoca un déficit de oxígeno en continuo crecimiento y un aumento en el contenido de lactato en la sangre debido a procesos metabólicos anaeróbicos, no se puede lograr un equilibrio entre la demanda y la oferta; no existe un estado estable, y los requisitos de trabajo exceden los niveles de capacidad. La fatiga resultante puede contrarrestarse mediante la inserción de períodos de descanso. Dada la misma relación entre "tiempo de descanso total" y "tiempo total de trabajo", muchos períodos cortos de descanso tienen más "valor de recuperación" que unos largos períodos de descanso. (Kroemer, 2003, p.114)

Las variaciones de los parámetros modifican el balance térmico y la temperatura interna del cuerpo humano. La regulación de esta temperatura mediante mecanismos de retroalimentación nerviosa es función del hipotálamo, determinando la identificación de la temperatura y modificando

la producción o las pérdidas de calor cuyos efectos de respuesta, sudoración, flujo sanguíneo periférico, etc. ajustan las condiciones de la piel (y sus poros) para aumentar o disminuir la superficie de transmisión y la sudoración. Ver *figura 5*

La termorregulación se ve abolida después de la destrucción del sistema nervioso central a nivel más bajo que el hipotálamo. Por otra parte, la acumulación de una evidencia experimental masiva ha permitido deducir que el hipotálamo juega un papel de primera magnitud en la termorregulación de la temperatura, efectuando tal regulación de forma que el hipotálamo anterior controla los mecanismos disipadores y el hipotálamo posterior los de conservación de calor.

Por lo que la termorregulación durante la exposición al calor, la intervención del hipotálamo está centrada en dos aspectos fundamentales: por una parte, la estimulación de la sudoración, que en estas condiciones es el mecanismo más efectivo de disipación de calor, y por otra parte la vasodilatación cutánea, que permite incrementar el rendimiento de los intercambios térmicos con el medio.

**d) Eliminación (Puede ser por Conducción, Convección, Radiación y/o Evaporación de agua)**

La barrera epitelial que separa el medio interno del medio ambiente está especializada en funciones de intercambio (Funciones de los epitelios respiratorio, renal, digestivo y cutáneo).

El sistema respiratorio intercambia oxígeno ( $O_2$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ) con el medio ambiente. A través del sistema digestivo, entran en el medio interno agua, electrolitos y nutrientes y se eliminan algunos productos catabólicos.

El sistema renal intercambia agua, electrolitos y productos catabólicos. La piel, como el resto de la barrera epitelial, constituye un elemento defensivo esencial del medio interno que impide la penetración en el organismo de los agentes físicos, químicos y biológicos del medioambiente y evita la pérdida de agua por evaporación. La piel facilita, además, la disipación del calor generado en las reacciones metabólicas de los tejidos. La comunicación entre los diferentes sistemas está garantizada por la función de transporte de la sangre y el sistema circulatorio. El medio interno se encuentra en continuo movimiento gracias al sistema circulatorio, lo que permite una comunicación rápida entre los diferentes sistemas de intercambio. (Mezquita, 2011, p. 3)

Es evidente que el factor fundamental en la eliminación de calor es la temperatura de la piel o si hemos de ser más precisos el gradiente térmico entre la piel o si de ser más precisos el gradiente térmico entre la piel y el medio ambiente (aire, suelo, objetos, etc.). A su vez la temperatura cutánea depende (supuesto a un ambiente a temperatura constante) casi enteramente de la circulación sanguínea. Solo para el mecanismo de disipación por evaporación depende además de otros factores como la pérdida de calor por evaporación de agua, respiración insensible, sudación por calor, sudoración palmo-plantar no termo dependiente.

El primer mecanismo de eliminación de agua y calor ocurre continuamente a menos que la humedad relativa ambiental alcance al 100 por 100. Este fenómeno fue descrito por Sanctorius (1561-1636), profesor de medicina de Padua.

### **2.3.3. TOXICODINÁMICA**

Es la interacción de un tóxico con el organismo y esta comienza con la fase de exposición. Decimos que el individuo está expuesto cuando el tóxico se encuentra en la vecindad inmediata de las vías de ingreso al medio interno del organismo. Estas vías son las respiratorias (inhalación), la tegumentaria (piel y mucosas) y la

vía gastrointestinal; pero solamente habrá un efecto biológico y tóxico cuando haya absorción de la sustancia, exceptuando el caso de exposición a sustancias radioactivas (Córdoba, 2006, p. 48).

### **2.3.3.1. Termorregulación**

#### **a) Fenómenos Directamente Relacionados con la Termorregulación**

Como se ha analizado en el correspondiente apartado la termorregulación en condiciones de exposición al calor fundamentalmente se traduce por una producción más o menos copiosa de sudor en una vasodilatación que facilita la disipación por: conducción, convección y radiación. Estos son, pues, fenómenos directamente relacionados con la necesidad del organismo de impedir que la temperatura corporal aumente.

#### **b) Fenómenos No Directamente Relacionados Con la Termorregulación**

Sin embargo, en condiciones en las que la termorregulación es insuficiente para impedir que la temperatura corporal se incremente más o menos pronunciadamente, o cuando además se está realizando un esfuerzo, situación en la que sistemáticamente hay un incremento de la temperatura corporal, se producen cambios en otros parámetros fisiológicos que pueden ser de gran importancia. Entre los más significativos se encuentran:

Las modificaciones de la función circulatoria, de forma que además de la vasodilatación cutánea, antes mencionada, se puedan producir incrementos marcados de la frecuencia cardiaca, del gasto cardiaco, acompañados o no, de modificaciones de la presión arterial, estando estos cambios relacionados, por una parte, con la necesidad de llevar más sangre a los territorios cutáneos para el intercambio de calor, y por otra

parte atender al incremento del consumo metabólico de los tejidos inducidos por el efecto del aumento de la temperatura.

La ventilación también tiende a modificarse, aun cuando el hombre, a diferencia de lo que ocurre con los animales que utilizan el jadeo como mecanismo termorregulador, los incrementos de ventilación no son demasiados marcados, así en el estrés térmico severo (incremento de hasta 3°C de la temperatura rectal) o en estados patológicos (fiebre), la ventilación se incrementa únicamente en un 30%.

Puesto que existe un efecto directo del incremento de la temperatura sobre el metabolismo celular, el consumo de oxígeno se incrementa; así mismo, se incrementa por causa del aumento de ventilación (mayor consumo por la musculatura respiratoria).

### **2.3.3.2. Hipoglucemia**

El cuerpo necesita glucosa para tener suficiente energía. Después de comer, la sangre absorbe la glucosa obtenida a través de los alimentos. Cuando el azúcar en la sangre comienza a bajar, sea por un desgaste de energía o alguna patología, el glucagón le indica al hígado que libere glucosa.

Al comienzo de la exposición al calor existe hipoglucemia. Se produce un incremento del consumo de alimento (Siempre que las características de la exposición permitan que estas se prolonguen el tiempo suficiente). Se puede producir deshidratación en diversos grados a causa de que el mecanismo en la sed puede no ser suficiente para reponer el agua corporal y las sales minerales.

Esto se hace más aparente si el ajuste de agua es insuficiente. Es interesante reseñar que la fase de inducción se produce no en función de la cantidad de agua no disponible, sino de las necesidades termorreguladoras, de forma que, al menos hasta cierto punto, la termorregulación, tiene prioridad sobre el balance hídrico.



### **2.3.3.3. Hipertermia**

La hipertermia es un aumento de la temperatura por encima del valor hipotalámico normal por fallo de los sistemas de evacuación de calor, esto es, una situación en la que la persona experimenta un aumento de la temperatura por encima de los límites normales, es decir, por encima de los 37.5 grados. Un caso de hipertermia es el golpe de calor. Es distinta de la fiebre, que es una reacción del organismo en la que éste eleva temporalmente la temperatura homeostática a un nivel más alto como respuesta inmunitaria a algún agente externo.

#### **Consecuencias de la Hipertermia:**

##### **a) Trastornos psicológicos.**

Las enfermedades producidas por el calor de forma aguda son frecuentes, aunque generalmente de escasa gravedad en nuestro medio. Los síntomas más comunes son la debilidad, el dolor de cabeza, sensación de mareo, náuseas y vómitos llevando al cambio de ánimo y su atención en el trabajo de las personas expuestas aumentando así el riesgo de sufrir un accidente.

##### **b) Deshidratación y desalinización.**

La alteración de agua y sales minerales en el plasma de un cuerpo. Puede producirse por estar en una situación de mucho calor (sobre todo si hay mucha humedad), ejercicio intenso, falta de bebida o una combinación de estos factores. También ocurre en aquellas enfermedades donde está alterado el balance hidroelectrolítico. Básicamente, esto se da por falta de ingestión o por exceso de eliminación. Para evitarla se debe beber agua o bebidas isotónicas como la limonada. No es muy recomendable beber bebidas muy azucaradas, como las de cola, o por lo menos es aconsejable alternarlas con agua. Se ha de beber siempre que se tenga sed, no es

aconsejable tal y como se suele decir beber 2 litros de agua al día o beber sin que el cuerpo lo pida, puesto que podríamos provocar un envenenamiento por agua, fenómeno que se conoce como hiperhidratación. Esta deshidratación más leve se produce incluso aunque se tenga toda el agua que se quiera. Se denomina deshidratación voluntaria. La deshidratación voluntaria se reduce o incluso se elimina por completo con las bebidas isotónicas. Aunque se pensaba que era mejor beber traguitos cortos, ahora se recomienda beber tragos grandes, porque se absorbe más rápido. La causa es que un volumen grande en el estómago acelera el vaciado gástrico. De todos modos, el agua en el estómago no debe molestar durante el ejercicio.

Los síntomas de la deshidratación, aparte de la sequedad de las mucosas que provoca la sed, pueden ser: náuseas, falta de fuerza o disminución del rendimiento, fatiga mental y física, y el hecho de que, al pellizcar la piel sin clavar la uña, se queda la marca.

Para disminuir la cantidad de agua eliminada, los riñones concentran más la orina, e incluso la que se encuentra en la vejiga se puede reconcentrar aún más. La orina se puede concentrar hasta producir solo 500 ml al día, pero su producción no decrece; la sudoración puede suponer una mayor pérdida de agua que la orina.

La deshidratación desaparece rápidamente, gran parte de sus síntomas desaparecen en media o una hora después de beber agua sin ninguna limitación, incluso con deshidrataciones de hasta el 10 por ciento del peso corporal.

### **c) Fiebre e Hiperpirexia**

A diferencia de otros tipos de hipertermia, la fiebre es una elevación de la temperatura nuclear del organismo regulada por el hipotálamo. Aunque la fiebre puede producir efectos adversos, al igual que otros tipos de

hipertermia, se ha considerado que representa un mecanismo adaptativo, presente en muchas especies animales, que aumentaría la supervivencia frente a las infecciones. Uno de los efectos beneficiosos puede ser el aumento del efecto proliferativo de las citocinas sobre los linfocitos T a la temperatura de 39°C en relación con la que se observa a 37°C.

La fiebre está causada por citocinas, pequeños péptidos producidos por las células del sistema inmunitario en respuesta a una infección. El termostato hipotalámico, que normalmente está programado a la temperatura de 37°C, por la acción de las citocinas se reprograma a una temperatura superior (Ver figura 6). Para ajustarse a la nueva programación del termostato hipotalámico, el organismo produce más calor o pierde menos calor, aumentando, en consecuencia, la temperatura corporal. Ésta se mantiene elevada hasta que desaparecen del plasma las citocinas causantes de la fiebre. (Ver figura 7)

La temperatura corporal normal es aproximadamente de 37°C en el ser humano adulto, cambiando a través del transcurso del día y elevándose levemente a medida que se acerca la noche. Cuando la temperatura asciende a más de 38° hablamos de fiebre y cuando supera los 40°C hablamos de hiperpirexia.

La hiperpirexia es una clara señal de la lucha del organismo por combatir cualquier tipo de infección, por lo que es importante la consulta con un profesional médico.

#### **2.3.3.4. Vasodilatación**

Es la capacidad de los vasos sanguíneos (arterias y venas) de dilatarse frente a estímulos químicos secretados por células inflamatorias, el endotelio (óxido nítrico), aferencias nerviosas o fármacos. Esto genera una disminución de la presión arterial cuando ocurre en el territorio arterial. Se utiliza también para la termorregulación al vaso dilatarse la circulación periférica.

### **2.3.3.5. Activación de las Glándulas Sudoríparas**

La glándula sudorípara es una glándula tubular enrollada que está situada en la dermis y consta de largos y delgados tubos, cerrados por el extremo inferior, donde se apilotonan, formando un ovillo. Por los poros que se abren al exterior segregan el sudor, grasa sobrante líquida, con sabor salado, y una textura parecida a la orina.

Las glándulas sudoríparas forman junto con las glándulas sebáceas, los folículos pilosos y las uñas, las fanegas o anexos cutáneos.

Las glándulas sudoríparas se dividen en:

#### **a) Glándulas sudoríparas ecrinas:**

Están formadas por un glomérulo secretor y un conducto excretor que desembocan directamente a la superficie de la piel. Existen unas 600 glándulas por centímetro cuadrado de piel, con mayor concentración en palmas de las manos, plantas de los pies y región frontal de la cara. Segregan 1 litro al día en condiciones basales y pueden perder hasta 10 L en condiciones extremas. Las glándulas sudoríparas desempeñan funciones importantes en el metabolismo hidroclorado, en la termorregulación por la evaporación del sudor y humedad de la superficie cutánea que también está relacionada con la presión de los objetos con las manos.

El control de la producción del sudor por las glándulas sudoríparas ecrinas lo realiza el sistema nervioso vegetativo simpático; al aumentar la actividad del sistema simpático, aumenta la cantidad de secreción de sudor.

**b) Glándulas sudoríparas apocrinas:**

Estas glándulas apocrinas están en involución o poco importantes en el ser humano, son poco numerosas y se localizan en axila, periné, pubis y conducto auditivo externo. Estas glándulas son las encargadas de la secreción de las feromonas. La glándula mamaria es una glándula sudorípara apocrinas modificada. Las glándulas sudoríparas apocrinas producen sustancias muy olorosas que son las responsables del olor característico de zonas como las axilas y los órganos sexuales.

**2.3.3.6. Aumento de la Circulación Periférica**

La circulación periférica consiste en la irrigación de la sangre a los arcos torácico y pélvico, es decir a los brazos y piernas.

Esta circulación se deriva de la sistémica que está dada por el corazón a través de la arteria aorta, llevando sangre oxigenada al cuerpo y regresa al mismo a través de las venas cavas con sangre no oxigenada para su intercambio en la circulación pulmonar (se da en los pulmones y sirve para intercambiar sangre no oxigenada por oxigenada).

Cuando no existe una buena circulación periférica, que se da por una serie de factores de riesgo (la edad, el sexo, la alimentación, el sedentarismo, etc.) se pueden desarrollar una serie de alteraciones en donde se va a ver afectado principalmente el retorno venoso y las venas.

La principal afección se conoce como insuficiencia vascular periférica (varices) en donde las venas no pueden retornar de forma adecuada la sangre al corazón, ocasionando que trabajen demás y se esfuerzen (por ello se ven "saltadas") cuando el problema no es corregido se pueden desarrollar trombos (coágulos) que pueden circular a órganos vitales como el hígado, pulmones, corazón y/o cerebro, generando un mayor problema que inclusive puede ocasionar la muerte. (De ahí la importancia de la actividad física y una buena alimentación).

### **2.3.3.7. Cambio Electrolítico del Sudor: Pérdida de NaCl**

El cloruro de sodio es el electrolito primario en el sudor, junto con el potasio, el calcio y el magnesio, presentes en menor cantidad. La concentración de sodio en el sudor promedia los 35 mmol/L (Rango de 10 a 70 mmol/L) y varía de acuerdo con la dieta. (Wilmore, 2004). *Ver figura 8*

La pérdida de minerales y agua por la sudoración genera la activación de mecanismos hormonales reguladores mediante la liberación de aldosterona y de la hormona antidiurética, por medio de las cuales el cuerpo retiene más sodio, lo que favorece a la retención de agua y disminuye las pérdidas hídricas a nivel renal. Así, el cuerpo intenta compensar la pérdida de minerales y de agua durante periodos de estrés por el calor y de intensa sudoración reduciendo sus pérdidas por la orina (Maresh, 2005 & Wilmore, 2004).

## **CAPÍTULO 3. MARCO LEGAL**

### **3.1. NORMATIVA NACIONAL**

#### **LEY 29783**

LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO CONSIDERANDO:

*Principio de prevención.* El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. Debe considerar factores sociales, laborales y biológicos, diferenciados en función del sexo, incorporando la dimensión de género en la evaluación y prevención de los riesgos en la salud laboral.

*Artículo 36. Servicios de Seguridad y Salud en el Trabajo.* Todo empleador organiza un servicio de seguridad y salud en el trabajo propio o común a varios empleadores, cuya finalidad es esencialmente preventiva. Sin perjuicio de la responsabilidad de cada empleador respecto de la salud y la seguridad de los trabajadores a quienes emplea y habida cuenta de la necesidad de que los trabajadores participen en materia de salud y seguridad en el trabajo, los servicios de salud en el trabajo aseguran que las funciones siguientes sean adecuadas y apropiadas para los riesgos de la empresa para la salud en el trabajo:

- a) Identificación y evaluación de los riesgos que puedan afectar a la salud en el lugar de trabajo.
- b) Vigilancia de los factores del medio ambiente de trabajo y de las prácticas de trabajo que puedan afectar a la salud de los trabajadores, incluidas las instalaciones sanitarias, comedores y alojamientos, cuando estas facilidades sean proporcionadas por el empleador.
- c) Asesoramiento sobre la planificación y la organización del trabajo, incluido el diseño de los lugares de trabajo, sobre la selección, el mantenimiento y

el estado de la maquinaria y de los equipos y sobre las sustancias utilizadas en el trabajo.

- d) Participación en el desarrollo de programas para el mejoramiento de las prácticas de trabajo, así como en las pruebas y la evaluación de nuevos equipos, en relación con la salud.
- e) Asesoramiento en materia de salud, de seguridad e higiene en el trabajo y de ergonomía, así como en materia de equipos de protección individual y colectiva.
- f) Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con el trabajo.
- g) Fomento de la adaptación del trabajo a los trabajadores.

**D.S. 005-2012-TR**

REGLAMENTO DE LA LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO  
CONSIDERANDO:

*En el artículo 22, inciso b,* se indica la necesidad de identificar los peligros y evaluar los riesgos existentes o posibles en materia de seguridad y salud que guarden relación con el medio ambiente de trabajo o con la organización del trabajo.

*Que, el artículo 33* del reglamento solicita de manera obligatorio los registros de monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos, se deben realizar monitoreos de estrés térmico para evaluar el factor de riesgo al que están expuestos los trabajadores.

*En el artículo 42, inciso n,* indica que una de las funciones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, es hacer recomendaciones apropiadas para el mejoramiento de las condiciones y el medio ambiente de trabajo, velar porque se lleven a cabo las medidas adoptadas y examinar su eficiencia.



**RM 375-2008 TR**

NORMA BÁSICA DE ERGONOMÍA Y DE PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE RIESGO DISERGONÓMICO.

TÍTULO VII: CONDICIONES AMBIENTALES DE TRABAJO, CONSIDERANDO LOS NUMERALES DEL 26 AL 29:

26. El ambiente térmico se medirá con el índice WBGT (West Bulb Globe Temperature):

Trabajo al aire libre con carga solar  $WBGT = 0.7 T_{bh} + 0.2 T_g + 0.1 T_{bs}$

Trabajo al aire libre sin carga solar o bajo techo  $WBGT = 0.7 T_{bh} + 0.3 T_g$

Siendo:  $T_{bh}$  = Temperatura de bulbo húmedo;  $T_{bs}$  = Temperatura de bulbo seco y  $T_g$  = Temperatura de globo.

27. Los valores límite de WBGT – Norma ISO 7247, se darán acorde a la ACGIH.<sup>4</sup>

28. La velocidad del aire tendrá las siguientes características:

- ❖ 0,25 m/s para trabajo en ambientes no calurosos.
- ❖ 0,50 m/s para trabajos sedentarios en ambientes calurosos.
- ❖ 0,75 m/s para trabajos no sedentarios en ambientes calurosos.

29. En los lugares de trabajo donde se usa aire acondicionado la humedad relativa se situará entre 40% (cuarenta) por ciento y 90 % (noventa) por ciento.

**LEY N° 26842**

LEY GENERAL DE SALUD

CAPÍTULO VII: DE LA HIGIENE Y SEGURIDAD EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO

*Artículo 100.-* Quienes conduzcan o administren actividades de extracción, producción, transporte y comercio de bienes o servicios, cualesquiera que éstos

---

<sup>4</sup> American Conference of Governmental Industrial Hygienists

sean, tienen la obligación de adoptar las medidas necesarias para garantizar la promoción de la salud y la seguridad de los trabajadores y de terceras personas en sus instalaciones o ambientes de trabajo.

*Artículo 101.*- Las condiciones de higiene y seguridad que deben reunir los lugares de trabajo, los equipos, maquinarias, instalaciones, materiales y cualquier otro elemento relacionado con el desempeño de actividades de extracción, producción, transporte y comercio de bienes o servicios, se sujetan a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento.

*Artículo 102.*- Las condiciones higiénicas y sanitarias de todo centro de trabajo deben ser uniformes y acordes con la naturaleza de la actividad que se realiza sin distinción de rango o categoría, edad o sexo.

## 3.2. NORMATIVA INTERNACIONAL

### 3.2.1. NORMATIVAS UNE<sup>5</sup> EN<sup>6</sup>

- UNE EN 27243:95. Ambientes calurosos: Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH.
- UNE EN ISO 7726:02. Ergonomía de los ambientes térmicos: instrumentos de medida de las magnitudes físicas.
- UNE EN ISO 7730:2006. Ergonomía del ambiente térmico: Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.
- UNE EN ISO 7933:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga estimada.
- UNE EN ISO 8996:2005. Ergonomía del ambiente térmico: Determinación de la tasa metabólica.
- UNE EN ISO 9920:2009. Ergonomía del ambiente térmico: Determinación del aislamiento de la vestimenta. Estimación del aislamiento térmico y de la resistencia de evaporación de un conjunto de ropa.
- UNE EN ISO 15265:05. Ergonomía del ambiente térmico. Estrategia de evaluación del riesgo para la prevención del estrés o incomodidad en condiciones de trabajo térmicas.

---

<sup>5</sup> Una Norma Española

<sup>6</sup> European Norm – Norma Europea

### 3.2.2. CONVENIOS DE LA OIT

- C155 – 1981. Convenio sobre Seguridad y Salud de los Trabajadores.

### 3.2.3. NORMATIVA ESPAÑOLA

- NTP 18: Estrés térmico. Evaluación de las exposiciones muy intensas.
- NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación.
- NTP 176: Evaluación de las condiciones de trabajo: Método de los perfiles de puestos.
- NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.
- NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos.
- REAL DECRETO 486/1997 de 14 de abril. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. (BOE-23-4-97).
- REAL DECRETO 38/1997 de 17 enero. Reglamento de los Servicios de Prevención. (BOE- 31-1-97).
- REAL DECRETO 1561/1995 de 21 de septiembre Sobre jornadas especiales de trabajo (BOE-230 de 26/9/95).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos laborales. BOE N.º 269, de 10 de noviembre de 1995.

## **CAPÍTULO 4. EVALUACION DEL RIESGO**

### **4.1. FUENTES DE EXPOSICIÓN**

En la presente evaluación desarrollada, las fuentes de exposición fueron las marmitas<sup>7</sup> de preparado de sopa, las sartenes volcables en donde se cocina arroz y/o guisos según el cronograma de menú semanal, y el horno donde se cocina el pollo (Por lo general).

### **4.2. MÉTODOS DE ESTUDIO**

#### **4.2.1. CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo tiene un enfoque mixto y la clasificación según su propósito es una investigación aplicada.<sup>8</sup>

##### **4.2.1.1. Variables**

###### **a) Variables Cualitativas**

Dentro de este grupo se ha considerado a: El tipo de puesto a evaluar, actividades desarrolladas por el personal teniendo en consideración los implementos utilizados, el peso cargado, los movimientos repetitivos y el menaje que utiliza para realizar sus labores.

###### **b) Variables Cuantitativas.**

Se presenta variables cuantitativas discretas como: La temperatura del aire, temperatura radiante, humedad del aire, velocidad del aire y el tipo de vestimenta.

---

<sup>7</sup> Recipiente de la familia de las ollas que dispone de una tapa para aprovechar el vapor.

<sup>8</sup> Cfr. Hernández 2014:03

#### 4.2.2. RECONOCIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

La información cualitativa se encuentra referenciada en el cuaderno de campo utilizado en la presente investigación, y la información cuantitativa en los formatos desarrollados para la presente tesis. (Ver anexo 03)

#### 4.2.3. MÉTODO DE LA MEDICIÓN DE TEMPERATURA DE GLOBO Y BULBO HÚMEDO (TGBH)

El índice TGBH se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo (TG) y la temperatura húmeda natural (THN). A veces se emplea también la temperatura seca del aire (TA).

Mediante las siguientes ecuaciones se obtiene el índice TGBH:

$$TGBH = 0.7 THN + 0.3 TG$$

(En el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar)

$$TGBH = 0.7 THN + 0.2 TG + 0.1 TA$$

(En exteriores con radiación solar)

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice TGBH realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza, utilizando la expresión:

$$TGBH = \frac{TGBH(\text{Cabeza}) + 2 \times TGBH(\text{Abdomen}) + TGBH(\text{Tobillos})}{4}$$

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie, y a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m, si es sentado. Si el ambiente es homogéneo, basta con una medición a la altura del abdomen.

Este índice así hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo (M). (Ver figura 9)

Mediante lectura en la curva correspondiente, el máximo que puede alcanzar el índice TGBH según el valor que adopta el término M.

Los valores límite de referencia dados son válidos para una vestimenta ligera de verano de 0,6 clo, que habitualmente es la que llevan los operarios cuando desarrollan su labor en ambientes calurosos. Si se requiere un traje especial para realizar una actividad determinada y éste es de más abrigo, o impide la evaporación del sudor o aísla más, la tolerancia del trabajador al calor se reduce, y no son aplicables los valores ofrecidos en la figura anterior. (Ver figura 9)

En la figura 10 se muestran los factores de corrección en función al tipo de vestimenta que utilizan y el valor en clo que cuentan.

#### **4.2.3.1. Mediciones de las Variables**

Las mediciones de las variables que intervienen en este método de valoración deben realizarse prudentemente. Los instrumentos de medida deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Temperatura de globo (TG). - Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera de las siguientes características:
  - 150 mm de diámetro.
  - Coeficiente de emisión medio: 90 (negro y mate).
  - Grosor: tan delgado como sea posible.
  - Escala de medición: 20 °C-120 °C.
  - Precisión:  $\pm 0,5$  °C de 20 °C a 50 °C y  $\pm 1$  °C de 50 °C a 120 °C.

b) Temperatura húmeda natural (THN). - Es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural, es decir, sin ventilación forzada. Esto última diferencia a esta variable de la temperatura húmeda psicrométrica, que requiere una corriente de aire alrededor del sensor y que es la más conocida y utilizada en termodinámica y en las técnicas de climatización.

- El sensor debe tener las siguientes características:
- Forma cilíndrica.
- Diámetro externo de 6 mm  $\pm$ 1 mm.
- Longitud 30mm  $\pm$ 5 mm.
- Rango de medida 5 °C 40 °C.
- Precisión  $\pm$ 0,5 °C.

La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (por ej. algodón) de alto poder absorbente de agua.

El soporte del sensor debe tener un diámetro de 6mm, y parte de él (20 mm) debe estar cubierto por el tejido, para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor.

El tejido debe formar una manga que ajuste sobre el sensor. No debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado. El tejido debe mantenerse limpio.

La parte inferior del tejido debe estar inmersa en agua destilada y la parte no sumergida del tejido, tendrá una longitud entre 20 mm y 30 mm.

El recipiente del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

c) Temperatura seca del aire (TA). - Es la temperatura del aire medida, por ejemplo, con un termómetro convencional de mercurio u otro método adecuado y fiable.



El sensor debe estar protegido de la radiación térmica, sin que esto impida la circulación natural de aire a su alrededor. Debe tener una escala de medida entre 20 °C y 60 °C ( $\pm 1$  °C). Cualquier otro sistema de medición de estas variables es válido si, después de calibrado, ofrece resultados de similar precisión que el sistema descrito.

- d) Consumo metabólico (M). - La cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo es una variable que es necesario conocer para la valoración del estrés térmico. Para estimarla se puede utilizar el dato del consumo metabólico, que es la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), como consecuencia de la tarea que desarrolla el individuo, despreciando en este caso la potencia útil (puesto que el rendimiento es muy bajo) y considerando que toda la energía consumida se transforma en calorífica.

El término M puede medirse a través del consumo de oxígeno del individuo, o estimarlo mediante tablas<sup>9</sup>. Esta última forma, es la más utilizada, pese a su imprecisión, por la complejidad instrumental que comporta la medida del oxígeno consumido.

Existen varios tipos de tablas que ofrecen información sobre el consumo de energía durante el trabajo. Unas relacionan, de forma sencilla y directa, el tipo de trabajo con el término M estableciendo trabajos concretos (escribir a máquina, descargar camiones etc.) y dando un valor de M a cada uno de ellos. Otras, como la que se presenta en la *figura 11*, determinan un valor de M según la posición y movimiento del cuerpo, el tipo de trabajo y el metabolismo basal<sup>10</sup>. Este último se considera de 1 Kcal / min como media para la población laboral, y debe añadirse siempre.

---

<sup>9</sup> ISO/DIS 8996: Determinación del Metabolismo Energético

<sup>10</sup> Threshold limits values and Biological exposure indices of 1992-93

El consumo metabólico se expresa en unidades de potencia o potencia por unidad de superficie corporal. La relación entre ellas es la siguiente:

1 kcal/hora = 1,16 vatios = 0,64 vatios/m<sup>2</sup> (para una superficie corporal media de 1,8 m<sup>2</sup>).

- e) Variación de las condiciones de trabajo con el tiempo. Durante la jornada de trabajo pueden variar las condiciones ambientales o el consumo metabólico, al realizar tareas diferentes o en diferentes ambientes. En estos casos se debe hallar el índice TGBH o el consumo metabólico, ponderados en el tiempo, aplicando las expresiones siguientes:

$$TGBH = \frac{\sum_{i=1}^n TGBH_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

Esta forma de ponderar sólo puede utilizarse bajo la condición de que:

$$\sum_{i=1}^n t_i \leq 60$$

Esto se debe a que las compensaciones de unas situaciones térmicas con otras no ofrecen seguridad en periodos de tiempos largos.

- f) Adecuación de regímenes de trabajo – descanso

Cuando exista riesgo de estrés térmico según lo indicado, puede establecerse un régimen de trabajo-descanso de forma que el organismo pueda restablecer el balance térmico. Se puede hallar en este caso la fracción de tiempo (trabajo-descanso) necesaria para que, en conjunto, la segura, de la siguiente forma:

Siendo:

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} \times 60 \left( \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \right)$$

- ft= Fracción de tiempo de trabajo respecto al total (indica los minutos a trabajar por cada hora)
- A = TGBH límite en el descanso (M <100 Kcal/h.)
- B = TGBH en la zona de descanso
- C = TGBH en la zona de trabajo
- D = TGBH límite en el trabajo

Si se trata de una persona aclimatada al calor, que permanece en el lugar de trabajo durante la pausa, la expresión (VI) se simplifica:

$$ft = \frac{33 - B}{33 - D} \times 60 \left( \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \right)$$

Cuando  $B \geq A$ , las ecuaciones VI y VII no son aplicables.

Esta situación corresponde a un índice TGBH tan alto, que ni siquiera con un índice de actividad relativo al descanso (< 100 kcal 1 hora) ofrece seguridad. Debe adecuarse un lugar más fresco para el descanso, de forma que se cumpla  $B < A$ .

g) Limitaciones a la aplicación del método

La simplicidad del método hace que esté sujeto a ciertas limitaciones, debidas a las obligadas restricciones en algunas variables. Así, por ejemplo, la curva límite sólo es de aplicación a individuos cuya vestimenta ofrezca una resistencia térmica aproximada de 0,6 clo, que corresponde a un atuendo veraniego.

- h) La velocidad del aire: Sólo interviene a partir de cierto valor del consumo metabólico y de forma cualitativa, aumentando 1 ó 2 °C los límites del índice TGBH, cuando existe velocidad de aire en el puesto de trabajo. Ver *figura 12*.
- i) El índice de PVM y el índice de sudoración requerida solo son válidos para individuos sanos y aclimatados al calor. La aclimatación al calor es un proceso de adaptación fisiológica que incrementa la tolerancia a ambientes calurosos, fundamentalmente por variación del flujo de sudor y del ritmo cardíaco. La aclimatación es un proceso necesario, que debe realizarse a lo largo de 6 ó 7 días de trabajo, incrementando poco a poco la exposición al calor.
- j) ACGIH<sup>11</sup>, que adopta este método como criterio de valoración de estrés térmico y presenta una curva límite (TLV) similar, pero añadiendo además otra para individuos no aclimatados, bastante más restrictiva.
- k) Cuando la situación de trabajo no se adapte al campo de aplicación del método, es decir, que la velocidad del aire o el vestido sean muy diferentes de lo indicado, debe recurrirse a métodos más precisos de valoración.

#### **4.2.3.2. Coeficientes de Descanso**

Además del método gráfico, también podemos determinar los tiempos de descanso mediante el coeficiente (K) de descanso horario para ello es necesario conocer: WBGT trabajo, WBGT límite de trabajo, WBGT descanso y WBGT límite de descanso.

---

<sup>11</sup> American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

A partir del cálculo de estos cuatro valores, se buscan las diferencias ( $\Delta$ ) de los WBGT de trabajo y de descanso entre ellos:

$\Delta$  WBGT trabajo= WBGT trabajo – WBGT límite de trabajo

$\Delta$  WBGT descanso= WBGT descanso – WBGT límite de descanso

Y una vez conocidas estas diferencias, buscaremos el coeficiente de descanso horario (K):

$$K = \Delta \text{ WBGT descanso} / (\Delta \text{ WBGT trabajo} + \Delta \text{ WBGT descanso}) (X)$$

De esta expresión se obtiene el factor K, que es la fracción de descanso que se debe aplicar por cada hora laboral. Por ejemplo, con un valor  $K = 0,3$  deberíamos proporcionar un 30% de descanso horario: 18 minutos.

La norma propone que el descanso lo realicen las personas sentadas y en su puesto de trabajo cuando el valor de WBGT es el mismo trabajando que descansando; para este caso el WBGT límite, para personas no aclimatadas, es de 32 °C, con lo que obtendríamos una K de:

$$K = (32 - \text{WBGT}) / (32 - \text{WBGT límite})$$

#### 4.2.4. MÉTODO DE CONFORT FANGER

El método Fanger para la valoración del confort térmico, fue propuesto en 1973 por P.O. Fanger, en la publicación *Thermal Comfort* (New York, McGraw-Hill, 1973). Este método es en la actualidad uno de los más extendidos para la estimación del confort térmico.

A partir de la información relativa a la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa o la presión parcial del vapor de agua, el método calcula dos índices denominados *Voto Medio Estimado (PMV-predicted mean vote)* y *Porcentaje de personas insatisfechas (PPD-predicted percentage dissatisfied)*. Ambos valores aportan información clara y concisa sobre el ambiente térmico al evaluador.

La importancia y aplicación generalizada del método queda patente en su inclusión como parte de la norma ISO 7730 relativa a la evaluación del ambiente térmico.

El Voto medio estimado es un índice que refleja el valor de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala de sensación térmica de 7 niveles (Frio, fresco, ligeramente fresco, neutro, ligeramente caluroso, caluroso, muy caluroso), basado en el equilibrio térmico del cuerpo humano (la producción interna de calor del cuerpo es igual a su pérdida hacia el ambiente). El equilibrio térmico depende de la actividad física, de la vestimenta, y de parámetros ambientales como: la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad del aire y la humedad del aire.

El Voto medio estimado predice el valor medio de la sensación térmica. No obstante, los votos individuales se distribuirán alrededor de dicho valor medio, por lo que resulta útil estimar el Porcentaje de personas insatisfechas por notar demasiado frío o calor, es decir aquellas personas que considerarían la sensación térmica provocada por el entorno como desagradable.

#### 4.2.4.1. Procedimiento de Aplicación

El método Fanger, mediante el cálculo del índice del voto medio estimado (PMV), permite identificar la sensación térmica global correspondiente a determinado ambiente térmico. Una vez identificada la sensación térmica el cálculo del índice del porcentaje de personas insatisfechas (PPD) permitirá predecir el porcentaje de personas que considerarán dicha situación como no comfortable.

El procedimiento de aplicación del método se resume en los siguientes pasos:  
Recopilación de información, que incluirá:

- El Aislamiento de la ropa.
- La Tasa metabólica.
- Características del ambiente, definida por:
  - La Temperatura del aire.
  - La Temperatura radiante.
  - La Humedad relativa o la Presión parcial del vapor de agua.
  - La Velocidad relativa del aire.

##### a) Cálculo del Índice de Valoración Medio (PMV)

El índice se basa en la valoración subjetiva obtenida por experimentación de un grupo de 1300 personas. Por ello, se introduce la valoración del grado de discomfort, mediante un índice (P.O. Fanger Thermal Confort, 1973) que valora el ambiente térmico según la escala de 7 niveles definida. *Ver figura 19.*

El PMV puede hallarse mediante la siguiente ecuación:

$$PMV = (0.303e^{-0.36M} + 0.028) \{ (M - W) - 3.05 \cdot 10^{-3} [5733 - 6.99(M - W) - P_a] - 0.42 - 0.42 [(M - W) - 58.15] - 1.7 \times 10^{-5} M ((5867 - P_a) - 0.0014M (34 - t_a) - 3.96 \cdot 10^{-8} f_{clo} \times [(t_{clo} + 273)^4 - (TRM + 273)^4] - f_{clo} \times h_c (t_{clo} - t_a) \}$$

Donde:

$$t_{clo} = 35.7 - 0,028(M - W) - 0.155 I_{clo} [3.96 \cdot 10^{-8} f_{clo} \{TRM + 273\}^4 + f_{clo} \times h_c (t_{clo} - t_a)]$$

$$h_c = 2.38 (t_{clo} - t_a)^{0.25} < 12.1 v_{ar}^{0.5}$$

$$f_{clo} = 1.00 + 0.2 I_{clo} \quad \text{para } I_{clo} < 0.5 \text{ clo}$$

$$f_{clo} = 1.05 + 0.1 I_{clo} \quad \text{para } I_{clo} < 0.5 \text{ clo}$$

Siendo:

IVM: índice de valoración medio M: metabolismo. ( $W/m^2$ )

W: trabajo externo, nulo para la mayoría de los casos. ( $W/m^2$ )

$I_{clo}$ : resistencia térmica del vestido. (clo)

$f_{clo}$ : relación entre el área del cuerpo vestido y el área del cuerpo desnudo.

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

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

$V_a$ : Velocidad relativa del aire, (m/s)

$p_a$ : Presión parcial del vapor de agua, (Pa)

$h_c$ : Coeficiente de convección, [ $W/(m^2K)$ ]

$t_{clo}$ : Temperatura de la superficie del vestido, ( $^{\circ}C$ )

A parte de la expresión anterior, el valor de PMV puede hallarse de forma mucho más sencilla mediante las tablas de las *figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 y 32*.

#### b) Corrección del IVM

Cuando no se cumple que la humedad relativa sea del 50% y/o que la (TRM) sea igual a la ( $t_a$ ) debemos corregir el IVM en función de la siguiente expresión:

$$IVM \text{ final} = IVM + f_h (HR - 50) + f_r (TRM - t_a) \quad (24)$$



donde:

$t_a$ : temperatura seca del aire, (°C)

TRM: temperatura radiante media, (°C)

HR: humedad relativa (%)

$f_h$ : factor de corrección de IVM en función de la humedad

$f_r$ : factor de corrección de IVM en función de TRM

Las tablas de *las figuras 35, 36, 37, 38, 39 y 40*, muestran los valores de los factores de corrección  $f_h$  y  $f_r$  en función del nivel de actividad desarrollado, del vestido y de la velocidad del aire, y calculados a partir de las gráficas de *las figuras 33 y 34*; ya sea con un sistema o con el otro, podemos obtener los factores de corrección a implementar en la IVM final para calcular el porcentaje de personas insatisfechos (PPD).

### c) Cálculo de la temperatura radiante media (TRM)

Aún necesitamos hallar otro valor, que es el de la temperatura radiante media (TRM); éste se obtiene a través de las siguientes expresiones, según la velocidad del aire:

Para convección natural ( $v_a < 0,15$  m/s):

$$TRM = [(t_g + 273)^4 + (0,25 \cdot 10^8) / \epsilon (|t_g - t_a|/d)^{0,25} (t_g - t_a)]^{0,25} - 273$$

Para convección forzada ( $v_a > 0,15$  m/s):

$$TRM = [(t_g + 273)^4 + (1,1 \cdot 10^8 v_a^{0,6}) / (\epsilon d^{0,4}) (t_g - t_a)]^{0,25} - 273$$

Donde:

$t_g$ : temperatura de globo, (°C)

$v_a$ : velocidad del aire, (m/s)

$d$ : diámetro del globo, (m)

$t_a$ : temperatura del aire, (°C)

$\epsilon$ : coeficiente de emisividad

Al valor resultante de estas situaciones se le denomina PMV (Predicted Mean Vote), índice de valoración medio que llevado a la *figura 41*, nos ofrece el porcentaje de personas insatisfechas PPD para esa situación.

**d) Cálculo de Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) a partir del valor del PMV.**

Definimos a las personas insatisfechas como aquellas que con las condiciones micro climáticas otorgan una valoración entre -2, -3 y +2, +3.

Conociendo el PMV resultante, podemos calcular el porcentaje de personas insatisfechas (PPD) mediante la *figura 41*.

O también bajo la siguiente ecuación:

$$PPD = 100 - 95 \exp(-0.03353 IVM^4 - 0.2179IVM^2)$$

Observando el gráfico podemos ver que, incluso cuando la situación del IVM es cero, es decir, para condiciones térmicas óptimas, el grado de insatisfechos será del 5%.

Se recomienda que no se sobrepase el 10% de insatisfechos, o lo que es lo mismo, que no se exceda el valor de más menos 0.5. A partir de este valor debemos intervenir en las variables termo higrométricas para ajustar los valores de los parámetros de tal forma que se adecúen a los rangos sugeridos por Fanger para obtener una situación confortable.

**e) Valoración de la situación (satisfactoria o no adecuada) en función del valor del PMV y del PPD.**

Análisis del balance térmico correspondiente a las condiciones evaluadas.

Si la situación resulta insatisfactoria proponer las correcciones oportunas de mejora de las condiciones térmicas.

En caso de haber realizado correcciones, evaluar de nuevo la tarea con otro método para comprobar su efectividad.

#### **4.2.4.2. Consideraciones Previas a la Aplicación del Método**

Según las recomendaciones de la norma ISO 7730 "Ergonomía del ambiente térmico", el índice del Voto medio estimado (PMV) sólo debería utilizarse para evaluar ambientes térmicos en los que las variables implicadas en el cálculo permanecieran comprendidas dentro de los siguientes intervalos, (que equivalen a ambientes térmicos entre frescos (-2) y calurosos (+2)):

Consideraciones:

Tasa metabólica comprendida entre 46 y 232 W/m<sup>2</sup> (0,8 m. a 4 m.)

Aislamiento de la ropa entre 0 y 0,31 m<sup>2</sup> K/W (0 clo. y 2 clo.)

- Temperatura del aire entre 10°C y 30°C.
- Temperatura radiante media entre 10°C y 40°C.
- Velocidad del aire entre 0m/s y 1 m/s.
- Presión del vapor de agua entre 0 y 2700 Pa.

El método está especialmente diseñado para el estudio de condiciones ambientales estacionarias, aunque resulta una buena aproximación ante pequeñas variaciones de las condiciones en estudio utilizándose en este caso valores medios ponderados en el tiempo (en concreto en la hora precedente).

#### **4.2.4.3. Recopilación de Datos Necesarios para el Cálculo:**

El método comienza con la recopilación de datos necesarios para los cálculos posteriores:

##### **a) El Aislamiento de la ropa:**

El valor del aislamiento térmico proporcionado por la ropa puede estimarse mediante la consulta de tablas (ISO 7730, ISO 9920). Estas tablas permiten el cálculo a partir de combinaciones habituales de ropa o bien mediante la selección personalizada de las prendas del trabajador.

Si la tarea se desarrolla sentado, al valor del aislamiento proporcionado por la ropa se le debería añadir el aislamiento proporcionado por el asiento.

Las unidades para medir el aislamiento térmico de la ropa son el clo. Y los metros cuadrados kelvin por vatio ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ). En la figura 13 se puede orientar al evaluador sobre el rango de valores que puede tomar la variable aislamiento térmico de la ropa.

Para la obtención del Voto Medio Estimado se requiere el valor del aislamiento de la ropa medido en  $\text{m}^2\text{K/W}$ , si se dispone de la medida en unidades clo. Se aplicará la siguiente conversión:  $1\text{clo.} = 0,155 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

## b) La Tasa Metabólica

La tasa metabólica mide el gasto energético muscular que experimenta el trabajador cuando desarrolla una tarea, gran parte de dicha energía es transformada directamente en calor (Ver figura 14). Aproximadamente sólo el 25% de la energía es aprovechada en realizar el trabajo, el resto se convierte en calor, circunstancia observada por Fanger e incluida en su análisis del confort térmico.

El cálculo de la tasa metabólica será necesario no sólo como variable para la estimación del bienestar térmico mediante el Voto Medio Estimado, sino también para la evaluación de la carga física asociada a la tarea, al observarse una relación directa entre la dureza de la actividad desarrollada y el valor de la tasa metabólica. (Ver figura 15)

El valor de la tasa metabólica puede estimarse mediante la aplicación de métodos de tanteo, observación, análisis y actuación experta. (Ver figura 16)

Si la tasa metabólica varía en el tiempo debe calcularse su valor medio ponderado durante la hora precedente. *En la figura 17* se muestran las distintas unidades de medida de las tasas metabólicas y sus equivalencias, siendo las más utilizadas por las tablas normalizadas en unidades métricas.

Para el cálculo del Voto Medio Estimado la variable tasa metabólica deberá estar medida en  $W/m^2$ , si se dispone de la medida en unidades métricas, se aplicará la siguiente conversión: (1 m. = 58,15  $W/m^2$ )

## c) Características del Ambiente

Para finalizar con la recopilación de datos se registrarán las características del ambiente mediante la medición o cálculo de las siguientes variables:

La Temperatura del aire medida en grados Celsius. Si se dispone de la medida en Kelvin se aplicará la siguiente conversión:  $T(^{\circ}\text{C}) = (T(\text{K}) - 273)$

La Temperatura radiante media que se corresponde con el intercambio de calor por radiación entre el cuerpo y las superficies que lo rodean. Dicha variable deberá indicarse en grados Celsius, si se dispone de la medida en Kelvin se aplicará la siguiente conversión:  $T(^{\circ}\text{C}) = (T(\text{K}) - 273)$ . La temperatura radiante media se puede calcular a partir de los valores medidos de la temperatura seca, la temperatura de globo y la velocidad relativa del aire mediante la siguiente ecuación:

$$T^{\circ} \text{ radiante media } (^{\circ}\text{C}) = T^{\circ} \text{ de globo } (^{\circ}\text{C}) + 1.9\sqrt{\text{velocidad del aire } (\text{m} / \text{s})} \\ \times (T^{\circ} \text{ de globo } (^{\circ}\text{C}) - T(^{\circ}\text{C}))$$

Ecuación 1. Cálculo de la temperatura radiante media.

La Humedad relativa medida en porcentaje o la presión parcial del vapor de agua medida en Pa. El método permite realizar los cálculos en función de ambas variables siendo éstas excluyentes.

La Velocidad relativa del aire debe ser medida en m/s.

En la figura 18, se muestra un resumen de las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo de temperatura, humedad, velocidad del aire y renovación del aire limpio.

#### d) Etapa de Cálculo

Una vez finalizada la fase de recogida de información se procederá al cálculo del Voto Medio Estimado (PMV) mediante alguno de los siguientes procedimientos:

Mediante la resolución de la "ecuación de confort" propuesta por Fanger, consultado tablas normalizadas (en este caso debería incluirse la temperatura operativa en la recopilación de datos inicial). (ISO 7730)

A continuación, se expone el cálculo del Voto medio estimado (PMV) mediante "la ecuación del confort" definida por Fanger que relaciona entre sí las variables recopiladas hasta el momento: aislamiento de la ropa, tasa metabólica y características del ambiente.

$$PMV = [0.303 \times \exp(-0.036M) + 0.028] \times \left[ \begin{aligned} &(M - W) - 3.05 \times 10^{-3} \times [5733 - 6.99 \times (M - W) - P_a] - 0.42 \times [(M - W) - 58.15] \\ &- 1.7 \times 10^{-5} \times M \times (5867 - P_a) - 0.0014 \times M \times (34 - t_a) \\ &- 3.96 \times 10^{-8} \times f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right]$$

Donde:

$$t_{cl} = 35.7 - 0.028 \times (M - W) - I_{cl} \times \{3.96 \times 10^{-8} \times f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_a)\}$$

$$h_{cl} = \begin{cases} 2.38 \times |t_{cl} - t_a|^{0.25} & \text{para } 2.38 \times |t_{cl} - t_a|^{0.25} > 12.1\sqrt{v_{ar}} \\ 12.1\sqrt{v_{ar}} & \text{para } 2.38 \times |t_{cl} - t_a|^{0.25} \leq 12.1\sqrt{v_{ar}} \end{cases}$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1.00 + 1.290 \times I_{cl} & \text{para } I_{cl} \leq 0.078 \text{ m}^2\text{k/w} \\ 1.05 + 0.645 \times I_{cl} & \text{para } I_{cl} > 0.078 \text{ m}^2\text{k/w} \end{cases}$$

- M es la tasa metabólica en W/m<sup>2</sup>.
- W es la potencia mecánica efectiva en W/m<sup>2</sup> (puede estimarse en 0).
- $I_{cl}$  es el aislamiento de la ropa en m<sup>2</sup>K/W.

- $f_{cl}$  es el factor de superficie de la ropa.
- $t_a$  es la temperatura del aire en °C.
- $t_r$  es la temperatura radiante media en °C.
- $V_{ar}$  es la velocidad relativa del aire en m/s.
- $P_a$  es la presión parcial del vapor de agua en Pa.
- $h_c$  es el coeficiente de transmisión del calor por convección en W/ (m<sup>2</sup>K)
- $t_{cl}$  es la temperatura de la superficie de la ropa en °C.

$$P_a = RH/100 \cdot \exp. (16,6536 - 4030,183 / (t_a + 235));$$

*Donde: RH es la humedad relativa del aire medida en porcentaje*  
 Seguidamente, el valor obtenido para el Voto medio estimado (PMV) se comparará con la siguiente escala de sensación térmica organizada en siete niveles (*Ver figura 19*) con el fin de determinar la sensación térmica global percibida por la mayoría de los trabajadores correspondiente a las condiciones evaluadas.

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

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

$$PPD = 100 - 95 \times \exp (-0.03353 \times PMV^4 - 0.2179 \times PMV^2)$$



**e) Análisis de los Resultados**

Voto medio estimado (PMV): Si el valor del Voto Medio Estimado (PMV) pertenece al rango de valores comprendidos entre -0,5 y 0,5, reflejará una situación térmica satisfactoria, confortable para la mayoría de los trabajadores. En otro caso la situación se considerará inadecuada y por tanto deberían llevarse a cabo medidas correctoras de mejora de la sensación térmica.

Se recomienda la utilización del índice del Voto Medio Estimado (PMV) para el estudio de condiciones térmicas cuyo resultado esté comprendido entre -2 (ambiente fresco) y +2 (ambiente caluroso), por tanto, si el resultado obtenido excede dichos límites se deberían utilizar otros métodos de evaluación del ambiente térmico.

Los valores del Voto medio estimado (PMV) cercanos a 0 indican condiciones en las que la sensación térmica se considera neutra, lo que equivale a afirmar que existe confort térmico.

Cabe destacar que la ecuación que obtiene el PMV permite tanto comprobar la comodidad de un ambiente térmico dado, como predecir aquellas combinaciones de valores de las variables implicadas que representan situaciones térmicas Confortables (neutras) acotando PMV entre -0,5 y 0,5.

*Porcentaje de personas insatisfechas (PPD):* Valores del Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) de hasta 10% reflejarán una situación satisfactoria para la mayoría de las personas (90% satisfechos), mientras que valores superiores indicarán una situación de disconfort térmico. Dicho valor se corresponde con los límites -0,5 y 0,5 indicados para el PMV.

El mejor valor del Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) que se puede obtener es de un 5%, correspondiente a una situación de neutralidad térmica, o lo que es lo mismo, con un valor cero del Voto Medio Estimado

(PMV). La ecuación no contempla por tanto la situación ideal de que no exista ningún trabajador insatisfecho con las condiciones térmicas, estimando que en las mejores condiciones de confort térmico al menos un 5% puede no estar conforme.

*Balance térmico:* El análisis comparativo de los valores de los términos de la ecuación definida por Fanger para el cálculo del Voto Medio Estimado, que identifican a los diferentes mecanismos de pérdida de calor, puede orientar al evaluador sobre los aspectos térmicos más desfavorables a intervenir.

#### **f) Curvas de Confort:**

Las curvas de confort muestran las condiciones de temperatura y humedad más adecuadas para el trabajo. *Ver figura 20.*

#### **4.2.5. MÉTODO DE ÍNDICE DE SOBRECARGA CALÓRICA (ISC)**

El método se basa en el cálculo de la magnitud de los intercambios térmicos entre la persona y el ambiente por medio de los tres mecanismos fundamentales a través de los cuales tiene lugar dicho intercambio térmico: convección, radiación y evaporación, además de la producción de calor metabólico generado por la actividad.

Para sus cálculos utiliza las expresiones que se muestran a continuación, aunque para una visión rápida, pero no tan precisa como la que ofrece el método analítico, también existen nomogramas.

El ISC expresa la relación existente entre la evaporación requerida ( $E_{req.}$ ) para lograr el equilibrio térmico y la evaporación máxima posible ( $E_{máx.}$ ) en ese ambiente.

En donde estas dos evaporaciones se calculan mediante:

$$E_{\text{req.}} = M \pm R \pm C \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$$E_{\text{m}^{\text{áx.}}} = K1 \cdot Va^{0,6} \cdot (56 - Pa) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$E_{\text{m}^{\text{áx.}}}$  va a presentar un valor límite marcado por la capacidad máxima de sudoración de un individuo, que se estima en 390 W/m<sup>2</sup>. Si el valor obtenido de  $E_{\text{m}^{\text{áx.}}}$  supera esta cifra se tomará siempre  $E_{\text{m}^{\text{áx.}}} = 390 \text{ W/m}^2$ .

Los parámetros que intervienen en las ecuaciones son:

M: calor metabólico generado por la persona (W/m<sup>2</sup>)

R: calor perdido o ganado por radiación (W/m<sup>2</sup>). Se calcula mediante la expresión:

$$R = K2 \cdot (TRM - 35); \text{ siendo: TRM: temperatura radiante media (}^{\circ}\text{C)}$$

C: calor perdido o ganado por convección (W/m<sup>2</sup>). Se calcula mediante la expresión:  $C = K3 \cdot v_a^{0,6} \cdot (t_a - 35)$ ; siendo:  $t_a$ : temperatura del aire ( $^{\circ}\text{C}$ )

$v_a$ : velocidad del aire (m/s)

$p_a$ : presión parcial del vapor de agua (bar <> hPa)

En la *figura 21* se indica el valor de las constantes que han aparecido, que son función del índice de indumento medido en clo, que sirve para valorar el aislamiento de una persona frente a las inclemencias del tiempo.

En la *figura 22* se indica la valoración del ISC, en donde mayor a 100 son condiciones críticas, 100 es el máximo permisible, 80 muy severa, 50 severa, 30 moderada, 10 suave, 0 confort térmico y -20 suave tensión de frío.

En la *figura 23* se muestra el gráfico psicrométrico para determinar la presión de vapor de agua en milímetros de mercurio.

#### 4.2.5.1. Interpretación del ISC

A continuación, se establece una clasificación de las implicaciones fisiológicas e higiénicas para exposiciones de ocho horas a varios tipos de estrés térmico:

–  $20 \leq \text{ISC} \leq -10$  Sobrecarga por frío. Exposición fría moderada; estas condiciones existen frecuentemente en los lugares donde los trabajadores se recuperan de una sobrecarga calórica importante.

ISC = 0 No hay sobrecarga térmica. Esta situación equivale a condiciones de confort. Significa que el trabajador no tiene que sudar para mantener el equilibrio térmico.

$10 < \text{ISC} < 30$  Sobrecarga calórica que oscila entre suave y moderada. Se puede esperar cierta disminución del rendimiento cuando se efectúen trabajos intelectuales o se exija estar despierto y alerta. Cuando se realicen trabajos pesados se observará poca disminución en el rendimiento, a menos que el individuo carezca de pericia para efectuar el trabajo.

$40 < \text{ISC} < 60$  Sobrecarga calórica severa. Puede amenazar la salud, a menos que las personas bajo esta sobrecarga sean fuertes físicamente y estén aclimatadas. Será necesario un período de tiempo de recuperación para aquellos individuos no aclimatados. Se deberá hacer una selección médica del personal, ya que no pueden soportar esta situación los individuos que padecen trastornos cardiovasculares o respiratorios, o dermatosis crónica. Estas condiciones de trabajo no son adecuadas tampoco para realizar un trabajo mental intenso continuado.

$70 < \text{ISC} < 90$  Sobrecarga calórica muy severa. Sólo un pequeño porcentaje de personas podrán soportar esta situación. Se deberá seleccionar al personal por examen médico y, además, se someterá a los operarios a un período de prueba en el trabajo, tras el período de aclimatación. Deberán tomarse las precauciones para proveer a las personas de sales y agua en cantidades adecuadas. Es

necesario mejorar las condiciones de trabajo, para lograr una disminución de los riesgos para la salud, y un aumento del rendimiento en el trabajo.

ISC = 100 Sobrecarga calórica máxima permisible. A tolerar diariamente con un máximo de seis a ocho horas por hombres jóvenes, sanos, físicamente fuertes y aclimatados.

ISC > 100 Condiciones críticas por sobrecarga calórica

A partir de estos valores la temperatura interna se incrementará porque no existe equilibrio térmico, incluso en personas perfectamente aclimatadas.

En la *figura 24* se muestra un cuadro resumen del valor del ISC sobre su situación y un comentario.

#### **4.2.5.2. Tiempo de Exposición Permisible (TEP) y Tiempo de Recuperación (TR)**

El índice ISC, como tal, hace referencia a situaciones de estrés calórico, para valores entre 0 y 100, y está en función de la evaporación del sudor. Un ISC de 20 significa, por ejemplo, que el individuo debe evaporar sudor al 20% de sus posibilidades en ese medio micro climático para poder mantener el equilibrio térmico. Para un ISC de 100 la evaporación requerida y la evaporación máxima son iguales. Pero si el ISC es mayor de 100, la evaporación necesaria para mantener el equilibrio térmico tendría que ser superior a la máxima, por lo que se provoca un almacenamiento de calor, y se define entonces un tiempo máximo de exposición permisible (TEP). Belding & Hacht, basados en el tiempo que tarda en incrementarse 1,8°C la temperatura interna del cuerpo para un calor específico medio del organismo de 0,82 kcal kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> (3,433 kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>) proponen, para calcular el tiempo máximo de exposición:

$$TEP = 2440 / (E_{req} - E_{m\acute{a}x})$$

Donde:

TEP: tiempo máximo de exposición permisible, (minutos)  $E_{req}$ : evaporación requerida, (W/m<sup>2</sup>)

$E_{m\acute{a}x}$ : evaporación máxima, (W/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.5.3. Aplicabilidad del Índice de Sobrecarga Calórica

Los resultados obtenidos con este método únicamente son aplicables a sujetos físicamente bien dotados y adecuadamente aclimatados. El cálculo para la expresión se efectúa a partir de tres hipótesis principales:

Hombre estándar de 70 kg de peso.

El vestido es ligero (camisa y pantalón de verano o similar, 0,5-0,6 clo) o bien está desnudo (0 clo).

La temperatura de la piel es de 35 °C.


Frente a un valor normal de la temperatura interna comprendido entre 36,5 y 37°C, la temperatura de la piel de un hombre en actividad moderada y en un ambiente confortable se sitúa alrededor de 32 °C; en una situación de estrés térmico la temperatura de la piel asciende notablemente (de ahí la elección de los 35 °C), pero la temperatura interna del cuerpo se modifica en mucha menor medida, gracias a la actuación de los mecanismos termorreguladores del cuerpo humano.


La diferencia entre la evaporación necesaria ( $E_{req}$ ) y la evaporación máxima ( $E_{m\acute{a}x}$ ) es evidentemente la ganancia o pérdida neta de calor del organismo del sujeto expuesto a una situación concreta.

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

### 5.1. EVALUACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE TGBH

#### 5.1.1. MEDICIÓN BASE DEL 01-07-2013

	AREA DE TRABAJO: ZONA DE PREPARACION DE SOPA				
	MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO				
	TGBH	TBS	TG	TGBH <sub>i</sub>	TGBH <sub>máx</sub>
CABEZA	22.2	21.6	24.5	22.9	28.0
CINTURA	22.5	21.6	24.0	23.0	28.0
TOBILLO	22.6	21.6	23.8	23.0	28.0
TGBH de la Actividad =				<b>22.9</b>	<b>28.0</b>

	AREA DE TRABAJO: ZONA DE PREPARACION DE ARROZ				
	MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO				
	TGBH	TBS	TG	TGBH <sub>i</sub>	TGBH <sub>máx</sub>
CABEZA	21.6	21.3	22.6	21.9	28.0
CINTURA	21.4	20.9	22.2	21.6	28.0
TOBILLO	21.1	20.7	22.0	21.4	28.0
TGBH de la Actividad =				<b>21.6</b>	<b>28.0</b>


Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice TGBH realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza. Utilizando la fórmula obtenemos:


TGBH (Sopas) =22.9; TGBH (Arroz)= 21.6


Para el presente ejercicio se tomó en cuenta al trabajo como moderado de 200KCal/h, en conformidad a las tablas de las *figuras 11 y 14*. En la *figura 9*, vemos los límites de exposición horaria para trabajadores aclimatados, con regímenes de trabajo y descanso, para el trabajo evaluado, el límite máximo permisible es de 30 °C, sin embargo, aplicando el factor de corrección de la AIHA, para una vestimenta de 1 clo (aproximadamente) tenemos como temperatura límite máxima 28 °C.

Bajo las condiciones halladas durante la hora de preparación de arroz y sopa se determinó que las personas *no se encuentran sometidas a estrés térmico*.

### 5.1.2. MEDICIONES DEL 17-06-2016

	<b>AREA DE TRABAJO: ZONA DE PREPARACION DE ARROZ</b>				
	<b>MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO</b>				
	TGBH	TBS	TG	TGBH <sub>i</sub>	TGBH <sub>máx</sub>
CABEZA	20.1	22.8	25.1	21.6	28.0
CINTURA	20.0	23.0	26.6	22.0	28.0
TOBILLO	20.1	23.1	26.0	21.9	28.0
TGBH de la Actividad =				<b>21.9</b>	28.0

	<b>AREA DE TRABAJO: ZONA DE PREPARACION DE SOPA</b>				
	<b>MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO</b>				
	TGBH	TBS	TG	TGBH <sub>i</sub>	TGBH <sub>máx</sub>
CABEZA	19.4	22.8	23.9	20.8	24.0
CINTURA	20.1	22.2	25.0	21.6	24.0
TOBILLO	18.6	20.9	22.5	19.8	24.0
TGBH de la Actividad =				<b>20.9</b>	24.0

	<b>AREA DE TRABAJO: ZONA DE LAVADO Y PREPARADO DE INSUMOS</b>				
	<b>MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO</b>				
	TGBH	TBS	TG	TGBH <sub>i</sub>	TGBH <sub>máx</sub>
CABEZA	20.5	22.7	22.8	21.2	26.0
TGBH de la Actividad =				<b>21.2</b>	26.0

	<b>AREA DE TRABAJO: ZONA DE HORNEADO DE POLLO</b>				
	<b>MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO</b>				
	TGBH	TBS	TG	TGBH <sub>i</sub>	TGBH <sub>máx</sub>
CABEZA Antes	21.1	24.3	25.1	22.3	24.0
CABEZA Después	22.8	24.8	26.4	23.9	24.0
TGBH de la Actividad =				<b>23.1</b>	24.0



Para el presente ejercicio se analizó cada una de las actividades y se determinó una estimación del consumo metabólico acorde a las siguientes actividades:

Actividad de preparación de arroz: La actividad de preparación de arroz contempla desplazamientos hacia la zona de almacenamiento de alimentos ya preparados, exposición al vapor durante el llenado de las bandejas de atención al alumno y un trabajo con dos brazos. Se considera un consumo metabólico de 180 Kcal/h acorde al Anexo 7 "Cálculo del Índice TGBH" haciéndose un valor límite de referencia de 30 °C, según *figura 9 y 12*. Aplicando el factor de corrección por la vestimenta de 1 clo aproximadamente tenemos como temperatura límite máxima 28 °C.

Bajo estas condiciones el responsable de la preparación de arroz no se encuentra sometido a estrés térmico.

Actividad de preparación de sopa: La actividad de preparación de sopas contempla constantes movimientos de los dos brazos, cuerpo, desplazamientos, permanecer de pie, ejecutar ciertos trabajos manuales para acomodar las bandejas y agregar insumos a las comidas. Se considera un consumo metabólico de 322.5 Kcal/h acorde al Anexo 7 "Cálculo del Índice TGBH" haciéndose un valor límite de referencia de 26 °C, según *figura 10*, dado que la velocidad del aire es de 0.3 m/s. Aplicando el factor de corrección por la vestimenta de 1 clo aproximadamente tenemos como temperatura límite máxima 24 °C.

Bajo estas condiciones el responsable de la preparación de sopas no se encuentra sometido a estrés térmico.


Actividad de lavado y preparado de insumos: La actividad contempla constantes movimientos de los dos brazos, cuerpo, permanecer de pie y cortar, pelar o trozar insumos para los alimentos. Se considera un consumo metabólico de 215 Kcal/h acorde al Anexo 7 "Cálculo del Índice TGBH" haciéndose un valor límite de referencia de 28 °C, según *figura 10*. Aplicando el factor de corrección por la vestimenta de 1 clo aproximadamente tenemos como temperatura límite máxima 26 °C.


Bajo estas condiciones el responsable del lavado y preparado de insumos no se encuentra sometido a estrés térmico.

Actividad de horneado de pollo: La actividad contempla constantes permanecer de pie, ejecutar movimientos de brazos y cuerpo entero para acomodar las piezas de pollo (*Ver foto de la 14 a la 21*). Se considera un consumo metabólico de 330 Kcal/h acorde al Anexo 7 “Cálculo del Índice TGBH” haciéndose un valor límite de referencia de 26 °C, según *figura 10*, dado que la velocidad del aire es de 0.4 m/s. Aplicando el factor de corrección por la vestimenta de 1 clo aproximadamente tenemos como temperatura límite máxima 24 °C.

Bajo estas condiciones el responsable del horneado de pollo no se encuentra sometido a estrés térmico.

### 5.1.3. MEDICIONES DEL 21-06-2016

	AREA DE TRABAJO: ZONA DE PREPARACION DE SOPA 1				
	MEDIDOR DE ESTRÉS TÈRMICO				
	TGBH	TBS	TG	TGBH <sub>i</sub>	TGBH <sub>máx</sub>
CABEZA	19.2	21.3	23.6	20.5	26.0
CINTURA	19.0	21.4	23.0	20.2	26.0
TOBILLO	18.6	20.3	22.2	19.7	26.0
TGBH de la Actividad =				<b>20.2</b>	26.0

	AREA DE TRABAJO: ZONA DE PREPARACION DE SOPA 2				
	MEDIDOR DE ESTRÉS TÈRMICO				
	TGBH	TBS	TG	TGBH <sub>i</sub>	TGBH <sub>máx</sub>
CABEZA	19.5	22.0	24.3	20.9	26.0
CINTURA	19.0	21.6	23.0	20.2	26.0
TOBILLO	18.6	20.4	22.4	19.7	26.0
TGBH de la Actividad =				<b>20.3</b>	26.0

Actividad de preparación de sopa (1ra medición del día): La actividad de preparación de sopas contempla constantes movimientos de los dos brazos, cuerpo, desplazamientos, permanecer de pie, ejecutar ciertos trabajos manuales para acomodar las bandejas y agregar insumos a las comidas. Se considera un consumo metabólico de 322.5 Kcal/h acorde al Anexo 7 “Cálculo del Índice TGBH” haciéndose un valor límite de referencia de 26 °C, según *figura 12*, dado que la velocidad del aire es de 0.3 m/s.

Bajo estas condiciones el responsable de la preparación de sopas no se encuentra sometido a estrés térmico.

Actividad de preparación de sopa (1ra medición del día): La actividad de preparación de sopas contempla constantes movimientos de los dos brazos, cuerpo, desplazamientos, permanecer de pie, ejecutar ciertos trabajos manuales para acomodar las bandejas y agregar insumos a las comidas. Se considera un consumo metabólico de 322.5 Kcal/h acorde al Anexo 7 “Cálculo del Índice TGBH” haciéndose un valor límite de referencia de 26 °C, según *figura 12*, dado que la velocidad del aire es de 0.3 m/s.

Bajo estas condiciones el responsable de la preparación de sopas no se encuentra sometido a estrés térmico.

## 5.2. EVALUACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE FANGER

### 5.2.1. MEDICIÓN BASE DEL 01-07-2013

Para esta evaluación se consideró un aislamiento acorde a la *figura 13*, en donde tenemos: calzoncillos, camisa, pantalones, bata, calcetines, zapatos, aislamiento = 0.9 clo.

Tasa metabólica de la actividad monitoreada: Preparado de sopas, acorde al nivel de Observación (estimación de la tasa metabólica por actividad-tipo de la ISO8996, INSHT\_NTP323), obtenemos una tasa metabólica:  $2.32 \text{ m} = 134.91 \text{ W/m}^2$

Las características del ambiente a considerar son:

- La temperatura del aire:  $24^\circ\text{C}$
- La temperatura radiante:  $T^\circ$  radiante media = 25.2 ( $T^\circ$  del termómetro de globo)
- La humedad relativa o la presión parcial de vapor de agua medido con el Termo higrómetro: HR=81.9
- La velocidad relativa del aire medida con el termo anemómetro: 0.2 m/s

Cálculo del Índice de Valoración Media (PMV). Reemplazando los datos tenemos: IVM= 1.56

Este método es recomendable dado que el PMV se encuentre entre -2 y +2, por lo que consideramos al ambiente de trabajo entre ligeramente caluroso y caluroso, acorde con la *figura 19*.

La situación es: **INADECUADA**


Cálculo del Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD), acorde al software Ergonautas obtenemos: **PPD=54.57**

### 5.2.2. MEDICIONES DEL 17-06-2016

El valor de la vestimenta se obtuvo a través del software Ergonautas-Método Fanger, en donde personalizamos el tipo de vestimenta de los trabajadores en: calzoncillos, camisa manga corta, pantalones normales, protección del cuerpo, calcetines y botas. Dando un total de 0.85 clo.

La tasa metabólica de la actividad monitoreada: Preparado de sopas, acorde al nivel de Observación (estimación de la tasa metabólica por actividad-tipo de la ISO8996, INSHT\_NTP323), obtenemos una tasa metabólica:  $2.84m = 165.30 \text{ W/m}^2$

#### 5.2.2.1. Actividad de preparación de arroz:


	ACTIVIDAD: PREPARACIÓN DE ARROZ			
	MÉTODO FANGER			
	TBS	TG	HR	V1
CABEZA	22.8	25.1	71.5	0.3
CINTURA	23.0	26.6	66.0	0.5
TOBILLO	23.1	26.0	60.0	0.3
TBS de la Actividad =	<b>23.0</b>		<b>65.8</b>	<b>0.4</b>
TG de la Actividad =	<b>26.1</b>			

Reemplazando los datos tenemos un  $PMV = 1.84$ . Considerando que este método es recomendable para un  $PMV$  entre -2 y +2, obtenemos un ambiente de trabajo entre ligeramente caluroso y caluroso acorde con la *figura 19* y el desarrollo indicado en el Anexo N°7. De los resultados, la situación es: **INADECUADA**

Con el cálculo del PPD obtenemos: **PPD=69.07**. Lo que implica un 69% de personas que no se encuentran conformes con el ambiente de trabajo bajo estas condiciones. Ver Anexo N°07.

Finalmente, bajo estas condiciones se debe realizar esfuerzos para mejorar las condiciones de confort térmico.

### 5.2.2.2. Actividad de preparación de sopa:

	ACTIVIDAD: PREPARACIÓN DE SOPA			
	MÉTODO FANGER			
	TBS	TG	HR	V1
CABEZA	22.8	23.9	74.0	0.5
CINTURA	22.2	25.0	72.0	0.3
TOBILLO	20.9	22.5	72.0	0.2
TBS de la Actividad =	<b>22.0</b>		<b>72.7</b>	<b>0.3</b>
TG de la Actividad =	<b>24.1</b>			

a) Cálculo del Índice de Valoración Media (PMV)

Reemplazando los datos en el software Ergonautas tenemos:  $IVM = 1.71$ . Este método es recomendable dado que el IVM se encuentre entre -2 y +2, por lo que consideramos al ambiente de trabajo entre ligeramente caluroso y caluroso, acorde con la *figura 19*. La situación es: **INADECUADA**


b) Cálculo del Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD)

Reemplazando los datos en el software Ergonautas tenemos un  $PPD = 62.29$ . Lo que significa que más de la mitad de las personas que trabajan en este ambiente se encuentran disconformes con las condiciones térmicas del ambiente.

Bajo estas condiciones se debe realizar esfuerzos para mejorar las condiciones de confort térmico.

Nota: Los cálculos y criterios tomados para esta medición se encuentran en el Anexo N° 07

### 5.2.2.3. Actividad de lavado y preparado de insumos:

	ACTIVIDAD: LAVADO Y PREPARADO DE INSUMOS			
	MÉTODO FANGER			
	TBS	TG	HR	V1
CABEZA	22.7	22.8	74.0	0.4
TBS de la Actividad =		<b>22.7</b>	<b>74.0</b>	<b>0.4</b>
TG de la Actividad =		<b>22.8</b>		

#### a) Cálculo del Índice de Valoración Media

Reemplazando los datos tenemos:  $PMV = 1.73$ . Considerando que este método es recomendable cuando el  $PMV$  se encuentre entre  $-2$  y  $+2$ , consideramos al ambiente de trabajo entre ligeramente caluroso y caluroso, acorde con la *figura 19*.

La situación es: **INADECUADA**


#### b) Cálculo del Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD)

El porcentaje de personas insatisfechas utilizando el software Ergonautas es  $PPD = 63.35$ . Asimismo, se puede corroborar este cálculo mediante el uso de la gráfica para el cálculo del PPD en función al Voto Medio Estimado ( $PMV$ ). (Ver *figura 41*)

Bajo estas condiciones se debe realizar esfuerzos para mejorar las condiciones de confort térmico dado que más de la mitad de los trabajadores no se encuentra satisfecho con las condiciones térmicas del ambiente de trabajo.

Nota: Los cálculos y criterios tomados para esta medición se encuentran en el Anexo N° 07

#### 5.2.2.4. Actividad de horneado de pollo:

	ACTIVIDAD: HORNEADO DE POLLO			
	MÉTODO FANGER			
	TBS	TG	HR	V1
CABEZA Antes	24.3	25.1	70.0	0.3
CABEZA Después	24.8	26.4	95.0	0.5
TBS de la Actividad =		<b>24.6</b>	<b>82.5</b>	<b>0.4</b>
TG de la Actividad =		<b>25.8</b>		

##### a) Cálculo del Índice de Valoración Media (PMV)

Reemplazando los datos tenemos:  $PMV = 2.17$ . Por lo tanto, este método no es recomendable dado que el PMV se encuentre por encima del rango  $-2$  y  $+2$  (Una de las restricciones para utilizar este método). Sin embargo, acorde a los cálculos obtenidos consideramos al ambiente de trabajo entre caluroso y muy caluroso, acorde con la *figura 19*.

La situación es: **INADECUADA**

##### b) Cálculo del Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD)

Acorde al software obtenemos: **PPD=83.81**.

Bajo estas condiciones se debe complementar el método de análisis con otro estudio que evalúe los niveles de exposición al calor y realizar esfuerzos para mejorar las condiciones de trabajo dado que el trabajador se encuentra bajo estrés térmico.




### 5.2.3. MEDICIONES DEL 21-06-2016

El valor de la vestimenta se obtuvo a través del software Ergonautas-Método Fanger, en donde personalizamos el tipo de vestimenta de los trabajadores en: calzoncillos, camisa manga corta, pantalones normales, protección del cuerpo, calcetines y botas. Dando un total de 0.85 clo.

La tasa metabólica de la actividad monitoreada: Preparado de sopas, acorde al nivel de Observación (estimación de la tasa metabólica por actividad-tipo de la ISO8996, INSHT\_NTP323), obtenemos una tasa metabólica:  $2.84 \text{ m} = 165.30 \text{ W/m}^2$

#### 5.2.3.1. Actividad de preparación de sopa (Primera Medición):

	ACTIVIDAD: PREPARACIÓN DE SOPA 1			
	MÉTODO FANGER			
	TBS	TG	HR	V1
CABEZA	21.3	23.6	70.0	0.5
CINTURA	21.4	23.0	73.0	0.3
TOBILLO	20.3	22.2	73.0	0.2
TBS de la Actividad =	21.1		72.0	0.3
TG de la Actividad =	23			


#### a) Cálculo del Índice de Valoración Media (PMV)

Remplazando los valores indicados en el Anexo N° 7 insertados en el software de Ergonautas obtenemos una valoración media de 1.54. Por ende, se cumple la restricción que el PMV debe encontrarse entre -2 y +2 para que el método sea aceptable. Dada estas condiciones, consideramos al ambiente de trabajo entre ligeramente caluroso y caluroso, acorde con la *figura 19*. La situación es: **INADECUADA**

## b) Cálculo del Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD)

Acorde al software Ergonautas obtenemos a un **PPD=53.08**, por lo tanto, se debe realizar esfuerzos para mejorar las condiciones de confort térmico.

## 5.2.3.2. Actividad de preparación de sopa (Segunda Medición):

	ACTIVIDAD: PREPARACIÓN DE SOPA 2			
	MÉTODO FANGER			
	TBS	TG	HR	V1
CABEZA	22.0	24.3	72.0	0.5
CINTURA	21.6	23.0	73.0	0.3
TOBILLO	20.4	22.4	73.0	0.2
TBS de la Actividad =		<b>21.4</b>	<b>72.7</b>	<b>0.3</b>
TG de la Actividad =		<b>23.2</b>		

## a) Cálculo del Índice de Valoración Media

Remplazando los valores indicados en el Anexo N° 7 insertados en el software de Ergonautas obtenemos una valoración media de 1.55. Por ende, se cumple la restricción que el PMV debe encontrarse entre -2 y +2 para que el método sea aceptable. Dada estas condiciones, consideramos al ambiente de trabajo entre ligeramente caluroso y caluroso, acorde con la *figura 19*. La situación es: **INADECUADA**

## b) Cálculo del Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD)

Acorde a la *figura* Acorde al software Ergonautas obtenemos a un **PPD=53.68**, por lo tanto, se debe realizar esfuerzos para mejorar las condiciones de confort térmico.

### 5.3. MÉTODO DE ÍNDICE DE SOBRECARGA CALÓRICA (ISC)

#### 5.3.1. MEDICIÓN BASE DEL 01-07-2013

ISC= (E requerido /E máximo) x 100

E. máximo ≤ 600 Kcal/hora

E. requerido = M ± R ± C

Dada la siguiente formula:

$$TMR=[(Tg+273)^4 + 0,32 \cdot 10^8 v^{0,5} (Tg - Ta)]^{0,25} - 273$$

Velocidad del viento en área de preparado de sopa

Promedio	0.21	12.64	m/min
----------	------	-------	-------

Velocidad del viento en área de preparado de arroz

Promedio	0.11	6.66	m/min
----------	------	------	-------

Acorde a los cálculos realizados (Ver Anexo 8) tenemos:

- TMR para Sopa = 26.8
- TMR para Arroz = 23.0

#### 5.3.1.1. Calor Radiante = R

R = 11,34 (TMR- 35) Kcal/hora

Para SOPA -93.27 Kcal/hora

Para ARROZ -135.63 Kcal/hora

### 5.3.1.2. Calor por Conducción-Convección (C-C)

$$C-C = V^{0.6} (T_a - 35) \text{ Kcal/hora}$$

- Para SOPA -61.40 Kcal/hora
- Para ARROZ -43.77 Kcal/hora

$$E_{\text{máx.}} = 2,05 V^{0.6} (42 - P \text{ vapor}) \text{ Kcal/hora}$$

- Humedad relativa en la Sopa 81.94%
- Humedad relativa en el Arroz 83.27%

Usando Cartas de Humedad tenemos las presiones de vapor en mmHg de 16mmHg en el Área de Sopas y 14mmHg en el Área de Arroz. (Ver figura 23)

Por lo cual se dará un Emáx de:

- Para SOPA Emáx. = 244.22 Kcal/hora
- Para ARROZ Emáx. = 179.06 Kcal/hora

Donde el E requerido es M+R+C

- Para SOPA Ereq. = 200 - 93.27 - 61.40 = 45.33 Kcal/hora
- Para ARROZ Ereq. = 200 - 135.63 - 43.77 = 20.6 Kcal/hora

$$ISC = (E \text{ requerido} / E \text{ máximo}) \times 100$$

- Para SOPA ISC= 18.56
- Para ARROZ ISC= 11.50

Calor máximo acumulable =  $C_{\text{máx., a}} = 63 \text{ Kcal}$

Tolerancia de incremento de temperatura =  $1,1^\circ\text{C}$

Peso = 70 Kg.; Calor específico = 0,83

$$\text{Velocidad de acumulación de calor} = E_{\text{req.}} - E_{\text{máx.}}$$

- Para SOPA  $45.33 - 244.22 = -198.89 \text{ Kcal/hora}$
- Para ARROZ  $20.6 - 179.06 = -158.46 \text{ Kcal/hora}$

$$T_{\text{máx., e}} = 63 / (E_{\text{req.}} - E_{\text{máx.}})$$

- Para SOPA -0.32h
- Para ARROZ -0.39h

Lo que implica que no hay un tiempo máximo de exposición.

Acorde a la figura 24, podemos indicar que en el ambiente de trabajo se tiene una sobrecarga calórica suave-moderada.

### 5.3.2. MEDICIONES DE JUNIO DEL 17-06-2016

ISC= (E requerido /E máximo) x 100

E. máximo  $\leq 600 \text{ Kcal/hora}$

E. requerido =  $M \pm R \pm C$

Dada la siguiente formula:

$$\text{TMR} = [(T_g + 273)^4 + 0,32 \cdot 10^8 \cdot V^{0,5} (T_g - T_a)]^{0,25} - 273$$

Velocidad del viento en área de preparado de arroz

Promedio	0.37	22.2	m/min
----------	------	------	-------

Velocidad del viento en área de preparado de sopa

Promedio	0.33	19.8	m/min
----------	------	------	-------

Velocidad del viento en área de preparado de lavado y preparado

Promedio	0.40	24.0	m/min
----------	------	------	-------

Velocidad del viento en área de preparado de horneado

Promedio	0.40	24.0	m/min
----------	------	------	-------

Acorde a los cálculos realizados (Ver Anexo 8) tenemos:

- TMR para Arroz 30.4
- TMR para Sopa 26.9
- TMR para Preparado y Lavado de Insumos 23.0
- TMR para Horneado 23.2

#### 5.3.2.1. Calor Radiante = R

$R = 11,34 \text{ (TMR- 35) Kcal/hora}$
-----------------------------------------

- Para ARROZ -52.50 Kcal/hora
- Para SOPA -91.74 Kcal/hora
- Para LAV. Y PREP. -136.65 Kcal/hora
- Para HORNEADO -134.38 Kcal/hora

### 5.3.2.2. Calor por Conducción-Convección (C-C)

$$C-C = V^{0.6} (T_a - 35) \text{ Kcal/hora}$$

- Para ARROZ -77.09 Kcal/hora
- Para SOPA -77.97 Kcal/hora
- Para LAV. Y PREP. -82.80 Kcal/hora
- Para HORNEADO -64.62 Kcal/hora

$$E_{\text{máx.}} = 2,05 V^{0.6} (42 - P \text{ vapor}) \text{ Kcal/hora}$$

- Humedad relativa en el Arroz 65.83%
- Humedad relativa en la Sopa 72.67%
- Humedad relativa en el Lavado y Preparado 74.00%
- Humedad relativa en el Horneado 82.50%

Usando Cartas de Humedad tenemos las presiones de vapor en mmHg. (Ver figura 23)

- 14 mmHg en el área de Arroz
- 14.5 mmHg en el área de Sopa
- 15.5 mmHg en el área de Lavado y Preparado
- 21.0 mmHg en el área de Horneado

Lo cual dará un Emáx de:

- Para ARROZ Emáx. = 368.74 Kcal/hora
- Para SOPA Emáx. = 338.13 Kcal/hora
- Para LAV.Y PREP. Emáx. = 365.70 Kcal/hora
- Para ARROZ Emáx. = 289.80 Kcal/hora

Donde el E requerido es M+R+C

- Para ARROZ  $E_{req.} = 180.0 - 52.50 - 77.09 = 50.41$  Kcal/hora
- Para SOPA  $E_{req.} = 322.5 - 91.74 - 77.97 = 152.79$  Kcal/hora
- Para LAV. Y PREP.  $E_{req.} = 215.0 - 136.65 - 82.8 = -4.45$  Kcal/hora
- Para HORNEADO  $E_{req.} = 330.0 - 134.38 - 64.62 = 131.0$  Kcal/hora

$$ISC = (E_{requerido} / E_{m\acute{a}ximo}) \times 100$$

- Para ARROZ  $ISC = 13.67$
- Para SOPA  $ISC = 45.19$
- Para LAV. Y PREP.  $ISC = -1.22$
- Para HORNEADO  $ISC = 45.20$

Calor máximo acumulable =  $C_{m\acute{a}x., a} = 63$  Kcal

Tolerancia de incremento de temperatura =  $1,1^{\circ}C$

Peso = 70 Kg.; Calor específico = 0,83

$$\text{Velocidad de acumulaci3n de calor} = E_{req.} - E_{m\acute{a}x.}$$

- Para ARROZ =  $50.41 - 368.74 = -318.33$
- Para SOPA =  $152.79 - 338.13 = -185.34$
- Para LAV. Y PREP. =  $-4.45 - 365.70 = -370.15$
- Para HORNEADO =  $131 - 289.80 = -158.80$

$$T_{m\acute{a}x., e} = 63 / (E_{req.} - E_{m\acute{a}x.})$$

Lo que implica que no hay un tiempo máximo de exposici3n.



Acorde a la figura 24, podemos indicar que en el ambiente de trabajo en el área de sopas y horneado se presenta sobrecarga calórica severa, mientras que en el área de arroz se cuenta con una sobrecarga calórica que oscila entre suave y moderada. Finalmente, en el área de preparado y lavado de insumos no hay sobrecarga térmica.

### 5.3.3. MEDICIONES DEL 21-06-2016

ISC= (E requerido /E máximo) x 100

E. máximo ≤ 600 Kcal/hora

E. requerido = M ± R ± C

Dada la siguiente formula:

$$TMR = [(Tg + 273)^4 + 0,32 \cdot 10^8 \cdot V^{0,5} (Tg - Ta)]^{0,25} - 273$$

Velocidad del viento en área de preparado de sopa (Primera Medición)

Promedio	0.33	19.8	m/min
----------	------	------	-------

Velocidad del viento en área de preparado de sopa (Segunda Medición)

Promedio	0.33	19.8	m/min
----------	------	------	-------

Acorde a los cálculos realizados (Ver Anexo 8) tenemos:

- TMR para Sopa (1ra medición) 125.57
- TMR para Sopa (2da medición) 225.64

### 5.3.3.1. Calor Radiante = R

$$R = 11,34 (TMR - 35) \text{ Kcal/hora}$$

- Para SOPA 1 -106.94 Kcal/hora
- Para SOPA 2 -106.14 Kcal/hora

### 5.3.3.2. Calor por Conducción-Convección (C-C)

$$C-C = V^{0,6} (T_a - 35) \text{ Kcal/hora}$$

- Para SOPA 1 -83.37 Kcal/hora
- Para SOPA 2 -81.57 Kcal/hora

$$E_{\text{máx.}} = 2,05 V^{0,6} (42 - P \text{ vapor}) \text{ Kcal/hora}$$

- Humedad relativa en la Sopa 1: 72.00%
- Humedad relativa en la Sopa 2: 72.67%

Usando Cartas de Humedad tenemos las presiones de vapor en mmHg. (Ver figura 23)

- 14.0 mmHg en el área de Sopa 1
- 15.0 mmHg en el área de Sopa 2

Lo cual dará un Emáx de:

- Para SOPA1 Emáx. = 344.28 Kcal/hora
- Para SOPA2 Emáx. = 331.98 Kcal/hora

Donde el E requerido es M+R+C

- Para SOPA 1  $E_{req.} = 322.5 - 106.94 - 83.37 = 132.19$  Kcal/hora
- Para SOPA 2  $E_{req.} = 322.5 - 106.14 - 81.57 = 134.79$  Kcal/hora

$$ISC = (E_{requerido} / E_{máximo}) \times 100$$

- Para SOPA 1 ISC = **38.40**
- Para SOPA 2 ISC = **40.60**

Calor máximo acumulable =  $C_{máx., a} = 63$  Kcal

Tolerancia de incremento de temperatura =  $1,1^{\circ}C$

Peso = 70 Kg.; Calor específico = 0,83

$$\text{Velocidad de acumulación de calor} = E_{req.} - E_{máx.}$$

- Para SOPA 1 =  $132.19 - 344.28 = -212.09$
- Para SOPA 2 =  $134.79 - 331.98 = -197.19$

$$T_{máx., e} = 63 / (E_{req.} - E_{máx.})$$

Lo que implica que no hay un tiempo máximo de exposición.

Acorde a la figura 24, podemos indicar que en el ambiente de trabajo en el área de sopas presenta sobrecarga calórica severa.

#### 5.4. DESCRIPCIÓN DE LAS EVALUACIONES

La medición realizada se tomó en cuenta:

La importancia de la aplicación de los métodos científicos como Fanger, TGBH e ISC.

La medición de estrés térmico realizada en el 2013, fue la primera en este comedor por lo que no se tuvo antecedentes del mismo centro a evaluar hasta el año 2016.

Las mediciones fueron hechas para poder trabajar con los tres métodos anteriormente mencionados. La primera vez se utilizaron los equipos de medición de la Facultad de Ingeniería Ambiental (FIA). La segunda medición fue hecha con equipos calibrados y de alta sensibilidad alquilados para el presente trabajo. La tercera medición fue realizada con equipos de la FIA obteniendo los mismos resultados en las tres mediciones.

La medición realizada fue para evaluar estrés térmico por calor en las zonas de cocinas y preparado de sopas mas no en la zona de los hornos debido a que no se consideró una exposición apreciable por lo q nadie se encuentra cerca.

Para poder realizar el método de TGBH se tuvo que evaluar en 3 alturas distintas (altura del pie, abdomen y cabeza) y en el caso del horneado y el lavado y preparado de insumos se midió en la altura de trabajo (cabeza).

La medición duró un promedio de 1 hora y 30 minutos, donde se procedió a acondicionar el equipo treinta minutos y hacer la medición de cada zona con un intervalo de 10 minutos cada una.

Se tomó en cuenta las temperaturas del anemómetro y del Termohigrómetro.

Se hizo un promedio de velocidad del viento de unas 10 mediciones obteniendo su promedio aritmético al igual que en la humedad relativa.

## **5.5. RESULTADOS**

### **5.5.1. MEDICIONES DEL 01-07-2013**

Durante la primera evaluación realizada en el 2013 se obtuvo una temperatura de globo y de bulbo húmedo de 22.9°C para la zona de preparado de sopas y 21.6°C para la zona de preparado de arroz, por ende, los trabajadores en el área de preparado de arroz y sopas (bajo esta evaluación), no están sometidos a estrés térmico.

Bajo un análisis de confort térmico de Fanger en el mismo año, el ambiente térmico en el que se encontraban era caluroso con un PMV de 1.56 y un porcentaje de personas insatisfechas del 54.57%.

Finalmente, con el método de ISC se indicaba que el ambiente de trabajo cuenta con una sobrecarga calórica suave moderada dado que la temperatura radiante media para la zona de preparado de sopas es de 26.8°C y para la zona de preparado de arroz es 23°C.

### **5.5.2. MEDICIONES DEL 17-06-2016**

En la segunda evaluación realizada con equipos altamente sensibles el 17 de junio del 2016, medido en cuatro ambientes (área de arroz, sopas, lavado y preparado de insumos, y horneado), se obtuvo que bajo método TGBH, el comedor no está sometido a estrés térmico en ninguna de las áreas evaluadas. La temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH) para el personal que prepara arroz es de 21.9°C de 28°C, en la zona de preparación de sopas es la TGBH es de 20.9°C de un máximo de 24°C, en la zona de lavado y preparado de insumos es de 21.2°C de un máximo de 26.0°C, y en la zona de horneado de pollo la TGBH es de 23.1°C de un máximo de 24.0°C.

Utilizando la medición de Fanger obtenemos ambientes calurosos en las cuatro áreas evaluadas. En la zona de preparación de arroz obtenemos un PMV de 1.84, lo que indica que el ambiente es percibido como caluroso con un porcentaje de personas insatisfechas que llega al 69.07%.

Para la zona de preparación de sopa obtenemos un PMV de 1.71, lo que indica que el ambiente es percibido como caluroso con un porcentaje de personas insatisfechas que llega al 62.29%.

Para la zona de lavado y preparado de insumos obtenemos un PMV de 1.73, lo que indica que el ambiente es percibido como caluroso con un porcentaje de personas insatisfechas que llega al 63.35%.

Para la zona del horneado de pollo, obtenemos un PMV de 2.17, lo que implica, que el método Fanger debe ser reforzado con otro método para que la evaluación permita una mejor definición de los controles. Asimismo, se indica que el ambiente es percibido como caluroso con un porcentaje de personas insatisfechas que llega al 83.81%.

Con la evaluación del ISC obtenemos 30.4°C de temperatura radiante media (TMR) y 13.67 de ISC en el área de arroz, una TMR de 26.9°C y un ISC de 45.19 para la zona de preparado de sopas, una TMR de 23.0°C y un ISC -1.22 para la zona de preparado y lavado de insumos, y para la zona de horneado una TMR de 23.2°C y un ISC de 45.20.

Bajo estas condiciones, podemos indicar que en el ambiente de trabajo en el área de sopas y horneado se presenta sobrecarga calórica severa, mientras que en el área de arroz se cuenta con una sobrecarga calórica que oscila entre suave y moderada. Finalmente, en el área de preparado y lavado de insumos no hay sobrecarga térmica.

### 5.5.3. MEDICIONES DEL 21-06-2016

En la tercera evaluación, se midió estrés térmico en el área de sopas debido a que fue considerado como uno de los más críticos durante la ejecución del trabajo.

En ambas evaluaciones, bajo la metodología de TGBH se indica que no se encuentran sometidos a estrés térmico, obteniendo una TGBH de 20.2 y 20.3°C.

Bajo el método de Fanger, durante la primera medición se obtiene un PMV de 1.54 con un porcentaje de personas insatisfechas de 53.08%, y en la segunda medición un PMV de 1.55 con un PPD de 53.68%.

Utilizando el método de ISC obtenemos una TMR de 125.57 en la primera medición, y en la segunda medición una TMR de 225.64. Finalmente se obtiene como resultados un Emáx. de 344.28 Kcal/hora y 331.98 Kcal/hora respectivamente y acorde a la figura 24, podemos indicar que en el ambiente de trabajo en el área de sopas presenta sobrecarga calórica severa por lo que puede conllevar riesgos para la salud y se necesita que la persona esté aclimatada y existan tiempos de recuperación.

## CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

- La zona de preparación de sopas presenta ambientes térmicos calurosos según Fanger dado que, durante la primera evaluación se obtuvo un PMV de 1.56 con un PPD de 54.57%. En la segunda evaluación, para la zona de preparación de sopa obtenemos un PMV de 1.71, con un PPD 62.29%, en la tercera evaluación, el PMV de 1.54 con un PPD de 53.08%, y en la cuarta evaluación un PMV de 1.55 con un PPD de 53.68%.
- La zona de preparación de arroz presenta ambientes térmicos calurosos según Fanger, dado que, durante la evaluación del 17-06-2016 se obtuvo un PMV de 1.84 con un PPD de 69.07%. Además, de acuerdo con el método de ISC podemos indicar que en el ambiente de trabajo se tiene una sobrecarga calórica suave-moderada.
- La zona de lavado y preparado de insumos presenta ambientes térmicos calurosos según Fanger, dado que, durante la evaluación del 17-06-2016 se obtuvo un PMV de 1.73 con un PPD de 63.35% y bajo estas condiciones se debe realizar esfuerzos para mejorar las condiciones de confort térmico.
- La zona de horneado de pollo presenta un ambiente de trabajo con sobrecarga calórica severa con una TMR de 23.2°C y un ISC de 45.20. Según Fanger, se obtuvo un PMV de 2.17 con un PPD de 83.81% y bajo estas condiciones se debió complementar el método de análisis con otro estudio que evalúe los niveles de exposición al calor y realizar esfuerzos para mejorar las condiciones de trabajo dado que el trabajador se encuentra bajo estrés térmico.
- Los trabajadores del comedor universitario de la UNI se encuentran expuestos a ambientes térmicos calurosos según Fanger, y la exposición puede conllevar a riesgos para la salud y respuestas inusitadas como: la sudoración, sensación de agotamiento, aburrimiento y deshidratación.



- En la medición ejecutada el 17 de junio del 2016 se observó que el área más crítica es la de sopas y el horneado, dado que el PMV es de 1.71 y 2.17 con unos PPD de 62.29% y 83.81% respectivamente.
- El área de sopas es considerada un área de sobrecarga calórica severa debido a la cantidad de gasto metabólico que realiza el personal que trabaja. Seguida del área de horneado que se realiza en promedio dos veces por mes.
- Las mediciones en el área de preparación de sopas en el año 2016 son menores a las realizadas en el 2013. Se debe considerar, que en el 2016 las condiciones climáticas eran más frías respecto a la medida en el 2013.
- El preparado de sopa se realiza diario, mientras que el horneado se realiza dos veces por mes. Estas diferencias de periodos de exposición fueron tomadas para realizar la segunda medición en donde se preparó pollo horneado. En el caso del horneado y el preparado de sopa, se observó presencia de vapor a nivel de la cabeza de los trabajadores, siendo este el principal problema del discomfort.
- El horno al ser abierto durante el retiro de las piezas de pollo tiende a llenar de vapor el área de cocina afectando el confort térmico en el ambiente de trabajo. Este incidente ocurre una o dos veces por mes.
- Las mediciones realizadas en el año 2013 y 2016 fueron realizadas en invierno, por lo que los resultados pueden variar en el verano y cuando la humedad relativa es menor a 60%.
- Las condiciones de exposición al vapor son las más críticas y se pueden encontrar al momento de sacar las piezas de pollo recién horneadas y en el área de preparado de sopas. Los trabajadores suelen estar más expuesto en caso no se encuentre la campana extractora cerca.

- En las mediciones realizadas en el 2013 las marmitas no sobrepasaban la proyección de la campana extractora, es decir, las campanas extractoras cubrían toda el área de la marmita. Sin embargo, en la actualidad vemos marmitas más grandes que la campana extractora, lo que ocasiona la desviación del vapor afectando ligeramente el ambiente térmico bajo parámetros de confort.
- La normativa peruana hace énfasis en la medición de estrés térmico mediante la RM 375-2008-TR la cual indica como método de evaluación al Índice de TGBH el cual nos da un acercamiento al problema, mas no, determina un ambiente de trabajo térmicamente confortable.
- Las normativas internacionales identifican al método Fanger como una medida de evaluación de confort térmico práctica y sencilla.
- Cada uno de los métodos cuenta con distintos factores de evaluación, restricciones y escalas de valoración, sin embargo, cada uno se complementa muy bien
- Las mediciones de estrés térmico no tienen resultados significativos cuando son medidos con equipos de mayor sensibilidad debido a que la velocidad del viento no es considerada en el cálculo del Índice TGBH y el QuestTemp variaba en el tiempo de recuperación de la temperatura.
- El diseño del comedor universitario permite una buena circulación de los flujos de aire, sin embargo, la velocidad de aire no es significativa para el cálculo de estrés térmico para el índice TGBH, dado que el consumo metabólico es menor a 310 Kcal/h.
- Las mediciones de estrés térmico con el índice TGBH nos brindan un panorama general de la situación y no debe ser considerado como único indicador para determinar un ambiente caluroso. Se debe tener en cuenta que cada método tiene sus restricciones y se debe trabajar en función a los parámetros que se desea observar y los factores que se quieren corregir.

- El método Fanger es un método muy completo y práctico recomendado para valores de IVM entre -2 hasta +2. Durante la segunda medición se obtuvo un PMV mayor a 2 en la medición de la zona del horneado por lo que la aplicación del método de ISC aportó en la identificación del ambiente térmico.
- El cálculo del Tiempo de Exposición Permisible (TEP) para el método de ISC se efectúa a partir de considerar a un hombre estándar de 70 Kg de peso. El vestido es ligero (De 0.5 a 0.6 clo.) o bien desnudo (0 clo.) con una temperatura de la piel de 35 °C.
- Los resultados obtenidos con el método de ISC son aplicables a sujetos físicamente bien dotados y adecuadamente aclimatados.
- En caso se desee aplicar el método de ISC se debe tener en cuenta que no tendrá significancia debido a que las condiciones de trabajo no permiten un valor de vestimenta de 0.6 clo.
- El Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPI) con el método de Fanger indican que nos encontramos ante un ambiente caluroso con más del 60% de personas insatisfechas lo que implica tomar acciones inmediatas en los cuatro ambientes evaluados (Área de sopas, preparado de arroz, lavado y preparado de insumos, y horneado de pollo).
- El cálculo del Voto medio estimado (PMV) y del Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) permiten identificar situaciones de incomodidad térmica percibidas por el cuerpo en su conjunto, sin embargo existen una serie de factores tales como las corrientes de aire, la diferencia de temperatura vertical, el vapor de los alimentos, la existencia de techos, paredes o suelos fríos o calientes (asimetría de la temperatura radiante), que pueden provocar incomodidad al trabajador aun cuando la situación global haya sido valorada como satisfactoria por el método Fanger.

- No todas las medidas de control para contar con un ambiente bajo las condiciones de confort térmico podrán implementarse en el corto plazo. Se debe priorizar.
- Las medidas de control aplicadas por la administración del comedor son: La programación semanal de los menús en función a las kilocalorías de los alimentos, mantenimientos preventivos y correctivos de la campana extractora y la rotación de quehaceres del personal de cocina.
- Existe un amplio conocimiento por investigar sobre el calor como agente desde el punto de vista toxicológico. Así como, estructurar la teoría que permita definir bajo la toxicocinética y toxicodinámica la acción fisiológica del cuerpo cuando es sometido a ambientes calurosos. El presente trabajo busca cumplir con todo el requisito técnico para incorporar al calor como tóxico bajo sus definiciones.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- Evaluar la viabilidad de la implementación de los controles indicados en el presente estudio. Se necesita que la persona esté aclimatada y existan tiempos de recuperación, la implementación de horarios de hidratación y la implementación de periodos de descanso durante su jornada de trabajo juegan un papel muy importante para mitigar los daños ocasionados.
- La actividad de horneado debe ser realizada por personal aclimatado con más de una semana de trabajo como mínimo. Para el caso del personal que prepara sopas se recomienda trabajar en el tiempo de exposición.
- Implementar un “Programa de Regímenes de Trabajo” y un “Procedimiento de Trabajo Seguro”, en donde se incluya periodos de descanso, alternaciones de tareas a los cocineros que recién inician sus labores en el comedor para su tiempo de aclimatación, e inclusive, ropa de cambio en caso transpiren. La rotación de actividades en las personas encargadas del preparado de sopas ayudaría a disminuir el gasto metabólico de las personas ejecutando esa actividad.
- Pese a que el comedor universitario no opera en verano, se recomienda contar con un menú que no implique uso del horno durante el mes de marzo y abril. Se debe evaluar la alternativa de preparar ensaladas o alimentos frescos que evite el uso de las marmitas.
- Las actividades de preparado de sopas y retiro del producto horneado de pollo deben encontrarse en constante monitoreo en caso varíen las condiciones ambientales del trabajo. Considerar en el equipo de protección personal una muda de ropa para el personal que se expone a los vapores de los alimentos. La dotación de la vestimenta debe estar contemplada en el presupuesto anual del comedor.

- Implementar un sistema de ventilación que permita extraer los vapores del horno desde la fuente, iniciando la apertura después de que la concentración de vapores haya disminuido considerablemente.
- Se recomienda realizar una medición de estrés térmico en verano para identificar el nivel de exposición de los trabajadores durante los meses de marzo y abril.
- Implementar un sistema de extracción y corta vientos en los ingresos que permita regular la temperatura del ambiente de trabajo entre 19 °C y 20 °C en invierno y 21 °C y 26 °C en verano.
- Contar con un mantenimiento preventivo de las campanas extractoras verificando la eficiencia del motor y limpieza de los ductos para garantizar su funcionamiento adecuado.
- Nuestra norma peruana debe indicar y especificar mejor en que consiste cada metodología con sus restricciones.
- Para una adecuada evaluación térmica no basta con considerar el Índice TGBH, se debe aplicar otras metodologías que permitan identificar mejor el problema.
- Durante la medición de estrés térmico se debe evaluar e identificar si la velocidad del aire es un factor significativo. Para trabajos cuyo consumo metabólico es menor que 310 Kcal/h y la temperatura TGBH límite para personas aclimatadas sea de 28 °C o 26°C para personas no aclimatadas, la velocidad del viento no será representativa.
- No se requiere equipos de alta precisión para ejecutar las mediciones de estrés térmico del comedor universitario de la UNI dado que las velocidades del viento y los cambios de temperatura en el ambiente no son significativos.

- Mantener actualizado los planos del comedor universitario, con la finalidad de conocer los ambientes que se modifiquen y puedan afectar el ambiente térmico. En caso exista alguna remodelación en la infraestructura o las máquinas utilizadas en el comedor, se debe realizar una evaluación de estrés térmico teniendo prioridad en el área de horneado y preparado de sopa."
- Para tener un panorama completo de la evaluación térmica del ambiente de trabajo se debe aplicar como mínimo tres metodologías de medición térmica para poder analizar el riesgo. El método de TGBH debe completarse con la de Fanger dado que es un método práctico y completo.
- En caso el PMV sea mayor a 2 implica que el método de Fanger debe ser complementado con otro método para la zona de horneado.
- Debido a que las condiciones presentadas en la evaluación son distintas a las restricciones de la medición, se debe complementar el método de ISC con un método adicional para continuar con el análisis de estrés térmico.
- Para la evaluación de los trabajadores del comedor universitario se debe considerar un seguimiento al personal no entrenado durante una semana, a fin de cambiarlo de puesto en caso se encuentre sometido a una sobreexposición de calor.
- Antes de iniciar la aplicación de un método se debe tener en cuenta las restricciones y si existen factores de corrección que permitan acercar y ajustar mejor los datos a los resultados cuantitativos obtenidos en campo.
- Se recomienda contar con zonas de trabajo que cuenten, por lo menos, con el 90% de personas satisfechas, para indicar que el ambiente de trabajo se encuentra en condiciones de confort según Fanger.

- El método Fanger permitirá al evaluador analizar el ambiente térmico en el que el trabajador desarrolla su tarea, con el fin de identificar si dichas condiciones proporcionan una sensación térmica confortable para la mayoría de las personas, o bien es necesario proponer medidas correctivas que garanticen, en la medida de lo posible, el bienestar térmico. Luego de llegar a la situación de confort de Fanger, se debe plantear una evaluación cualitativa mediante encuestas, extrayendo la percepción de los trabajadores hacia su ambiente de trabajo.
- Iniciar con las medidas de control administrativa, las cuales implican el desarrollo de procedimientos, programas, capacitaciones al personal y la rotación de las actividades durante el turno de trabajo para disminuir el tiempo de exposición. Implementar un Programa de Vigilancia a la Salud. En este plan se puede incluir el Plan Integral de Nutrición que tiene implementado el comedor para preparar sus alimentos.
- Tener identificado las medidas de control aplicadas por el comedor mediante una "Matriz de Control".
- Los efectos adversos del calor en el cuerpo humano han sido tomados como parte del concepto teórico de la toxicocinética del calor. Los conocimientos en el campo de la medicina, fisiología y toxicología cada vez van innovándose acorde a las necesidades del mundo cambiante, lo que implica una mayor profundización del tema, sustentándola bajo bibliografía de profesionales con un amplio trabajo contemporáneo.



## FUENTES DE INFORMACIÓN

### LIBROS

- TAMAYO, Mario (2016) Metodología formal de la Investigación Científica. 2da ed. Bogotá: LIMUSA S.A.
- TAFUR & IZAGUIRRE (2015) Cómo Hacer un Proyecto de Investigación. 2da ed. Bogotá: Alfaomega
- HERNANDEZ, FERNANDEZ & BAPTISTA (2014) Metodología de la Investigación. 6ta ed. EE. UU: Mc. Graw Hill
- TOKESHI SHIROTA, Alberto (2013) Planifique, desarrolle y apruebe su tesis. 2da ed. Lima: Universidad de Lima.
- QUEZADA LUCIO, Nel (2010) Metodología de la investigación. 1ra ed. Lima: Editora Macro E.I.R.L.
- PINO GOTUZZO, Raúl (2007) Metodología de la Investigación. 1r ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- ANIBAL RODRIGUEZ, Carlos (2009) LOS CONVENIOS D LA OIT SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. Una oportunidad Para mejorar las condiciones y el Medio Ambiente de Trabajo. 1ra ed. Buenos Aires: OIT Argentina.
- POVL OLE, Fanger (1972) Thermal Confort. New York: McGraw-Hill.
- THEWS, Gerhard, MUTSCHLER, Ernst & VAUPEL, Peter (1983) Anatomía, fisiología y patología del hombre. 1era ed. España: Reverté.
- HUGH D. Young (1996) Fundamentos de Mecánica y Calor. New York: Mc Graw Hill Book Company.

- VASQUEZ W. José (1996) Física General Teoría Y Problemas TOMO I Mecánica, Calor y Sonido. Lima: UNMSM
- KARL. H. E, *Kroemer*, HENRIKE B., *Kroemer* & KATRIN. E. *Kroemer*, Elbert (2003) Ergonomics. How to Design for Ease and Efficiency.2 ed. USA: Upper Saddle River.
- PHILLIP L. Williams, ROBERT C. James & STEPHEN M. Roberts (2003) Principles of Toxicology. Environmental and Industrial Applications. 2ed.New York: Jhon Wiley & sons
- CÓRDOBA PALACIO, Darío (2006) Toxicología. Colombia: El Manual Modern
- F. Rex. Andrew & WOLFSON, Richard (2011). Fundamentos de Física.1era ed. España: Pearson
- C.GUYTON, Arthur (2011) Tratado de fisiología médica.12 ed. España: GEA
- MEZQUITA PLA, Cristóbal, MEZQUITA PLA, Jovita, MEZQUITA MAS. Betlem & MEZQUITA MAS, Pau (2011) Fisiología Medica Del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico. España: Medica Panamericana S.A.
- SHERWOOD, Lauralee (2011) Fisiología Humana. De las células a los sistemas. 7 ed. México: Cengage Learning, Inc.
- RAWSON & HASELKORN(1972) Molecular Mechanisms of Protein Biosynthesis. New Jersey: Academic Pres.
- DEL CARMEN VALLEJO, María (1989:11-15) Toxicología General: Análisis Toxicológico pp11-15. Colombia: Consejo Colombiano.

## ESTÁNDARES INTERNACIONALES

- Organización internacional del Trabajo (OIT) (1981) C 155 Convenio sobre Seguridad y Salud en el Trabajo. Ginebra: OIT
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (1992) Threshold limits values and Biological exposure indices of 1992-93 Cincinnati. USA: ACGIH.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA) (1971) Technical Committee on Ergonomics. Ergonomics Guide to Assessment of Metabolic and Cardia. España: UPC.
- AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION(AIHA) (1975) Heating and Cooling for Man in Industry.2da ed. USA: Elsevier
- AMERICAN NATIONAL STANDARD (ANSI) (1979) American National Standard: Guide for the Evaluation of Human Exposure. New York: USA.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA) (1971) Costs of Physical Work. España: UPC.
- INSHT, MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES DE ESPAÑA (2006). NTP 501. España: Diario oficial de España [consulta 19 de junio de 2016].
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (198) NTP 177: La carga física de trabajo: definición y evaluación. España: INSHT
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (1998) INSHT-NTP 501: Ambiente térmico: disconfort térmico local España: INSHT

- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (199) INSHT- NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT. España: INSHT
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (1984) Moderate Thermal Environments -Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, ISO 7730.España: AENOR.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (1989) Hot Environments - Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate, ISO 7933.España: AENOR
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (1989) Hot environments. Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index (Wet bulb globe temperatures), ISO 7243.España: AENOR
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (1989) Hot Environments - Estimation of the heat, ISO 7243: AENOR
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (1989) Stress on working man, based on the TGBH-index (Wet Bulb Globe Temperature). España: AENOR
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2006) Ergonomía del ambiente térmico: une-en ISO 7730:2006. España: AENOR.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2006) Ergonomía del ambiente térmico: une en ISO 8996:2004. España: AENOR.

## PÁGINAS WEB

- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT) (2018) Seguridad y salud en el trabajo. Recuperado de <http://ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-es/index.htm> [Consulta: Abril del 2018]
- ERGONAUTAS (2017) Seguridad y salud en el trabajo. Recuperado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php> [Consulta: Junio del 2017]
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT). (1983). Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación. Madrid (INSHT) Recuperado de: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp\\_074.pdf\[s.\]](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_074.pdf[s.]) [Consulta: 05 de Agosto de 2016].
- INSHT, MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES DE ESPAÑA (2006) NTP 501. España: Diario oficial de España. [Consulta 19 de junio de 2016].
- Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo (INSHT) (1998) Ambiente térmico: inconfort térmico local. Madrid (INSHT) Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp\\_501.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_501.pdf) [Consulta: 05 de Agosto de 2015].
- UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR (UES) (2015) Estudio de estrés térmico en los ambientes laborales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador. San Salvador :(UES) Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/8174/1/Estudio%20de%20estr%C3%A9s%20t%C3%A9rmico%20en%20los%20ambientes%20laborales%20de%20la%20Facultad%20de%20Ingenier%C3%ADa%20y%20Arquitectura%20de%20la%20Universidad%20de%20El%20Salvador.pdf> [Consulta: Mayo del 2015]

**ARTÍCULOS Y REVISTAS**

- P. Bard (1961) Regulación de la temperatura corporal, pp.526-531. En: "Psicología Médica". USA: Mosvy company.
- J.J. VOGT (2003) Ambiente térmico industrial, pp.103-166. En: "tercer simposio de higiene industrial. Madrid: Mapfre
- ARQUES ESPÍ, Eugenio (2003) Control de los riesgos higiénicos derivados del calor, pp.167-190. En: "III simposio de higiene industrial: Madrid.: Mapfre.
- MENENDEZ, M. Y ARGUES, E (1977) Riesgos en ambientes de calor, stress térmico" VIII Congreso nacional de medicina, higiene y Seguridad en el trabajo. España: Serv. Publicaciones del INSHT.
- CASTEJÓN VILERLLA, E (1974) Evaluación del ambiente térmico en higiene del trabajo. En: Revista de Medicina de Empresa pp.1-36, nº4, Vol. XI.
- D.G., Alden, R.W., Daniels & A.F. Kanarick (1971) Keyboard Design and Operation: A Review of the Major. España: UPC.
- Issues (1972) Human Factors pp 275-293. España: UPC

ANEXOS

ANEXO N° 1: FIGURAS

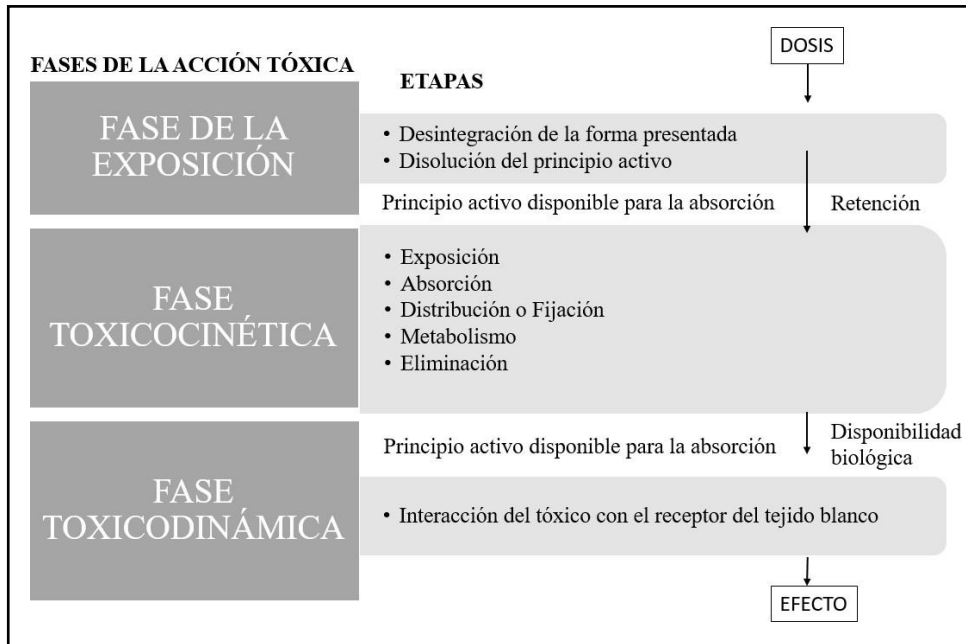


Figura 1. Fases de la Acción Tóxica. Adaptado de Córdoba 2006

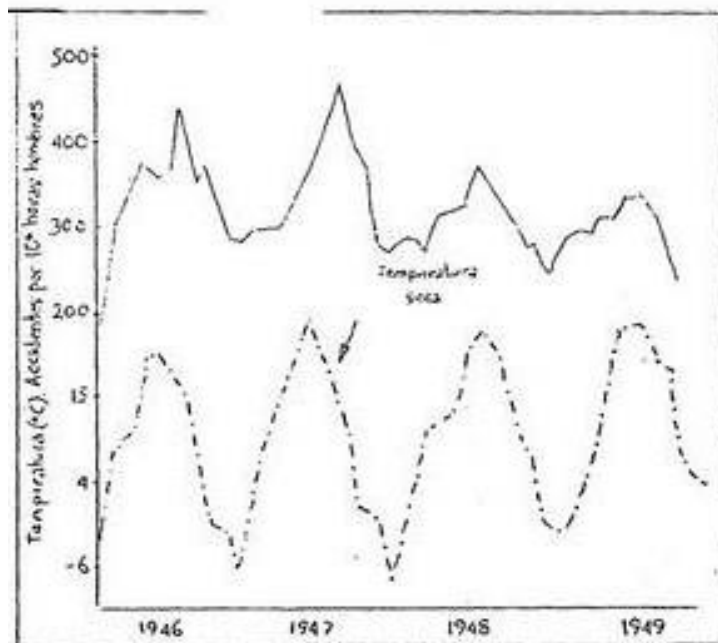


Figura 2. Relación entre frecuencia de accidentes y clima ambiental en una acería, según estudio experimental de Belding.

20 °C	Tª confortable	Capacidad rendimiento plena
↓	Malestar	Trastornos Psíquicos
	Irritabilidad	
	Dificultad de concentración	
	Disminución rendimiento intelectual	
	Aumento fallos en trabajo	Trastornos Psicofisiológicos
	Dismu. rend. trabajos de destreza	
	Mayor nº accidentes	
	Disminu. rend. trabajos pesados	Trastornos Fisiológicos
	Perturbación metab. hidro-salino	
	Sobrecarga sist. cardiovascular.	
35-40 °C	Limite de la máxima temperatura tolerable	Fuerte fatiga, riesgo de agotamiento

*Figura 3. Correlación entre el rendimiento y aumento de temperatura ambiental según Grandjean*

#### Valoración de la carga de trabajo

Valores medios de la carga térmica metabólica durante la realización de distintas actividades

A. Postura y movimientos corporales		Kcal/minuto	
Sentado		0,3	
De pié		0,6	
Andando		2,0 - 3,0	
subida de una pendiente andando		añadir 0,8	por metro de subida
B. Tipo de trabajo		Media	Rango
		Kcal/minuto	Kcal/minuto
Trabajo manual	ligero	0,4	
	pesado	0,9	0,2 - 1,2
Trabajo con un brazo	ligero	1,0	
	pesado	1,7	0,7 - 2,5
Trabajo con los dos brazos	ligero	1,5	
	pesado	2,5	1,0 - 3,5
Trabajo con el cuerpo	ligero	3,5	
	moderado	5,0	
	pesado	7,0	2,5 - 15,0
	muy pesado	9,0	

*Figura 4. Cálculo de la carga térmica metabólica y consumo metabólico medio de diferentes actividades, según datos de American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).*



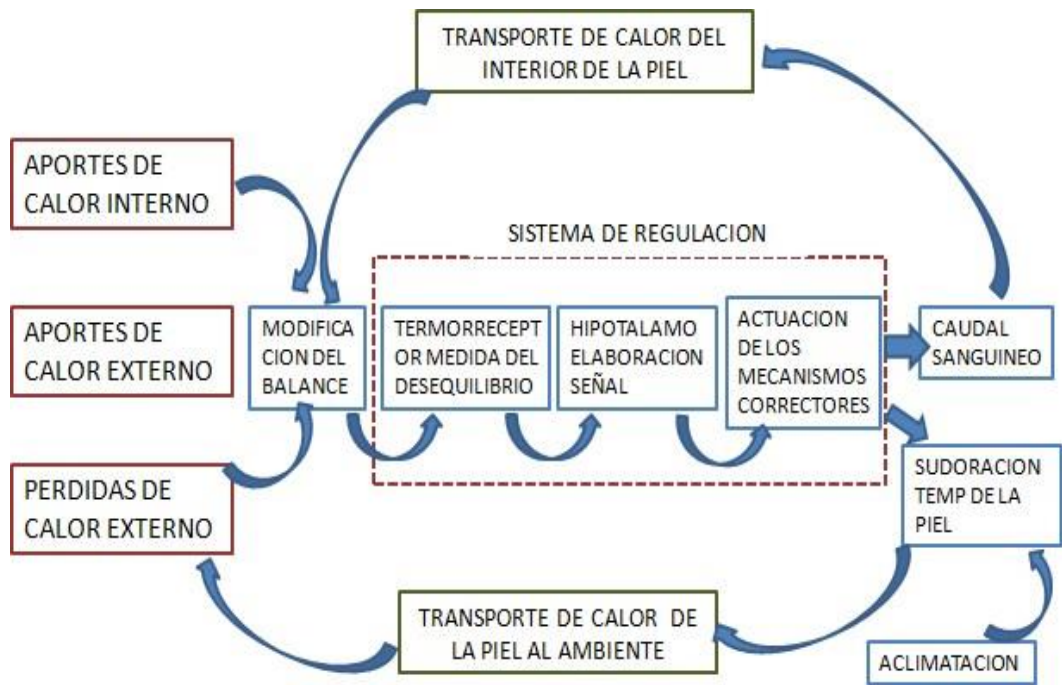


Figura 5. Mecanismo del sistema de termorregulación, según Aubertin - MG-INRS

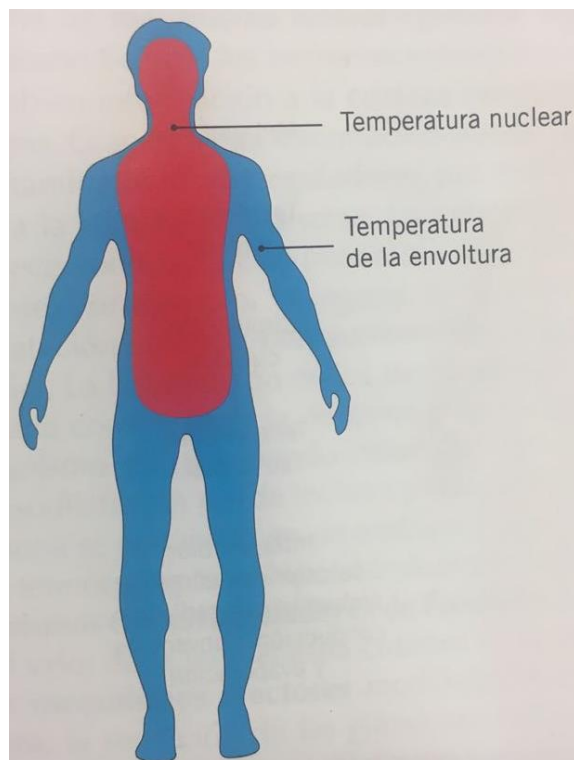


Figura 6. Temperatura nuclear y temperatura de la envoltura corporal, según Mezquita (2011)

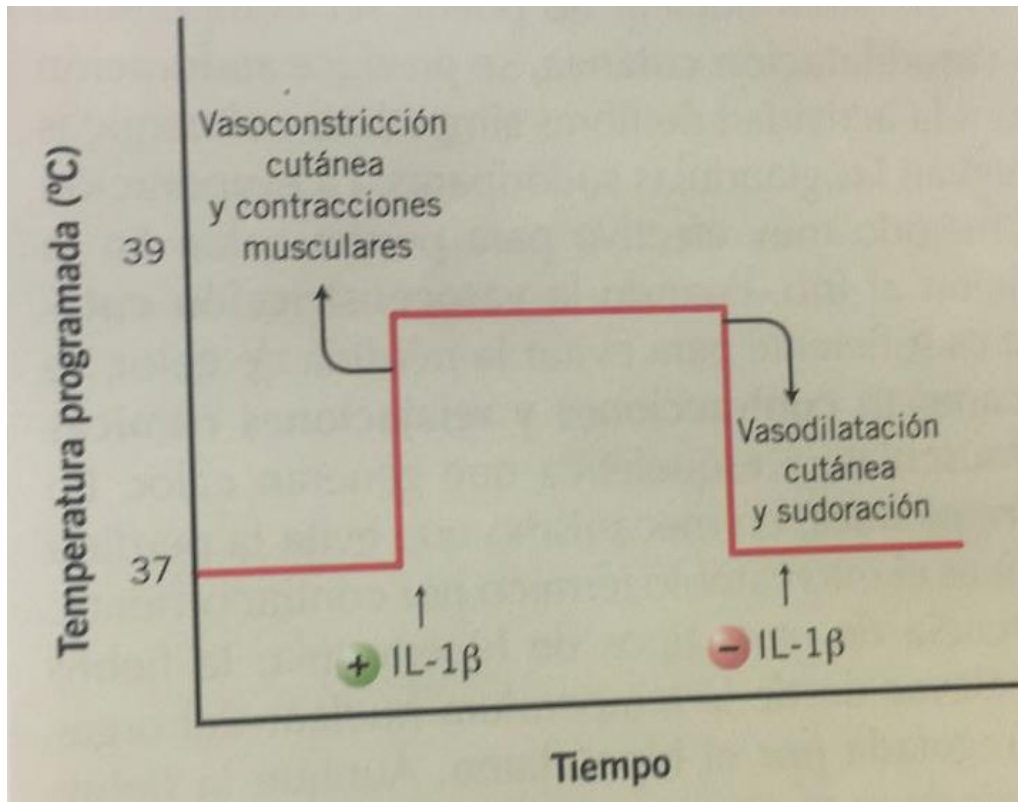


Figura 7. Curva de reacción del termostato hipotalámico en función de la temperatura programada, según Mezquita (2011)

SUJETOS	Na <sup>+</sup> en el sudor (mmol/l)	Cl <sup>-</sup> en el sudor (mmol/l)	K <sup>+</sup> en el sudor (mmol/l)
Hombres no entrenados	90	60	4
Hombres entrenados	35	30	4
Mujeres no entrenadas	105	98	4
Mujeres entrenadas	62	47	4

Figura 8. Concentraciones de Electrolitos en el Sudor en Personas Entrenadas Y No Entrenadas, según Wilmore (2004).

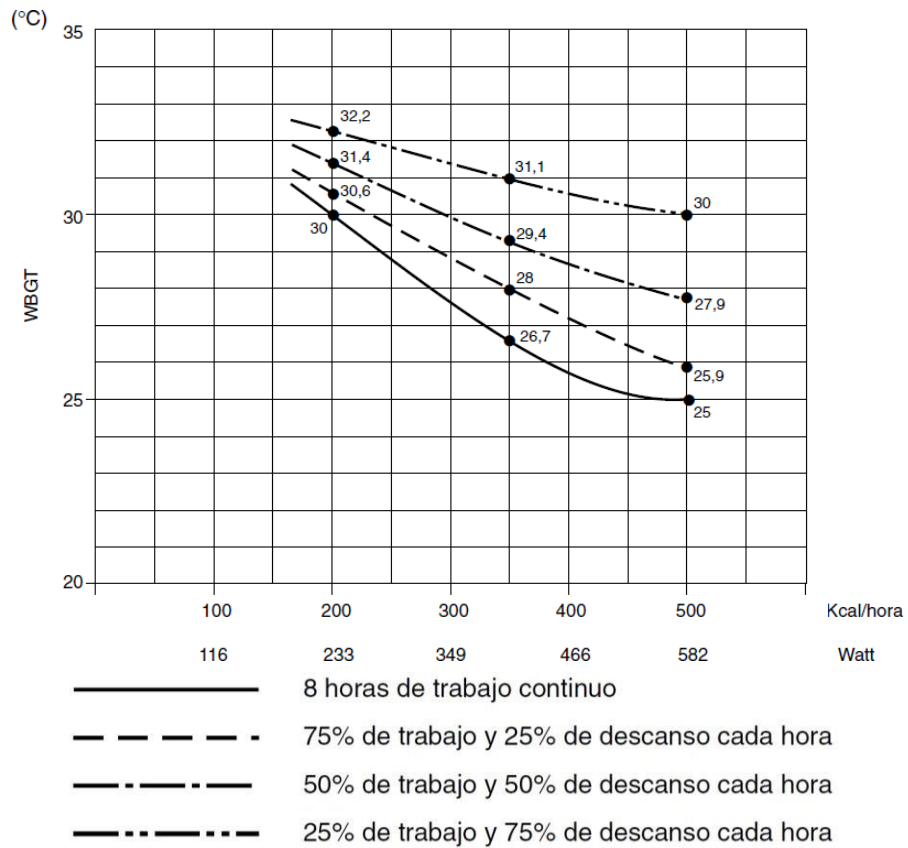


Figura 9. Límites de exposición horaria para trabajadores aclimatados, con regímenes de trabajo y descanso, según ISO 7243.

Tipo de corrección	Valor (clo)	Corrección WBGT
Uniforme de trabajo de verano	0.6	0
Batas de algodón	1.0	-2
Uniforme de trabajo de invierno	1.4	-4
Gore TEX (protección antihumedad)	1.2	-6

Figura 10. Factores de corrección para vestimentas de trabajo, según la American Industrial Hygiene Association (AIHA); disminuir el valor límite en la cantidad indicada en la tabla

A. Posición y movimiento del cuerpo			
		Kcal/min	
Sentado		0,3	
De pie		0,6	
Andando		2,0 - 3,0	
Subida de una pendiente		añadir 0,8 por m de subida	
B. Tipo de trabajo			
		Media Kcal/min	Rango Kcal/min
Trabajo manual	Ligero	0,4	0,2 - 1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1,0	0,7 - 2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5	1,0 - 3,5
	Pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5	2,5 - 15,0
	Moderado	5,0	
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

Figura 11. Estimación del Consumo Metabólico (M), según ACGIH.

Consumo metabólico Kcal/hora	WBGT límite °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	V = 0	V ≠ 0	V = 0	V ≠ 0
< 100	33	33	32	32
100 ÷ 200	30	30	29	29
200 ÷ 310	28	28	26	26
310 ÷ 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Figura 12. Valores límite de referencia para el índice TGBH, según ISO 7243.

ROPA DE TRABAJO	AISLAMIENTO (clo.)
Calzoncillos, mono <sup>12</sup> , calcetines, zapatos.	0.7
Calzoncillos, camisa, mono, calcetines, zapatos.	0.8
calzoncillos, camisa, pantalones, bata, calcetines, zapatos.	0.9
Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, calcetines, zapatos	1
Ropa interior de mangas y perneras largas, chaqueta térmica, calcetines, calcetines, zapatos.	1.2
Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, chaquetón y sobre pantalones con acolchado grueso, calcetines, zapatos, gorro, guantes.	1.4
Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, chaquetón y sobre pantalones con acolchado grueso, calcetines, zapatos.	2
Ropa interior de mangas y perneras largas, chaqueta y pantalones térmicos, anorak <sup>13</sup> con acolchado grueso, chaquetón y sobre pantalones con acolchado grueso, calcetines, zapatos.	2.55

*Figura 13. Valores de aislamiento de ropa de trabajo, en clo.*

<sup>12</sup> Ropa de trabajo de cuerpo completo (Mameluco) hecho de algodón y poliéster.

<sup>13</sup> Conocido también como parca, es un tipo de casaca pesada con capucha.

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

Figura 14. Relación entre la tasa metabólica y la carga física de la tarea según INSHT-NTP177

CLASE	Tasa metabólica en W/m <sup>2</sup>	EJEMPLOS DE ACTIVIDADES
Descanso	65	Descansando, sentado cómodamente.
Tasa metabólica baja	100	Escribir, teclear, dibujar, coser, anotar contabilidad, manejo de herramientas pequeñas, caminar sin prisa (velocidad hasta 2,5 Km./h)
Tasa metabólica moderada	165	clavar clavos, limar, conducción de camiones, tractores o máquinas de obras, caminar a una velocidad de 2,5 Km/h hasta 5,5 Km/h.
Tasa metabólica alta	230	Trabajo intenso con brazos y tronco, transporte de materiales pesados, Pedalear, empleo de sierra, caminar a una velocidad de 5,5 Km./h hasta 7 Km/h.
Tasa metabólica muy alta	260	Actividad muy intensa a ritmo de muy rápido a máximo, trabajo con hacha, cavado o pelado intenso, subir escaleras, caminar a una velocidad superior a 7 Km/h.

Figura 15. Valores medios de las tasas metabólicas en función de la actividad desarrollada, según ISO 8996.

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

Figura 16. Métodos principales de estimación del metabolismo.

<b>UNIDADES DE MEDIDA DE LA TASA METABÓLICA</b>	
1 kcal	4,184 kJ
1 kcal/h	1,161 W
1 W	0,861 kcal/h
1 kcal/h	0,644 W/m <sup>2</sup>
1 W / m <sup>2</sup>	1,553 kcal / hora (Para una superficie corporal estándar de 1,8 m <sup>2</sup> ).
1 MET <sup>14</sup> .	0,239 kcal
1 MET.	58,15 W/m <sup>2</sup>

Figura 17. Tabla de equivalencia de unidades de medida de la tasa metabólica.

<sup>14</sup> Unidad Metabólica de Reposo

<b>Temperatura</b>	De 17 a 27 °C para trabajos sedentarios.
	De 14 a 25 °C para trabajos ligeros.
<b>Humedad</b>	Del 30 % al 70 %
	Del 50 % al 70 % si hay riesgos por electricidad estática.
<b>Velocidad del aire</b>	0,25 m/s para trabajos en ambientes no calurosos.
	0,50 m/s para trabajos sedentarios en ambientes calurosos.
	0,75 m/s para trabajos no sedentarios en ambientes calurosos.
<b>Renovación mínima de aire limpio</b>	30 m <sup>3</sup> por hora y trabajador en trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados.
	50 m <sup>3</sup> por hora y trabajador en los casos restantes.

*Figura 18. Resumen del reglamento sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, según el Real Decreto 486 de España (1997)*

<b>RANGO DE VALORES</b>	<b>SENSACIÓN TÉRMICA</b>
3	<i>Muy caluroso</i>
2	<i>Caluroso</i>
1	<i>Ligeramente caluroso</i>
0	<i>Neutro</i>
-1	<i>Ligeramente fresco</i>
-2	<i>Fresco</i>
-3	<i>Frío</i>

*Figura 19. Escala de sensación térmica en función del valor del Voto medio estimado*



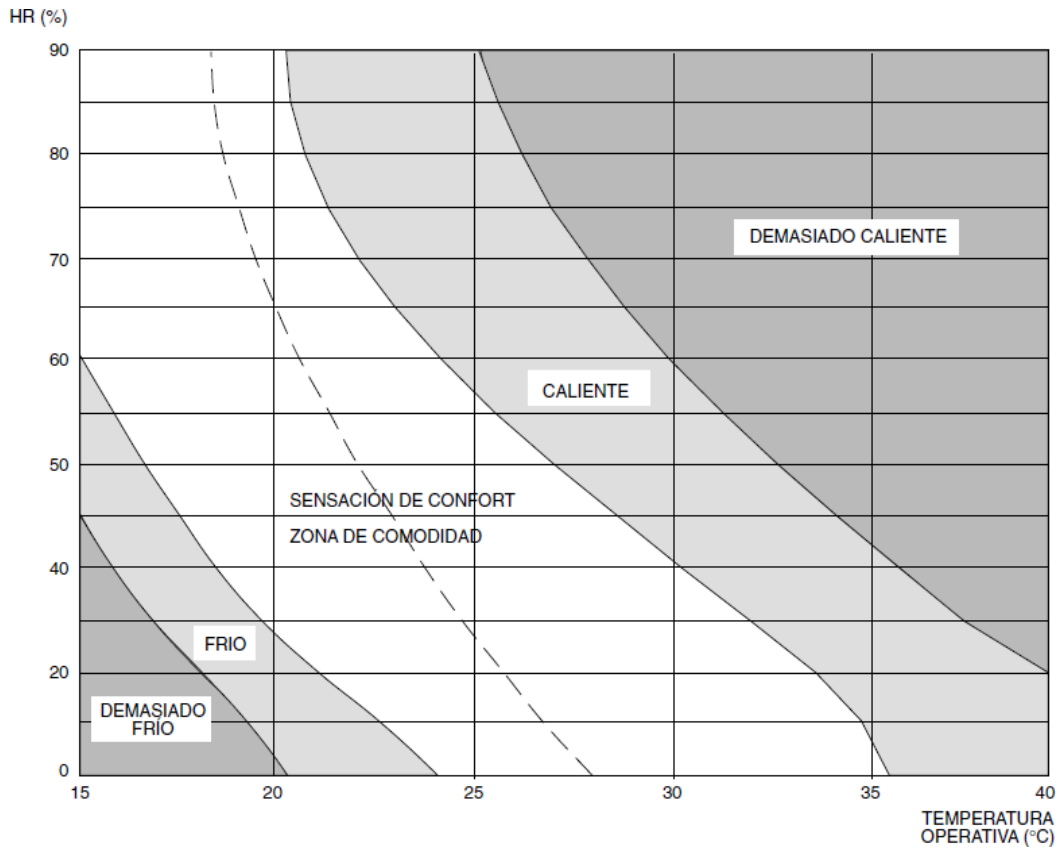


Figura 20. Curvas de confort, según P.O. Fanger (1973)

	Vestido (0,6 clo)	Desnudo
$E_{req} = M \pm R \pm C$		
$E_{max} = K1 v_a^{0,6} (56 - p_a)$	K1 = 7,0	11,7
$R = K2 (TRM - 35)$	K2 = 4,4	7,3
$C = K3 v_a^{0,6} (t_a - 35)$	K3 = 4,6	7,6

siendo:

- M: calor generado por el organismo, (W/m<sup>2</sup>)
- C: calor perdido o ganado por convección, (W/m<sup>2</sup>)
- R: calor perdido o ganado por radiación, (W/m<sup>2</sup>)
- $E_{req}$ : evaporación necesaria para el equilibrio, (W/m<sup>2</sup>)
- $E_{max}$ : evaporación máxima posible, (W/m<sup>2</sup>) [lim. 390W/m<sup>2</sup>]
- TRM: temperatura radiante media, (°C)
- $t_a$ : temperatura del aire, (°C)
- $p_a$ : presión parcial del vapor de agua, (hPa)
- $v_a$ : velocidad del aire, (m/s)

Figura 21. Valores de K1, K2 y K3 para un vestido de 0.6 clo, según el ISC

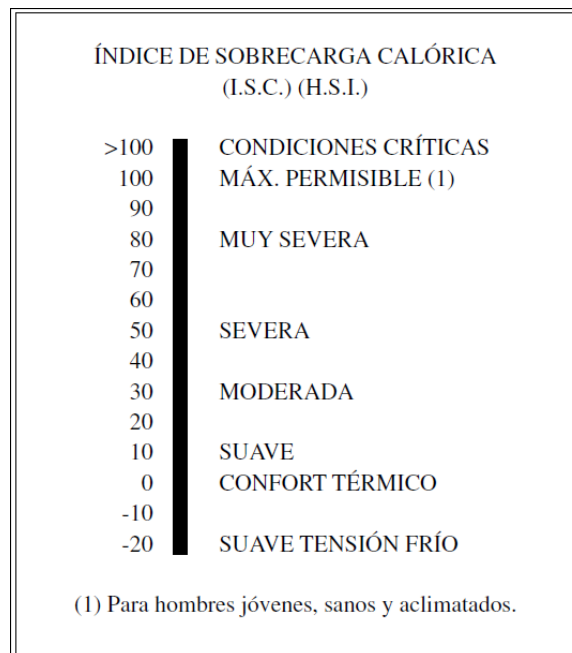


Figura 22. Escala de valoración del Índice de Sobrecarga Calórica (ISC)

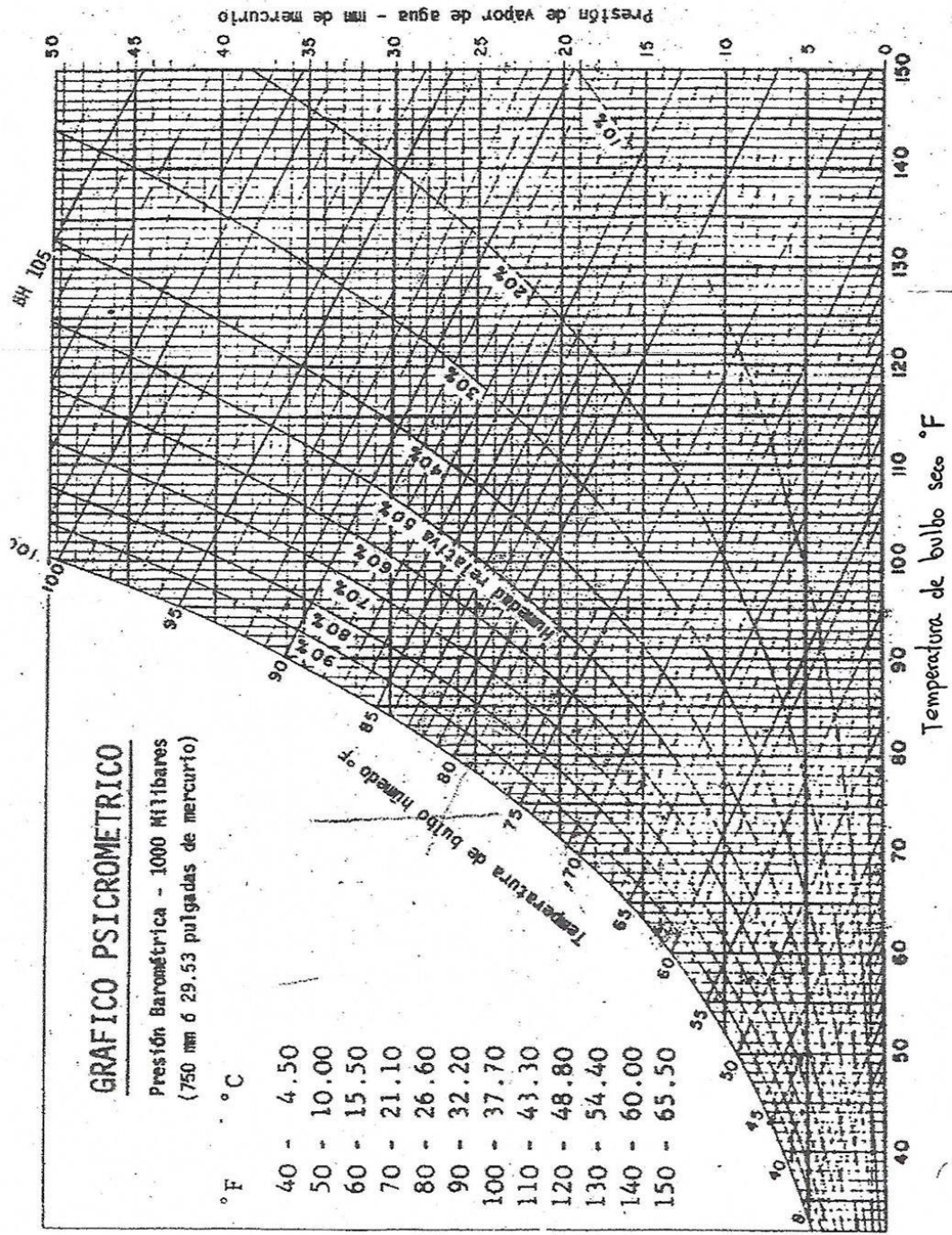


Figura 23. Gráfico psicrométrico para determinar la presión de vapor de agua en milímetros de mercurio

Valor del ISC	Situación	Comentario
$-20 \leq \text{ISC} < 0$	Sobrecarga por frío	En sitios donde el individuo descansa de situaciones térmicas muy altas.
$\text{ISC} = 0$	Confort térmico	No hay sobrecarga térmica.
$0 < \text{ISC} \leq 30$	Sobrecarga calórica suave-moderada	Afectaría a trabajadores intelectuales.
$30 < \text{ISC} \leq 60$	Sobrecarga calórica severa	Puede conllevar riesgos para la salud. Se necesita que la persona esté aclimatada y tiempos de recuperación.
$60 < \text{ISC} < 100$	Sobrecarga calórica muy severa	Pocas personas son capaces de soportar esta situación.
$\text{ISC} = 100$	Sobrecarga máxima permisible	Para recuperar el equilibrio se necesitaría una evaporación máxima.
$\text{ISC} > 100$	Condiciones críticas	Gran riesgo para la salud.

Figura 24. Interpretación del ISC según sus valores.

Vestido clo	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	26.	-1.62	-1.62	-1.96	-2.34					
	27.	-1.00	-1.00	-1.36	-1.69					
	28.	-0.39	-0.42	-0.76	-1.05					
	29.	0.21	0.13	-0.15	-0.39					
	30.	0.80	0.68	0.45	0.26					
	31.	1.39	1.25	1.08	0.94					
	32.	1.96	1.83	1.71	1.61					
	33.	2.50	2.41	2.34	2.29					
	0.25	24.	-1.52	-1.52	-1.80	-2.06	-2.47			
25.		-1.05	-1.05	-1.33	-1.57	-1.94	-2.24	-2.48		
26.		-0.58	-0.61	-0.87	-1.08	-1.41	-1.67	-1.89	-2.66	
27.		-0.12	-0.17	-0.40	-0.58	-0.87	-1.10	-1.29	-1.97	-2.41
28.		0.34	0.27	0.07	-0.09	-0.34	-0.53	-0.70	-1.28	-1.66
29.		0.80	0.71	0.54	0.41	0.20	0.04	-0.10	-0.58	-0.90
30.		1.25	1.15	1.02	0.91	0.74	0.61	0.50	0.11	-0.14
31.		1.71	1.61	1.51	1.43	1.30	1.20	1.12	0.83	0.63
0.50		23.	-1.10	-1.10	-1.35	-1.51	-1.78	-1.99	-2.16	
	24.	-0.72	-0.74	-0.95	-1.11	-1.36	-1.55	-1.70	-2.22	
	25.	-0.34	-0.38	-0.56	-0.71	-0.94	-1.11	-1.25	-1.71	-1.99
	26.	0.04	-0.01	-0.18	-0.31	-0.51	-0.66	-0.79	-1.19	-1.44
	27.	0.42	0.35	0.20	0.09	-0.08	-0.22	-0.33	-0.68	-0.90
	28.	0.80	0.72	0.59	0.49	0.34	0.23	0.14	-0.17	-0.36
	29.	1.17	1.08	0.98	0.90	0.77	0.68	0.60	0.34	0.19
	30.	1.54	1.45	1.37	1.30	1.20	1.13	1.06	0.86	0.73
	0.75	21.	-1.11	-1.11	-1.30	-1.44	-1.66	-1.82	-1.95	-2.36
22.		-0.79	-0.81	-0.98	-1.11	-1.31	-1.46	-1.58	-1.95	-2.17
23.		-0.47	-0.50	-0.66	-0.78	-0.96	-1.09	-1.20	-1.55	-1.75
24.		-0.15	-0.19	-0.33	-0.44	-0.61	-0.75	-0.83	-1.14	-1.33
25.		0.17	0.12	-0.01	-0.11	-0.26	-0.37	-0.46	-0.74	-0.90
26.		0.49	0.43	0.31	0.23	0.09	0.00	-0.08	-0.33	-0.48
27.		0.81	0.74	0.64	0.56	0.45	0.36	0.29	0.08	-0.05
28.		1.12	1.05	0.96	0.90	0.80	0.73	0.67	0.48	0.37
1.00		20.	-0.85	-0.87	-1.02	-1.13	-1.29	-1.41	-1.51	-1.81
	21.	-0.57	-0.60	-0.74	-0.84	-0.99	-1.11	-1.19	-1.47	-1.63
	22.	-0.30	-0.35	-0.46	-0.55	-0.69	-0.80	-0.88	-1.13	-1.28
	23.	-0.02	-0.07	-0.18	-0.27	-0.39	-0.49	-0.56	-0.79	-0.93
	24.	0.26	0.20	0.10	0.02	-0.09	-0.18	-0.25	-0.46	-0.58
	25.	0.53	0.48	0.38	0.31	0.21	0.13	0.07	-0.12	-0.23
	26.	0.81	0.75	0.66	0.60	0.51	0.44	0.39	0.22	0.13
	27.	1.08	1.02	0.95	0.89	0.81	0.75	0.71	0.56	0.48
	1.25	16.	-1.37	-1.37	-1.51	-1.62	-1.78	-1.89	-1.98	-2.26
18.		-0.89	-0.91	-1.04	-1.14	-1.28	-1.38	-1.46	-1.70	-1.84
20.		-0.42	-0.46	-0.57	-0.65	-0.77	-0.86	-0.93	-1.14	-1.26
22.		0.07	0.02	-0.07	-0.14	-0.25	-0.32	-0.38	-0.56	-0.66
24.		0.56	0.50	0.43	0.37	0.28	0.22	0.17	0.02	-0.06
26.		1.04	0.99	0.93	0.88	0.81	0.76	0.72	0.61	0.54
28.		1.53	1.48	1.43	1.40	1.34	1.31	1.28	1.19	1.14
30.		2.01	1.97	1.93	1.91	1.88	1.85	1.83	1.77	1.74
1.50		14.	-1.36	-1.36	-1.49	-1.58	-1.72	-1.82	-1.89	-2.12
	16.	-0.94	-0.95	-1.07	-1.15	-1.27	-1.36	-1.43	-1.63	-1.75
	18.	-0.52	-0.54	-0.64	-0.72	-0.82	-0.90	-0.96	-1.14	-1.24
	20.	-0.09	-0.13	-0.22	-0.28	-0.37	-0.44	-0.49	-0.65	-0.74
	22.	0.35	0.30	0.23	0.18	0.10	0.04	0.00	-0.14	-0.21
	24.	0.79	0.74	0.68	0.63	0.57	0.52	0.49	0.37	0.31
	26.	1.23	1.18	1.13	1.09	1.04	1.01	0.98	0.89	0.84
	28.	1.67	1.62	1.58	1.56	1.52	1.49	1.47	1.40	1.37

Figura 25. Índice de Valoración Medio (PMV) para un nivel de actividad de 90Kcal/h



Vestido clo	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	25.	-1.33	-1.33	-1.59	-1.92					
	26.	-0.83	-0.83	-1.11	-1.40					
	27.	-0.33	-0.33	-0.63	-0.88					
	28.	0.15	0.12	-0.14	-0.36					
	29.	0.63	0.56	0.35	0.17					
	30.	1.10	1.01	0.84	0.69					
	31.	1.57	1.47	1.34	1.24					
32.	2.03	1.93	1.85	1.78						
0.25	23.	-1.18	-1.18	-1.39	-1.61	-1.97	-2.25			
	24.	-0.79	-0.79	-1.02	-1.22	-1.54	-1.80	-2.01		
	25.	-0.42	-0.42	-0.64	-0.83	-1.11	-1.34	-1.54	-2.21	
	26.	-0.04	-0.07	-0.27	-0.43	-0.68	-0.89	-1.06	-1.65	-2.04
	27.	0.33	0.29	0.11	-0.03	-0.25	-0.43	-0.58	-1.09	-1.43
	28.	0.71	0.64	0.49	0.37	0.18	0.03	-0.10	-0.54	-0.82
	29.	1.07	0.99	0.87	0.77	0.61	0.49	0.39	0.02	-0.22
30.	1.43	1.35	1.25	1.17	1.05	0.95	0.87	0.58	0.39	
0.50	18.	-2.01	-2.01	-2.17	-2.38	-2.70				
	20.	-1.41	-1.41	-1.58	-1.76	-2.04	-2.25	-2.42		
	22.	-0.79	-0.79	-0.97	-1.13	-1.36	-1.54	-1.69	-2.17	-2.46
	24.	-0.17	-0.20	-0.36	-0.48	-0.68	-0.83	-0.95	-1.35	-1.59
	26.	0.44	0.39	0.26	0.16	0.01	-0.11	-0.21	-0.52	-0.71
	28.	1.05	0.98	0.88	0.81	0.70	0.61	0.54	0.31	0.16
	30.	1.64	1.57	1.51	1.46	1.39	1.33	1.29	1.14	1.04
32.	2.25	2.20	2.17	2.15	2.11	2.09	2.07	1.99	1.95	
0.75	16.	-1.77	-1.77	-1.91	-2.07	-2.31	-2.49			
	18.	-1.27	-1.27	-1.42	-1.56	-1.77	-1.93	-2.05	-2.45	
	20.	-0.77	-0.77	-0.92	-1.04	-1.23	-1.36	-1.47	-1.82	-2.02
	22.	-0.25	-0.27	-0.40	-0.51	-0.66	-0.78	-0.87	-1.17	-1.34
	24.	0.27	0.23	0.12	0.03	-0.10	-0.19	-0.27	-0.51	-0.65
	26.	0.78	0.73	0.64	0.57	0.47	0.40	0.34	0.14	0.03
	28.	1.29	1.23	1.17	1.12	1.04	0.99	0.94	0.80	0.72
30.	1.80	1.74	1.70	1.67	1.62	1.58	1.55	1.46	1.41	
1.00	16.	-1.18	-1.18	-1.31	-1.43	-1.59	-1.72	-1.82	-2.12	-2.29
	18.	-0.75	-0.75	-0.88	-0.98	-1.13	-1.24	-1.33	-1.59	-1.75
	20.	-0.32	-0.33	-0.45	-0.54	-0.67	-0.76	-0.83	-1.07	-1.20
	22.	0.13	0.10	0.00	-0.07	-0.18	-0.26	-0.32	-0.52	-0.64
	24.	0.58	0.54	0.46	0.40	0.31	0.24	0.19	0.02	-0.07
	26.	1.03	0.98	0.91	0.86	0.79	0.74	0.70	0.57	0.50
	28.	1.47	1.42	1.37	1.34	1.28	1.24	1.21	1.12	1.06
30.	1.91	1.86	1.83	1.81	1.78	1.75	1.73	1.67	1.63	
1.25	14.	-1.12	-1.12	-1.24	-1.34	-1.48	-1.58	-1.66	-1.90	-2.04
	16.	-0.74	-0.75	-0.86	-0.95	-1.07	-1.16	-1.23	-1.45	-1.57
	18.	-0.38	-0.38	-0.48	-0.55	-0.66	-0.74	-0.81	-1.00	-1.11
	20.	0.02	-0.01	-0.10	-0.16	-0.26	-0.33	-0.38	-0.55	-0.64
	22.	0.42	0.38	0.31	0.25	0.17	0.11	0.07	-0.08	-0.16
	24.	0.81	0.77	0.71	0.66	0.60	0.55	0.51	0.39	0.33
	26.	1.21	1.16	1.11	1.08	1.03	0.99	0.96	0.87	0.82
28.	1.60	1.56	1.52	1.50	1.46	1.43	1.41	1.34	1.30	
1.50	12.	-1.09	-1.09	-1.19	-1.27	-1.39	-1.48	-1.55	-1.75	-1.86
	14.	-0.75	-0.75	-0.85	-0.93	-1.03	-1.11	-1.17	-1.35	-1.45
	16.	-0.41	-0.42	-0.51	-0.58	-0.67	-0.74	-0.79	-0.96	-1.05
	18.	-0.06	-0.09	-0.17	-0.22	-0.31	-0.37	-0.42	-0.56	-0.64
	20.	0.28	0.25	0.18	0.13	0.05	0.00	-0.04	-0.16	-0.23
	22.	0.63	0.60	0.54	0.50	0.44	0.39	0.36	0.25	0.19
	24.	0.99	0.95	0.91	0.87	0.82	0.78	0.76	0.67	0.62
26.	1.35	1.31	1.27	1.24	1.20	1.18	1.15	1.08	1.05	

Figura 26. Índice de Valoración Medio (PMV) para un nivel de actividad de 110Kcal/h

Vestido clo	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	24	-1,14	-1,14	-1,35	-1,65					
	25	-0,72	-0,72	-0,95	-1,21					
	26	-0,30	-0,30	-0,54	-0,78					
	27	0,11	0,11	-0,14	-0,34					
	28	0,52	0,48	0,27	0,10					
	29	0,92	0,85	0,69	0,54					
	30	1,31	1,23	1,10	0,99					
0,25	22	-0,95	-0,95	-1,12	-1,33	-1,64	-1,90	-2,11		
	23	-0,63	-0,63	-0,81	-0,99	-1,28	-1,51	-1,71	-2,38	
	24	-0,31	-0,31	-0,50	-0,66	-0,92	-1,13	-1,31	-1,91	-2,31
	25	0,01	0,00	-0,18	-0,33	-0,56	-0,75	-0,90	-1,45	-1,80
	26	0,33	0,30	0,14	0,01	-0,20	-0,36	-0,50	-0,98	-1,29
	27	0,64	0,59	0,45	0,34	0,16	0,02	-0,10	-0,51	-0,78
	28	0,95	0,89	0,77	0,68	0,53	0,41	0,31	-0,04	-0,27
0,50	18	-1,36	-1,36	-1,49	-1,66	-1,93	-2,12	-2,29		
	20	-0,85	-0,85	-1,00	-1,14	-1,37	-1,54	-1,68	-2,15	-2,43
	22	-0,33	-0,33	-0,48	-0,61	-0,80	-0,95	-1,06	-1,46	-1,70
	24	0,19	0,17	0,04	-0,07	-0,22	-0,34	-0,44	-0,76	-0,96
	26	0,71	0,66	0,56	0,48	0,35	0,26	0,18	-0,07	-0,23
	28	1,22	1,16	1,09	1,03	0,94	0,87	0,81	0,63	0,51
	30	1,72	1,66	1,62	1,58	1,52	1,48	1,44	1,33	1,25
0,75	16	-1,17	-1,17	-1,29	-1,42	-1,62	-1,77	-1,88	-2,26	-2,48
	18	-0,75	-0,75	-0,87	-0,99	-1,16	-1,29	-1,39	-1,72	-1,92
	20	-0,33	-0,33	-0,45	-0,55	-0,70	-0,82	-0,91	-1,19	-1,36
	22	0,11	0,09	-0,02	-0,10	-0,23	-0,32	-0,40	-0,64	-0,78
	24	0,55	0,51	0,42	0,35	0,25	0,17	0,11	-0,09	-0,20
	26	0,98	0,94	0,87	0,81	0,73	0,67	0,62	0,47	0,37
	28	1,41	1,36	1,31	1,27	1,21	1,17	1,13	1,02	0,95
1,00	14	-1,05	-1,05	-1,16	-1,26	-1,42	-1,53	-1,62	-1,91	-2,07
	16	-0,69	-0,69	-0,80	-0,89	-1,03	-1,13	-1,21	-1,46	-1,61
	18	-0,32	-0,32	-0,43	-0,52	-0,64	-0,73	-0,80	-1,02	-1,15
	20	0,04	0,03	-0,07	-0,14	-0,25	-0,32	-0,38	-0,58	-0,69
	22	0,42	0,39	0,31	0,25	0,16	0,10	0,05	-0,12	-0,21
	24	0,80	0,76	0,70	0,65	0,57	0,52	0,48	0,35	0,27
	26	1,18	1,13	1,08	1,04	0,99	0,95	0,91	0,81	0,75
1,25	12	-0,97	-0,97	-1,06	-1,15	-1,28	-1,37	-1,45	-1,67	-1,80
	14	-0,65	-0,65	-0,75	-0,82	-0,94	-1,02	-1,09	-1,29	-1,40
	16	-0,33	-0,33	-0,43	-0,50	-0,60	-0,67	-0,73	-0,91	-1,01
	18	-0,01	-0,02	-0,10	-0,17	-0,26	-0,32	-0,37	-0,53	-0,52
	20	0,32	0,29	0,22	0,17	0,09	0,03	-0,01	-0,15	-0,22
	22	0,65	0,62	0,56	0,52	0,45	0,40	0,36	0,25	0,18
	24	0,99	0,95	0,90	0,87	0,81	0,77	0,74	0,65	0,59
1,50	10	-0,91	-0,91	-1,00	-1,08	-1,18	-1,26	-1,32	-1,51	-1,61
	12	-0,63	-0,63	-0,71	-0,78	-0,88	-0,95	-1,01	-1,17	-1,27
	14	-0,34	-0,34	-0,43	-0,49	-0,58	-0,64	-0,69	-0,84	-0,92
	16	-0,05	-0,06	-0,14	-0,19	-0,27	-0,33	-0,37	-0,50	-0,58
	18	0,24	0,22	0,15	0,11	0,04	-0,01	-0,05	-0,17	-0,23
	20	0,53	0,50	0,45	0,40	0,34	0,30	0,27	0,17	0,11
	22	0,83	0,80	0,75	0,72	0,67	0,63	0,60	0,52	0,47
24	1,13	1,10	1,06	1,03	0,99	0,96	0,94	0,87	0,83	

Figura 27. Índice de Valoración Medio (PMV) para un nivel de actividad de 125Kcal/h

Vestido	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)									
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50	
0	23.	-1,12	-1,12	-1,29	-1,57						
	24.	-0,74	-0,74	-0,93	-1,18						
	25.	-0,36	-0,36	-0,57	-0,79						
	26.	0,01	0,01	-0,20	-0,40						
	27.	0,38	0,37	0,17	0,00						
	28.	0,75	0,70	0,53	0,39						
	29.	1,11	1,04	0,90	0,79						
	30.	1,46	1,38	1,27	1,19						
	0,25	16.	-2,29	-2,29	-2,36	-2,62					
		18.	-1,72	-1,72	-1,83	-2,06	-2,42				
20.		-1,15	-1,15	-1,29	-1,49	-1,80	-2,05	-2,26			
22.		-0,58	-0,58	-0,73	-0,90	-1,17	-1,38	-1,55	-2,17	-2,58	
24.		-0,01	-0,01	-0,17	-0,31	-0,53	-0,70	-0,84	-1,35	-1,68	
26.		0,56	0,53	0,39	0,29	0,12	-0,02	-0,13	-0,52	-0,78	
28.		1,12	1,06	0,96	0,89	0,77	0,67	0,59	0,31	0,12	
30.		1,66	1,60	1,54	1,49	1,42	1,36	1,31	1,14	1,02	
0,50		14.	-1,85	-1,85	-1,94	-2,12	-2,40				
		16.	-1,40	-1,40	-1,50	-1,67	-1,92	-2,11	-2,26		
	18.	-0,95	-0,95	-1,07	-1,21	-1,43	-1,59	-1,73	-2,18	-2,46	
	20.	-0,49	-0,49	-0,62	-0,75	-0,94	-1,08	-1,20	-1,59	-1,82	
	22.	-0,03	-0,03	-0,16	-0,27	-0,43	-0,55	-0,65	-0,98	-1,18	
	24.	0,43	0,41	0,30	0,21	0,08	-0,02	-0,10	-0,37	-0,53	
	26.	0,89	0,85	0,76	0,70	0,60	0,52	0,46	0,25	0,12	
	28.	1,34	1,29	1,23	1,18	1,11	1,06	1,01	0,86	0,77	
	0,75	14.	-1,16	-1,16	-1,26	-1,38	-1,57	-1,71	-1,82	-2,17	-2,38
		16.	-0,79	-0,79	-0,89	-1,00	-1,17	-1,29	-1,39	-1,70	-1,88
18.		-0,41	-0,41	-0,52	-0,62	-0,76	-0,87	-0,96	-1,23	-1,39	
20.		-0,04	-0,04	-0,15	-0,23	-0,36	-0,45	-0,52	-0,76	-0,90	
22.		0,35	0,33	0,24	0,17	0,07	-0,01	-0,07	-0,27	-0,39	
24.		0,74	0,71	0,63	0,58	0,49	0,43	0,38	0,21	0,12	
26.		1,12	1,08	1,03	0,98	0,92	0,87	0,83	0,70	0,62	
28.		1,51	1,46	1,42	1,39	1,34	1,31	1,28	1,19	1,14	
1,00		12.	-1,01	-1,01	-1,10	-1,19	-1,34	-1,45	-1,53	-1,79	-1,94
		14.	-0,68	-0,68	-0,78	-0,87	-1,00	-1,09	-1,17	-1,40	-1,54
	16.	0,16	0,16	-0,46	-0,53	-0,65	-0,74	-0,80	-1,01	-1,13	
	18.	0,64	-0,04	-0,13	-0,20	-0,30	-0,38	-0,44	-0,62	-0,73	
	20.	0,28	0,27	0,19	0,13	0,04	-0,02	-0,07	-0,23	-0,32	
	22.	0,62	0,59	0,53	0,48	0,41	0,35	0,31	0,17	0,10	
	24.	0,96	0,92	0,87	0,83	0,77	0,73	0,69	0,58	0,52	
	26.	1,29	1,25	1,21	1,18	1,14	1,10	1,07	0,99	0,94	
	1,25	10.	-0,90	-0,90	-0,98	-1,06	-1,18	-1,27	-1,33	-1,54	-1,66
		12.	-0,62	-0,62	-0,70	-0,77	-0,88	-0,96	-1,02	-1,21	-1,31
14.		-0,33	-0,33	-0,42	-0,48	-0,58	-0,65	-0,70	-0,87	-0,97	
16.		-0,05	-0,05	-0,13	-0,19	-0,28	-0,34	-0,39	-0,54	-0,62	
18.		0,24	0,22	0,15	0,10	0,03	-0,03	-0,07	-0,20	-0,28	
20.		0,52	0,50	0,44	0,40	0,33	0,29	0,25	0,14	0,07	
22.		0,82	0,79	0,74	0,71	0,65	0,61	0,58	0,49	0,43	
24.		1,12	1,09	1,05	1,02	0,97	0,94	0,92	0,84	0,79	
1,50		8.	-0,82	-0,82	-0,89	-0,96	-1,06	-1,13	-1,19	-1,36	-1,45
		10.	-0,57	-0,57	-0,65	-0,71	-0,80	-0,86	-0,92	-1,07	-1,16
	12.	-0,32	-0,32	-0,39	-0,45	-0,53	-0,59	-0,64	-0,78	-0,85	
	14.	-0,06	-0,07	-0,14	-0,19	-0,26	-0,31	-0,36	-0,48	-0,55	
	16.	0,19	0,18	0,12	0,07	0,01	-0,04	-0,07	-0,19	-0,25	
	18.	0,45	0,43	0,38	0,34	0,28	0,24	0,21	0,11	0,05	
	20.	0,71	0,68	0,64	0,60	0,55	0,52	0,49	0,41	0,36	
	22.	0,97	0,95	0,91	0,88	0,84	0,81	0,79	0,72	0,68	

Figura 28. Índice de Valoración Medio (PMV) para un nivel de actividad de 145Kcal/h



Vestido	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		< 0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	22.	-1,05	-1,05	-1,19	-1,46					
	23.	-0,70	-0,70	-0,86	-1,11					
	24.	-0,36	-0,36	-0,53	-0,75					
	25.	-0,01	-0,01	-0,20	-0,40					
	26.	0,32	0,32	0,13	-0,04					
	27.	0,66	0,63	0,46	0,32					
	28.	0,99	0,94	0,80	0,68					
	29.	1,31	1,25	1,13	1,04					
	0,25	16.	-1,79	-1,79	-1,86	-2,09	-2,46			
18.		-1,28	-1,28	-1,38	-1,58	-1,90	-2,16	-2,37		
20.		-0,76	-0,76	-0,89	-1,06	-1,34	-1,56	-1,75	-2,39	-2,82
22.		-0,24	-0,24	-0,38	-0,53	-0,76	-0,95	-1,10	-1,65	-2,01
24.		0,28	0,28	0,13	0,01	-0,18	-0,33	-0,46	-0,90	-1,19
26.		0,79	0,76	0,64	0,55	0,40	0,29	0,19	-0,15	-0,38
28.		1,29	1,24	1,16	1,10	0,99	0,91	0,84	0,60	0,44
30.		1,79	1,73	1,68	1,65	1,59	1,54	1,50	1,36	1,27
0,50		14.	-1,42	-1,42	-1,50	-1,66	-1,91	-2,10	-2,25	
	16.	-1,01	-1,01	-1,10	-1,25	-1,47	-1,64	-1,77	-2,23	-2,51
	18.	-0,59	-0,59	-0,70	-0,83	-1,02	-1,17	-1,29	-1,69	-1,94
	20.	-0,18	-0,18	-0,30	-0,41	-0,58	-0,71	-0,81	-1,15	-1,36
	22.	0,24	0,23	0,12	0,02	-0,12	-0,22	-0,31	-0,60	-0,78
	24.	0,66	0,63	0,54	0,46	0,35	0,26	0,19	-0,04	-0,19
	26.	1,07	1,03	0,96	0,90	0,82	0,75	0,69	0,51	0,40
	28.	1,48	1,44	1,39	1,35	1,29	1,24	1,20	1,07	1,00
	0,75	12.	-1,15	-1,15	-1,23	-1,35	-1,53	-1,67	-1,78	-2,13
14.		-0,81	-0,81	-0,89	-1,00	-1,17	-1,29	-1,39	-1,70	-1,89
16.		-0,46	-0,46	-0,56	-0,66	-0,80	-0,91	-1,00	-1,28	-1,44
18.		-0,12	-0,12	-0,22	-0,31	-0,43	-0,53	-0,61	-0,85	-0,99
20.		0,22	0,21	0,12	0,04	-0,07	-0,15	-0,21	-0,42	-0,55
22.		0,57	0,55	0,47	0,41	0,32	0,25	0,20	0,02	-0,09
24.		0,92	0,89	0,83	0,78	0,71	0,65	0,60	0,46	0,38
26.		1,28	1,24	1,19	1,15	1,09	1,05	1,02	0,91	0,84
1,00		10.	-0,97	-0,97	-1,04	-1,14	-1,28	-1,39	-1,47	-1,73
	12.	-0,68	-0,68	-0,76	-0,84	-0,97	-1,07	-1,14	-1,38	-1,51
	14.	-0,38	-0,38	-0,46	-0,54	-0,66	-0,74	-0,81	-1,02	-1,14
	16.	-0,09	-0,09	-0,17	-0,24	-0,35	-0,42	-0,48	-0,67	-0,78
	18.	0,21	0,20	0,12	0,06	-0,03	-0,10	-0,15	-0,31	-0,41
	20.	0,50	0,48	0,42	0,36	0,29	0,23	0,18	0,04	-0,04
	22.	0,81	0,78	0,73	0,68	0,62	0,57	0,53	0,41	0,35
	24.	1,11	1,08	1,04	1,00	0,95	0,91	0,88	0,78	0,73
	1,25	8.	-0,84	-0,84	-0,91	-0,99	-1,10	-1,19	-1,25	-1,46
10.		-0,59	-0,59	-0,66	-0,73	-0,84	-0,91	-0,97	-1,16	-1,26
12.		-0,33	-0,33	-0,40	-0,47	-0,56	-0,63	-0,69	-0,86	-0,95
14.		-0,07	-0,07	-0,14	-0,20	-0,29	-0,35	-0,40	-0,55	-0,63
16.		0,19	0,18	0,12	0,06	-0,01	-0,07	-0,11	-0,24	-0,32
18.		0,45	0,44	0,38	0,33	0,26	0,22	0,18	0,06	0,00
20.		0,71	0,69	0,64	0,60	0,54	0,50	0,47	0,37	0,31
22.		0,98	0,96	0,91	0,88	0,83	0,80	0,77	0,69	0,64
1,50		-2.	-1,63	-1,63	-1,68	-1,77	-1,90	-2,00	-2,07	-2,29
	2.	-1,19	-1,19	-1,25	-1,33	-1,44	-1,52	-1,58	-1,78	-1,88
	6.	-0,74	-0,74	-0,80	-0,87	-0,97	-1,04	-1,09	-1,26	-1,35
	10.	-0,29	-0,29	-0,36	-0,42	-0,50	-0,56	-0,60	-0,74	-0,82
	14.	0,17	0,17	0,11	0,06	-0,01	-0,05	-0,09	-0,20	-0,26
	18.	0,64	0,62	0,57	0,54	0,49	0,45	0,42	0,34	0,29
	22.	1,12	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,95	0,89	0,85
	26.	1,61	1,58	1,56	1,55	1,52	1,51	1,50	1,46	1,44

Figura 29. Índice de Valoración Medio (PMV) para un nivel de actividad de 160Kcal/h

Vestido clo	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	18.		-2.00	-2.02	-2.35					
	20.		-1.35	-1.43	-1.72					
	22.		-0.69	-0.82	-1.06					
	24.		-0.04	-0.21	-0.41					
	26.		0.59	0.41	0.26					
	28.		1.16	1.03	0.93					
	30.		1.73	1.66	1.60					
	32.		2.33	2.32	2.31					
0,25	16.		-1.41	-1.48	-1.69	-2.02	-2.29	-2.51		
	18.		-0.93	-1.03	-1.21	-1.50	-1.74	-1.93	-2.61	
	20.		-0.45	-0.57	-0.73	-0.98	-1.18	-1.35	-1.93	-2.32
	22.		0.04	-0.09	-0.23	-0.44	-0.61	-0.75	-1.24	-1.56
	24.		0.52	0.38	0.28	0.10	-0.03	-0.14	-0.54	-0.80
	26.		0.97	0.86	0.78	0.65	0.55	0.46	0.16	-0.04
	28.		1.42	1.35	1.29	1.20	1.13	1.07	0.86	0.72
	30.		1.88	1.84	1.81	1.76	1.72	1.68	1.57	1.49
0,50	14.		-1.08	-1.16	-1.31	-1.53	-1.71	-1.85	-2.32	
	16.		-0.69	-0.79	-0.92	-1.12	-1.27	-1.40	-1.82	-2.07
	18.		-0.31	-0.41	-0.53	-0.70	-0.84	-0.95	-1.31	-1.54
	20.		0.07	-0.04	-0.14	-0.29	-0.40	-0.50	-0.81	-1.00
	22.		0.46	0.35	0.27	0.15	0.05	-0.03	-0.29	-0.45
	24.		0.83	0.75	0.68	0.58	0.50	0.44	0.23	0.10
	26.		1.21	1.15	1.10	1.02	0.96	0.91	0.75	0.65
	28.		1.59	1.55	1.51	1.46	1.42	1.38	1.27	1.21
0,75	10.		-1.16	-1.23	-1.35	-1.54	-1.67	-1.78	-2.14	-2.34
	12.		-0.84	-0.92	-1.03	-1.20	-1.32	-1.42	-1.74	-1.93
	14.		-0.52	-0.60	-0.70	-0.85	-0.97	-1.06	-1.34	-1.51
	16.		-0.20	-0.29	-0.38	-0.51	-0.61	-0.69	-0.95	-1.10
	18.		0.12	0.03	-0.05	-0.17	-0.26	-0.32	-0.55	-0.68
	20.		0.43	0.34	0.28	0.18	0.10	0.04	-0.15	-0.26
	22.		0.75	0.68	0.62	0.54	0.48	0.43	0.27	0.17
	24.		1.07	1.01	0.97	0.90	0.85	0.81	0.68	0.61
1,00	8.		-0.95	-1.02	-1.11	-1.26	-1.36	-1.45	-1.71	-1.86
	10.		-0.68	-0.75	-0.84	-0.97	-1.07	-1.15	-1.38	-1.52
	12.		-0.41	-0.48	-0.56	-0.68	-0.77	-0.84	-1.05	-1.18
	14.		-0.13	-0.21	-0.28	-0.39	-0.47	-0.53	-0.72	-0.83
	16.		0.14	0.06	0.00	-0.10	-0.16	-0.22	-0.39	-0.49
	18.		0.41	0.34	0.28	0.20	0.14	0.09	-0.06	-0.14
	20.		0.68	0.61	0.57	0.50	0.44	0.40	0.28	0.20
	22.		0.96	0.91	0.87	0.81	0.76	0.73	0.62	0.56
1,25	-2.		-1.74	-1.77	-1.88	-2.04	-2.15	-2.24	-2.51	-2.66
	2.		-1.27	-1.32	-1.42	-1.55	-1.65	-1.73	-1.97	-2.10
	6.		-0.80	-0.86	-0.94	-1.06	-1.14	-1.21	-1.41	-1.53
	10.		-0.33	-0.40	-0.47	-0.56	-0.64	-0.69	-0.86	-0.96
	14.		0.15	0.08	0.03	-0.05	-0.11	-0.15	-0.29	-0.37
	18.		0.63	0.57	0.53	0.47	0.42	0.39	0.28	0.22
	22.		1.11	1.08	1.05	1.00	0.97	0.95	0.87	0.83
	26.		1.62	1.60	1.58	1.55	1.53	1.52	1.47	1.45
1,50	-4.		-1.52	-1.56	-1.65	-1.78	-1.87	-1.95	-2.16	-2.28
	0.		-1.11	-1.16	-1.24	-1.35	-1.44	-1.50	-1.69	-1.79
	4.		-0.69	-0.75	-0.82	-0.92	-0.99	-1.04	-1.20	-1.29
	8.		-0.27	-0.33	-0.39	-0.47	-0.53	-0.58	-0.72	-0.79
	12.		0.15	0.09	0.05	-0.02	-0.07	-0.11	-0.22	-0.29
	16.		0.58	0.53	0.49	0.44	0.40	0.37	0.28	0.23
	20.		1.01	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85	0.79	0.75
	24.		1.47	1.44	1.43	1.40	1.38	1.36	1.32	1.29

Figura 30. Índice de Valoración Medio (PMV) para un nivel de actividad de 180Kcal/h

Vestido clo	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		< 0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	16.			-1.88	-2.22					
	18.			-1.34	-1.63					
	20.			-0.79	-1.05					
	22.			-0.23	-0.44					
	24.			0.34	0.17					
	26.			0.91	0.78					
	28. 30.			1.49 2.07	1.40 2.03					
0.25	14.			-1.31	-1.52	-1.85	-2.12	-2.34		
	16.			-0.89	-1.08	-1.37	-1.61	-1.81	-2.49	
	18.			-0.47	-0.63	-0.89	-1.10	-1.27	-1.87	-2.26
	20.			-0.05	-0.19	-0.41	-0.58	-0.73	-1.24	-1.38
	22.			0.39	0.28	0.09	-0.05	-0.17	-0.60	-0.88
	24.			0.84	0.74	0.60	0.48	0.39	0.05	-0.17
	26. 28.			1.28 1.73	1.22 1.69	1.11 1.62	1.02 1.56	0.95 1.51	0.70 1.35	0.53 1.24
0.50	12.			-0.97	-1.11	-1.34	-1.51	-1.65	-2.12	-2.40
	14.			-0.62	-0.76	-0.96	-1.11	-1.24	-1.65	-1.91
	16.			-0.28	-0.40	-0.58	-0.71	-0.82	-1.19	-1.42
	18.			0.07	-0.03	-0.19	-0.31	-0.41	-0.73	-0.92
	20.			0.42	0.33	0.20	0.10	0.01	-0.26	-0.43
	22.			0.78	0.71	0.60	0.52	0.45	0.22	0.08
	24. 26.			1.13 1.52	1.09 1.47	1.00 1.41	0.94 1.36	0.88 1.32	0.70 1.19	0.59 1.11
0.75	10.			-0.71	-0.82	-0.99	-1.11	-1.21	-1.53	-1.71
	12.			-0.42	-0.52	-0.67	-0.79	-0.88	-1.16	-1.33
	14.			-0.13	-0.22	-0.36	-0.46	-0.54	-0.79	-0.94
	16.			0.16	0.08	-0.04	-0.13	-0.20	-0.42	-0.56
	18.			0.45	0.38	0.28	0.20	0.14	-0.05	-0.17
	20.			0.75	0.69	0.60	0.54	0.49	0.32	0.22
	22. 24.			1.06 1.37	1.01 1.33	0.94 1.27	0.88 1.23	0.84 1.20	0.70 1.09	0.62 1.02
1.00	6.			-0.78	-0.87	-1.01	-1.12	-1.20	-1.45	-1.60
	8.			-0.54	-0.62	-0.75	-0.85	-0.92	-1.15	-1.29
	10.			-0.29	-0.37	-0.49	-0.57	-0.64	-0.86	-0.98
	12.			-0.04	-0.11	-0.22	-0.29	-0.36	-0.55	-0.66
	14.			0.21	0.15	0.06	-0.01	-0.07	-0.24	-0.34
	16.			0.47	0.41	0.33	0.27	0.22	0.07	-0.02
	18. 20.			0.73 0.98	0.68 0.94	0.60 0.88	0.55 0.84	0.51 0.80	0.38 0.69	0.30 0.62
1.25	-4.			-1.46	-1.56	-1.72	-1.85	-1.91	-2.17	-2.32
	0.			-1.05	-1.14	-1.27	-1.37	-1.44	-1.67	-1.80
	4.			-0.62	-0.70	-0.81	-0.90	-0.96	-1.16	-1.27
	8.			-0.19	-0.26	-0.35	-0.42	-0.48	-0.64	-0.74
	12.			0.25	0.20	0.12	0.06	0.02	-0.12	-0.20
	16.			0.70	0.66	0.60	0.55	0.52	0.41	0.35
	20. 24.			1.16 1.65	1.13 1.63	1.08 1.60	1.05 1.57	1.02 1.56	0.94 1.51	0.90 1.48
1.50	-8.			-1.44	-1.53	-1.67	-1.76	-1.83	-2.05	-2.17
	-4.			-1.07	-1.15	-1.27	-1.35	-1.42	-1.61	-1.72
	0.			-0.70	-0.77	-0.87	-0.94	-1.00	-1.17	-1.27
	4.			-0.31	-0.37	-0.46	-0.53	-0.57	-0.72	-0.80
	8.			0.07	0.02	-0.05	-0.10	-0.14	-0.27	-0.34
	12.			0.47	0.43	0.37	0.33	0.29	0.19	0.14
	16. 20.			0.88 1.29	0.85 1.27	0.80 1.24	0.77 1.21	0.74 1.19	0.66 1.13	0.62 1.10

Figura 31. Índice de Valoración Medio (PMV) para un nivel de actividad de 215Kcal/h

Vestido clo	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)									
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50	
0	14.				-1,92	-2,49					
	16.				-1,36	-1,87					
	18.				-0,89	-1,24					
	20.				-0,24	-0,61					
	22.				0,34	0,04					
	24.				0,93	0,70					
	26.				1,52	1,36					
28.				2,12	2,02						
0,25	12.				-1,19	-1,53	-1,80	-2,02			
	14.				-0,77	-1,02	-1,33	-1,51	-2,21		
	16.				-0,35	-0,61	-0,82	-1,00	-1,61	-2,02	
	18.				0,08	-0,15	-0,33	-0,48	-1,01	-1,36	
	20.				0,51	0,32	0,17	0,04	0,41	-0,71	
	22.				0,96	0,80	0,68	0,57	0,21	-0,03	
	24.				1,41	1,29	1,19	1,11	0,83	0,64	
26.				1,87	1,78	1,71	1,65	1,45	1,32		
0,50	10.				-0,78	-1,00	-1,18	-1,35	-1,79	-2,07	
	12.				-0,43	-0,64	-0,79	-0,92	-1,34	-1,60	
	14.				-0,09	-0,27	-0,41	-0,52	-0,90	-1,13	
	16.				0,26	0,10	-0,02	0,12	0,45	0,65	
	18.				0,61	0,47	0,37	0,28	0,60	0,18	
	20.				0,96	0,85	0,76	0,68	0,45	0,30	
	22.				1,33	1,24	1,16	1,10	0,91	0,79	
24.				1,70	1,63	1,57	1,53	1,38	1,28		
0,75	6.				-0,75	-0,93	-1,07	-1,18	-1,52	-1,72	
	8.				-0,47	-0,64	-0,76	-0,86	-1,18	-1,36	
	10.				-0,19	-0,34	-0,45	-0,54	-0,83	-1,00	
	12.				0,10	0,03	0,14	-0,22	-0,48	-0,63	
	14.				0,39	0,27	0,18	0,11	0,12	0,26	
	16.				0,69	0,58	0,50	0,44	0,24	0,12	
	18.				0,98	0,89	0,82	0,77	0,59	0,49	
20.				1,28	1,20	1,14	1,10	0,95	0,87		
1,00	-6.				-1,68	-1,88	-2,03	-2,14	-2,50	-2,70	
	-2.				-1,22	-1,39	-1,52	-1,62	-1,94	-2,12	
	2.				-0,74	-0,90	-1,01	-1,10	-1,37	-1,53	
	6.				-0,26	-0,39	-0,49	-0,56	-0,80	-0,93	
	10.				0,22	0,12	0,04	0,02	0,22	-0,33	
	14.				0,73	0,64	0,58	0,53	0,38	0,29	
	18.				1,24	1,18	1,13	1,09	0,97	0,91	
22.				1,77	1,73	1,69	1,67	1,59	1,54		
1,25	-8.				-1,36	-1,52	-1,64	-1,73	-2,00	-2,18	
	-4.				-0,95	-1,10	-1,20	-1,28	-1,52	-1,65	
	0.				-0,54	-0,66	-0,75	-0,82	-1,03	-1,15	
	4.				-0,12	-0,22	-0,30	-0,36	-0,54	-0,64	
	8.				0,31	0,22	0,16	0,11	-0,04	-0,13	
	12.				0,75	0,68	0,63	0,59	0,47	0,40	
	16.				1,20	1,15	1,11	1,08	0,98	0,93	
20.				1,66	1,62	1,59	1,57	1,50	1,46		
1,50	-10.				-1,13	-1,26	-1,35	-1,42	-1,64	-1,76	
	-6.				-0,76	-0,87	-0,96	-1,02	-1,21	-1,32	
	-2.				-0,39	-0,49	-0,56	-0,62	-0,79	-0,88	
	2.				-0,01	0,10	0,16	0,21	-0,36	-0,44	
	6.				0,38	0,30	0,25	0,21	0,08	0,01	
	10.				0,76	0,70	0,66	0,62	0,52	0,46	
	14.				1,17	1,12	1,09	1,06	0,98	0,93	
18.				1,58	1,54	1,52	1,50	1,44	1,40		

Figura 32. Índice de Valoración Medio (PMV) para un nivel de actividad de 270Kcal/h

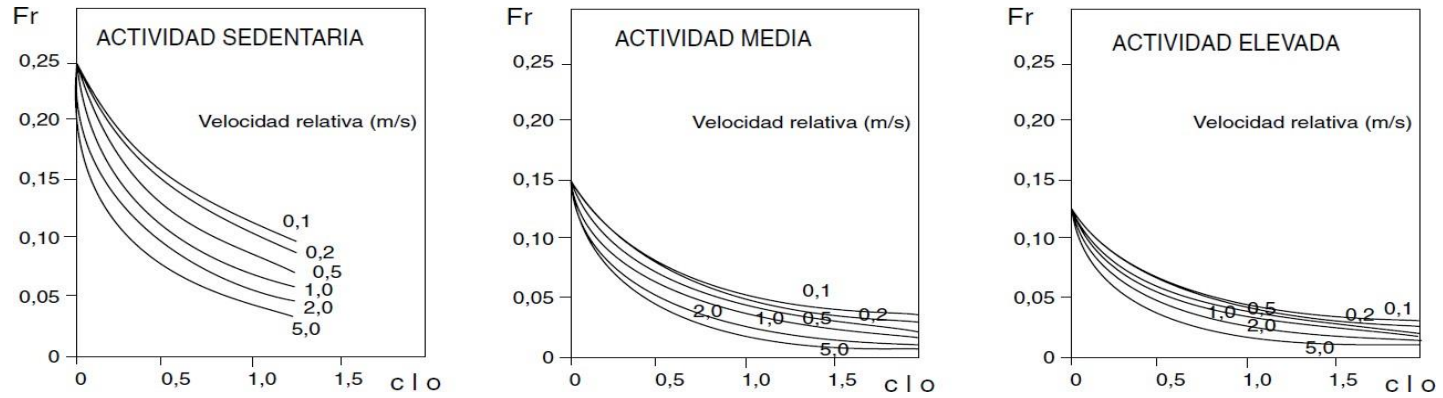


Figura 33. Factor de corrección (f) en función de la temperatura radiante media.

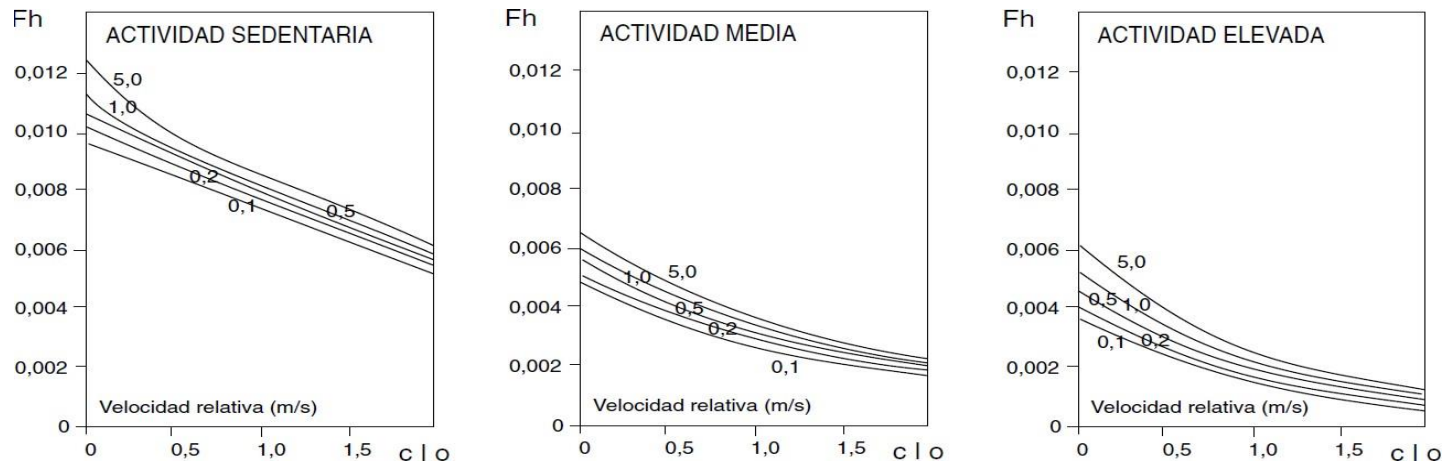


Figura 34. Factor de corrección (fh) en función de la humedad

$V_a$ (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,0103	0,0096	0,0088	0,0082	0,0076	0,0068	0,0062
0,10	0,0103	0,0096	0,0088	0,0082	0,0076	0,0068	0,0062
0,15	0,0104	0,0098	0,0090	0,0084	0,0078	0,0070	0,0066
0,20	0,0108	0,0100	0,0092	0,0084	0,0079	0,0072	0,0067
0,30	0,0110	0,0102	0,0093	0,0086	0,0080	0,0074	0,0068
0,40	0,0112	0,0104	0,0094	0,0088	0,0081	0,0076	0,0069
0,50	0,0114	0,0106	0,0096	0,0090	0,0082	0,0078	0,0070
1,00	0,0120	0,0108	0,0100	0,0093	0,0086	0,0080	0,0072
1,50	0,0130	0,0109	0,0110	0,0094	0,0087	0,0081	0,0073

*Figura 35. Factor de corrección (fh) del índice de valoración medio, en función de la humedad, para actividades sedentarias, según P.O. Fanger.*

$V_a$ (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,0050	0,0042	0,0038	0,0032	0,0030	0,0024	0,0020
0,10	0,0050	0,0042	0,0038	0,0032	0,0030	0,0024	0,0020
0,15	0,0052	0,0044	0,0040	0,0034	0,0031	0,0024	0,0021
0,20	0,0053	0,0046	0,0042	0,0036	0,0032	0,0025	0,0023
0,30	0,0055	0,0048	0,0043	0,0037	0,0033	0,0026	0,0023
0,40	0,0058	0,0050	0,0043	0,0038	0,0033	0,0027	0,0023
0,50	0,0060	0,0052	0,0044	0,0040	0,0034	0,0028	0,0024
1,00	0,0063	0,0053	0,0046	0,0041	0,0036	0,0032	0,0026
1,50	0,0065	0,0054	0,0047	0,0042	0,0037	0,0032	0,0026

*Figura 36. Factor de corrección (fh) del índice de valoración medio, en función de la humedad, para actividades medias, según P.O. Fanger.*

$V_a$ (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,0040	0,0032	0,0026	0,0021	0,0018	0,0014	0,0012
0,10	0,0040	0,0032	0,0026	0,0021	0,0018	0,0014	0,0012
0,15	0,0040	0,0033	0,0027	0,0022	0,0018	0,0014	0,0012
0,20	0,0041	0,0034	0,0028	0,0023	0,0018	0,0014	0,0012
0,30	0,0043	0,0036	0,0030	0,0024	0,0019	0,0015	0,0013
0,40	0,0047	0,0037	0,0031	0,0025	0,0019	0,0015	0,0013
0,50	0,0048	0,0039	0,0033	0,0026	0,0020	0,0016	0,0014
1,00	0,0054	0,0044	0,0036	0,0028	0,0024	0,0020	0,0016
1,50	0,0055	0,0045	0,0037	0,0029	0,0025	0,0020	0,0016

Figura 37. Factor de corrección ( $f_h$ ) del índice de valoración medio, en función de la humedad, para actividades altas, según P.O. Fanger.

$V_a$ (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,2600	0,2000	0,1600	0,1320	0,1100	0,1000	0,0900
0,10	0,2600	0,2000	0,1600	0,1320	0,1100	0,1000	0,0900
0,15	0,2600	0,1950	0,1550	0,1300	0,1075	0,0950	0,0850
0,20	0,2600	0,1920	0,1510	0,1200	0,1050	0,0900	0,0800
0,30	0,2600	0,1850	0,1450	0,1150	0,1000	0,0830	0,0730
0,40	0,2600	0,1850	0,1400	0,1100	0,0950	0,0770	0,0670
0,50	0,2600	0,1850	0,1300	0,1050	0,0900	0,0700	0,0600
1,00	0,2600	0,1600	0,1200	0,0900	0,0700	0,0600	0,0500
1,50	0,2600	0,1550	0,1100	0,0800	0,0650	0,0500	0,0480

Figura 38. Factor de corrección ( $f_r$ ) del índice de valoración medio, en función de la TRM, para actividades sedentarias, según P.O. Fanger.

$V_a$ (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,1500	0,1050	0,0850	0,0700	0,0600	0,0500	0,0500
0,10	0,1500	0,1050	0,0850	0,0700	0,0600	0,0500	0,0500
0,15	0,1500	0,1000	0,0800	0,0700	0,0550	0,0450	0,0500
0,20	0,1500	0,1000	0,0800	0,0680	0,0550	0,0450	0,0400
0,30	0,1500	0,0950	0,0800	0,0630	0,0500	0,0430	0,0360
0,40	0,1500	0,0900	0,0750	0,0590	0,0450	0,0400	0,0330
0,50	0,1500	0,0900	0,0750	0,0550	0,0400	0,0380	0,0300
1,00	0,1500	0,0850	0,0650	0,0500	0,0370	0,0300	0,0250
1,50	0,1500	0,0850	0,0600	0,0450	0,0350	0,0280	0,0230

Figura 39. Factor de corrección ( $fr$ ) del índice de valoración medio, en función de la TRM, para actividades medias, según P.O. Fanger.

$V_a$ (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,1200	0,0900	0,0700	0,0450	0,0350	0,0300	0,0300
0,10	0,1200	0,0900	0,0700	0,0600	0,0450	0,0350	0,0300
0,15	0,1200	0,0900	0,0700	0,0600	0,0450	0,0350	0,0300
0,20	0,1200	0,0900	0,0700	0,0550	0,0400	0,0350	0,0300
0,30	0,1200	0,0860	0,0660	0,0500	0,0380	0,0330	0,0280
0,40	0,1200	0,0830	0,0630	0,0450	0,0360	0,0310	0,0260
0,50	0,1200	0,0800	0,0600	0,0400	0,0350	0,0300	0,0250
1,00	0,1200	0,0750	0,0550	0,0400	0,0300	0,0250	0,0200
1,50	0,1250	0,0750	0,0500	0,0350	0,0250	0,0200	0,0200

Figura 40. Factor de corrección ( $fr$ ) del índice de valoración medio, en función de la TRM, para actividades altas, según P.O. Fanger.



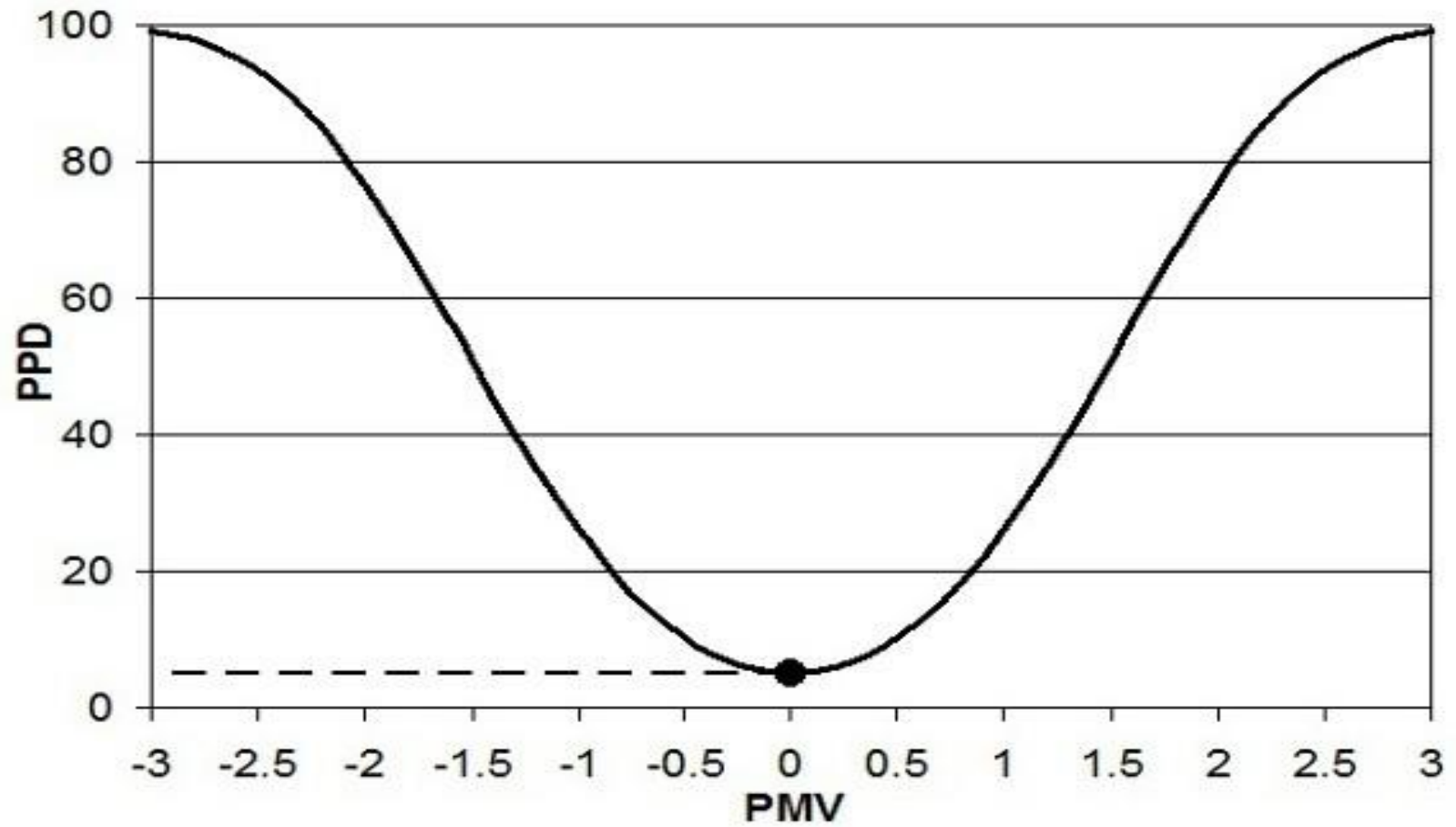


Figura 41. Gráfico para el cálculo del PPD en función al Voto Medio Estimado (PMV)

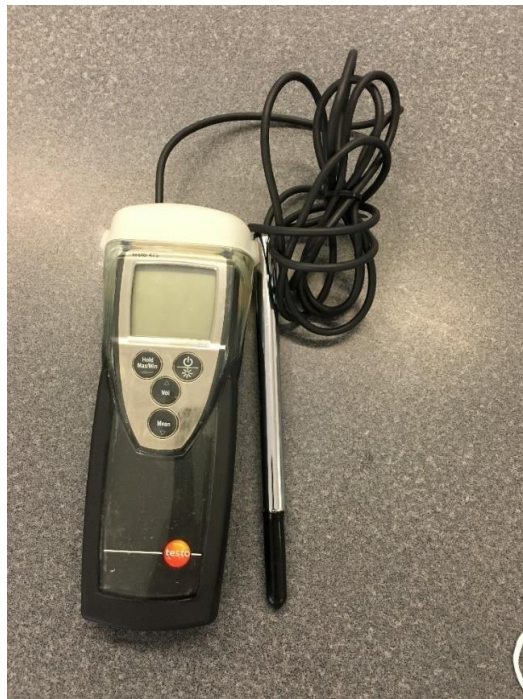
**ANEXO N° 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO**



*Foto 1. Medición de estrés térmico en sartenes volcables*



*Foto 2. Equipo medidor de estrés térmico*



*Foto 3. Foto del Termohigrómetro*



*Foto 4. Medición a nivel de la cabeza*



*Foto.5. Medición de estrés térmico a nivel de abdomen*





*Foto.6. Medición de estrés térmico a nivel de tobillos*



*Foto 7. Medición de la velocidad de aire*



*Foto 8. Entrevista a los trabajadores del comedor universitario*



*Foto 9. Marmitas para preparado de sopas de 20 bandejas*





Foto 10. Marmita para preparado de sopas de 10 bandejas



Foto 11. Sartén volcable para el preparado de arroz



*Foto 12. Vista de perfil de las campanas extractoras*



*Foto 13. Eliminación del vapor absorbido por campana extractora*





*Foto 14. Medición de estrés térmico en zona del horno*



*Foto 15. Extracción de las bandejas salidas del horno hacia las bandejas para la atención al alumno*



*Foto 16. Manipulación de las bandejas para la extracción excedente del agua en las piezas de pollo*



*Foto 17. Traspaso del pollo horneado de bandejas horneadas a bandejas para la atención al alumno*



*Foto 18. Traspaso de las bandejas de la mesa de trabajo al carrito transportador*



*Foto 19. Transporte de las bandejas llenadas hacia el horno*





*Foto 20. Traspaso de las bandejas de pollo horneado del carrito hacia la máquina para mantener caliente los alimentos.*



*Foto 21. Medición de la temperatura en la zona de exposición al vapor.*



*Foto 22. Apertura de las sartenes volcables para servido de arroz*



*Foto 23. Llenado de las bandejas para atención al alumno*



*Foto 24. Llenado de bandejas de arroz al carrito*



*Foto 25. Medición de estrés térmico con exposición al vapor caliente*



*Foto 26. Medición de estrés térmico en zona de preparado de sopa*



*Foto 27. Mezclado de ingredientes constantes durante la preparación*





*Foto 28. Tendido de bandejas para servido de sopa*



*Foto 29. Trabajador expuesto al vapor durante el servido*





*Foto 30. Posturas forzadas durante el servido*



*Foto 31. Servido de sopa en bandejas de atención al alumno*



*Foto 32. Pesaje de cubeta utilizada durante el servido*



*Foto 33. Pesaje de bandeja utilizada para atención al cliente*



## ANEXO N° 3: CUADERNO DE CAMPO

## CUADERNO DE CAMPO

14 de Junio del 2016

Después de haberse presentado la solicitud dirigida al rector el 07 de junio del presente año se procede a coordinar con las personas responsables del comedor universitario. Se coordinó con las ingenieras Magda Mariano y Nores Alarcón que se realizaría un monitoreo el viernes 17 de junio por lo que necesitaríamos una persona a quien evaluar las pulsaciones por minuto, designándonos como colaborador al señor Fredy Chávez (Responsable de cocina).

Se dieron las indicaciones sobre las mediciones a realizar y se solicitó información referente a los mantenimientos realizados en la campana extractora.

15 de Junio del 2016

Se presenta una solicitud dirigida al decano para préstamo de medidor de estrés térmico para uso en el comedor universitario coordinándose, posteriormente con el ingeniero Luis Nores la fecha del préstamo de equipo.

16 de Junio del 2016

Reunión con el ingeniero Luis Nores para ver la disponibilidad del medidor de estrés térmico para el día de mañana (17 de junio). Se manifiesta que el equipo solo puede ser prestado bajo la supervisión de José Manuel Saavedra quien no disponía de tiempo para acompañarme en el monitoreo desde las 7:00 a.m. por lo que se procede a alquilar el medidor de estrés térmico junto a un anemómetro.



17 de Junio del 2016

Se llega a las instalaciones a las 6:30 a.m. coordinándose con la Ing. Nores Alarcon el inicio de las mediciones. Los datos descritos a continuación son producto del trabajo en campo:

• Ingenieros Responsables

✓ Ing. Magda Mariano Ramoñ  
mmariano.c.c@gmail.com.

✓ Ing. Nores Alarcon Berrocal  
alarconberrocalnores@gmail.com.

Responsable de Cocina

• Freddy Ronald Chávez Alvarado

30 años / 71,3 kg / 164,4 cm

• Jaime Guarany Prieto, encargado de contar los pollos, aderezar, ingresar y salir los pollos horneados. Se realizan en promedio dos horneadas y en promedio, esta actividad lo realiza de 60 a 70 minutos.

27 años / 68,0 kg / 168,0 cm.

DATOS:

El personal de turno almuerzo son 30, ellos se encargan de cocinar desde las 7:00 a.m., su horario de turno es de 7:00 a.m a 4:00 p.m.

Las raciones diarias son de:

- ✓ 800 desayunos
- ✓ 2400 almuerzos
- ✓ 600 cenas

17 de Junio, 2016

Andy Rodríguez Martos es ayudante de cocina y manifiesta que cada mes cambian de funciones, información que fue corroborada por la ingeniera nores.

20 años / 59 kg / 162.0 cm.

William Jesús Guarniz Veliz es el encargado de sopas, ingresó a trabajar los primeros días de marzo, donde manifiesta que cada hora tenía que cambiarse de hora por el vapor al que estaba expuesto.

26 años / 73.7 kg / 171.0 cm.

### NOTAS.

Marmitas



Sortenes Volcables



Las cantidades aproximadas de producción son:

- ✓ 24 bandejas de pollo
- ✓ 40 bandejas de arroz y 30 de menestras o de 55 a 60 bandejas de arroz cuando no hay menestras

❖ Las bandejas pesan de 10,5 a 15 kilos

❖ El balde con sopa pesa aprox. 12 Kg.

❖ 1 bandeja  $\approx$  1,75 baldes de sopa  
 $\approx$  19,5 Kg.

10 B  
 10

5

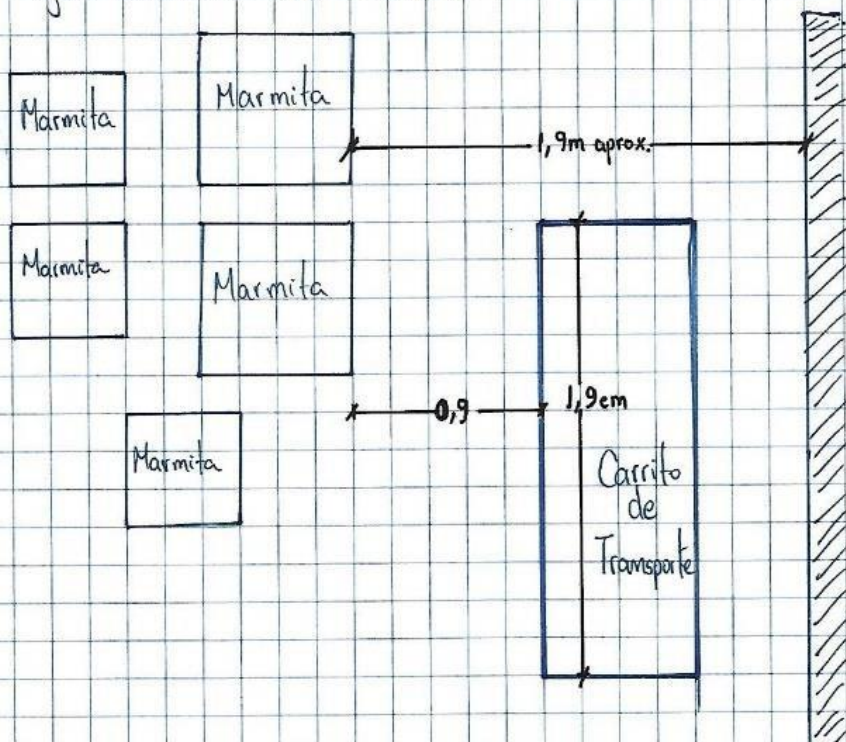


17 de junio del 2016

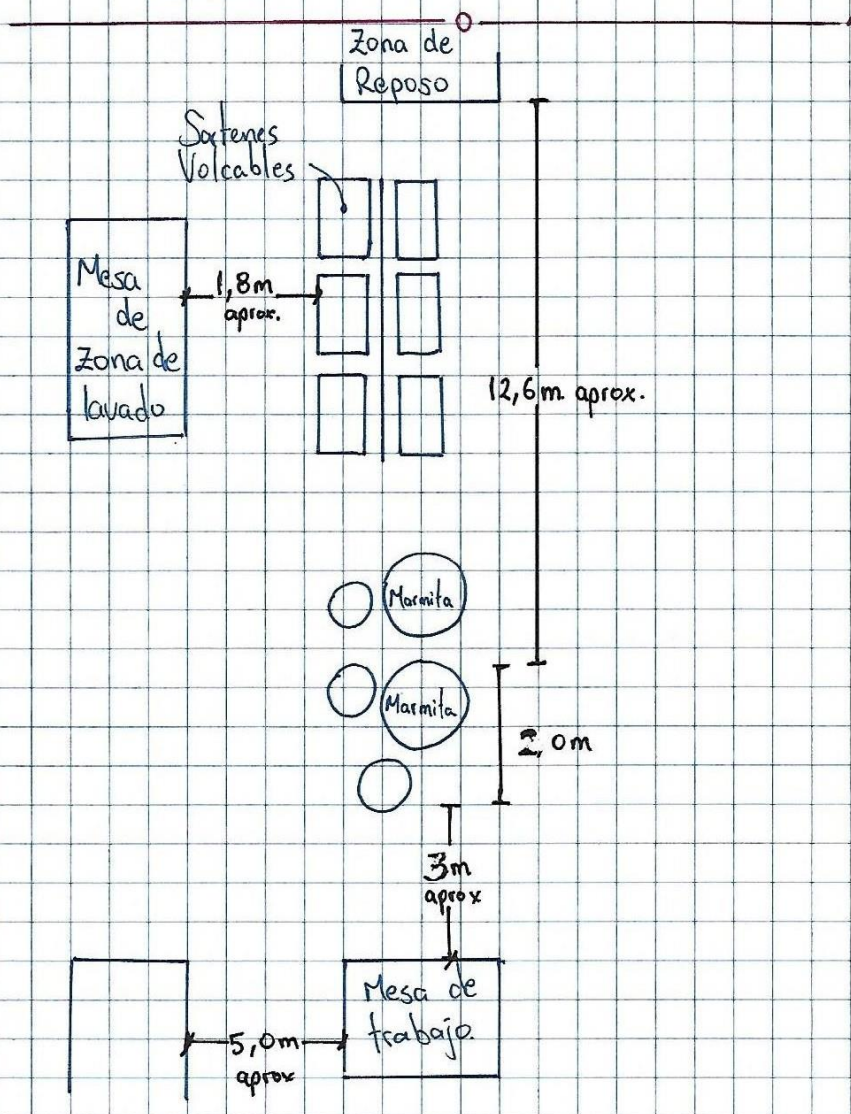
Se tienen dos carritos en los que ingresan 20 bandejas (10 en cada carrito). Se hacen 2 viajes durante toda la preparación.

**NOTA:**

- \* Normalmente se suele sacar los coches llenos de sopa, bandejas de arroz, bandeja de pollos horneados, entre otros.
- \* En la marmita de sopa se realiza movimientos constantes durante la preparación.
- \* Se observó humo que causa irritación en los ojos saliente del horno.



17 de junio del 2016





17 de Junio del 2016

Se inició la medición de las calorías gastadas por desplazamiento a las 7:40 a.m. y se quitó la pulsera a las 12:54 p.m. teniendo como resultado 3185 pasos 2,1 Km recorridos igual a 130 Cal.

El resultado fue bastante bajo debido a que el sistema de configuración de la pulsera contabiliza los movimientos bajo una determinada velocidad, por lo que no fue útil para el presente trabajo.


Se procedió a medir bajo los propios formatos elaborados UNI-FO-001 Ver. 01: Formato para recopilación de datos. Hora: 7:37 a.m.

21 de Julio del 2016


Se inició las mediciones 12:12 p.m. terminando a la 1:00 p.m. Se realizó la medición con equipos de LABIHSI.



## ANEXO Nº 3: FORMATO DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b>					UNI-FO- 001 Ver. 01
	FORMATO PARA RECOPIACIÓN DE DATOS					
<b>ÁREA MONITOREADA: COCINA DEL COMEDOR UNIVERSITARIO DE LA UNI</b>						
<b>FECHA DEL MONITOREO:</b>						
<b>Puesto 1 :</b>						
Actividad: Ejecución de almuerzo						
Tarea: Ejecución de almuerzo						
HORA	BH	BS	TG	HR (%)	IC	V <sub>1</sub>
(Cabeza)						
(Abdomen)						
(Tobillos)						
<b>Puesto 2 :</b>						
Actividad: Preparación, captación de sopas.						
Tarea: Ejecución de almuerzo						
HORA	BH	BS	TG	HR (%)	IC	V <sub>1</sub>
(Cabeza)						
(Abdomen)						
(Tobillos)						
<b>ZONA :</b>						
HORA	BH	BS	TG	HR (%)	IC	V <sub>1</sub>
(Cabeza)						
<b>ZONA :</b>						
HORA	BH	BS	TG	HR (%)	IC	V <sub>1</sub>
(Cabeza-antes)						
(Cabeza-después)						

## ANEXO N° 4: REGISTRO DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA					UNI-FO- 001
	FORMATO PARA RECOPIACIÓN DE DATOS					Ver. 01
ÁREA MONITOREADA : COCINA DEL COMEDOR UNIVERSITARIO DE LA UNI						
FECHA DEL MONITOREO:			17 - Junio - 2016			
Puesto 1			: Responsable de Cocina			
Actividad: Ejecución de almuerzo						
Tarea: Ejecución de almuerzo						
HORA	BH	BS	TG	HR (%)	IC	V <sub>1</sub>
(Cabeza) 7:37 A.M. - 7:55 A.M.	20,1	22,8	25,1	70-73	24	0,40 0,30 0,29
(Abdomen) 7:57 A.M. - 8:12 A.M.	20,0	23,0	26,6	66	23	0,45 0,70 0,20
(Tobillos) 8:15 A.M. - 8:30 A.M.	20,1	23,1	26	60	23	0,32 0,22 0,23
Puesto 2			: Responsable de Sopas			
Actividad: Preparación, catación de sopas.						
Tarea: Ejecución de almuerzo						
HORA	BH	BS	TG	HR (%)	IC	V <sub>1</sub>
(Cabeza) 9:20 A.M. - 9:35 A.M.	19,4	22,8	23,9	64	23	0,70 0,45 0,40
(Abdomen) 9:00 A.M. - 9:15 A.M.	20,1	22,2	25	72	21	0,36 0,32 0,22
(Tobillos) 8:34 A.M. - 8:50 A.M.	18,6	20,9	22,5	72		0,10 0,28 0,24
ZONA			: Lavado y preparado de insumos			
HORA	BH	BS	TG	HR (%)	IC	V <sub>1</sub>
(Cabeza) 9:48 a.m. - 10:03 a.m.	20,5	22,7	22,8	74	24	0,35 0,50 0,20
ZONA			: Horneado			
HORA	BH	BS	TG	HR (%)	IC	V <sub>1</sub>
(Cabeza-antes) 10:00 A.M. - 10:15 A.M.	21,1	24,3	25,1	70	25	0,30 0,24 0,20
(Cabeza-después) 10:15 A.M. - 10:30 A.M.	22,8	24,8	26,4	95	29	0,55 0,50 0,41





## ANEXO N° 5: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CALIBRATION CERTIFICATE  
IN-0027-16

Fecha de emisión: 2016-02-02  
Issue date

**LABORATORIOS INNOVA**

1. SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNI-LABISHI  
Applicant  
Dirección : AV. AVENIDA TUPAC AMARU 210 KM. 4.5 TUPAC AMARU -RIMAC-LIMA  
Address

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMOMETRO DIGITAL (MONITOR DE ESTRÉS TÉRMICO PERSONAL)  
Measuring Instrument : DIGITAL THERMOMETER (HEAT STRESS PERSONAL MONITOR)  
Marca : QUEST TECHNOLOGIES Serie : JU0080022 Resolución : 0.1 °C  
Brand : QUEST TECHNOLOGIES Serial : Prcedencia: U.S.A Resolution  
Modelo : QUEST TEMP II Made in

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN : Calibrado el día: 2016-02-02 en INNOVA LABORATORIOS  
Date and place of calibration : Calibration day 2016-02-02 in the INNOVA LABORATORIOS

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN  
Calibration method  
Método de comparación directa según PC-017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales" del SNM-INDECOPI  
Direct comparison method according to PC-017 "Calibration Procedure for Digital Thermometers" SNM-INDECOPI

5. INSTRUMENTOS / EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD  
Instruments / Measuring equipment and traceability

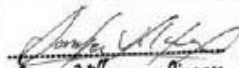
INSTRUMENTO / EQUIPO <i>Instrument / Equipment</i>	MARCA <i>Brand</i>	MÓDULO <i>Model</i>	SERIE <i>Serial number</i>	CERTIFICADO <i>Certificate</i>
Termómetro digital	Delta ohm	HD 21071	07022732	ET-562-2014
Termohigrómetro	TRACABLE	4147	540158675	QHLT-820-2015

6. RESULTADOS  
Results  
Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento  
The results are shown on page 02 of this document  
La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura  $k=2$  para un nivel de confianza del 95%  
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor  $k=2$  for a confidence level of 95%

7. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN  
Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente Environment temperature	Humedad Relativa Relative humidity	Presión Atmosférica Atmospheric pressure
INICIAL Initial	20,1 °C	69,1 %	999,4 mbar
FINAL Final	20,5 °C	69,8 %	999,4 mbar

8. OBSERVACIONES  
Observations  
Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.  
The results are the average of 10 measurements.  
Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.  
Place a label indicating calibration date and certificate number.  
La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.  
The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.

  
Lorena Villanueva Linares  
GERENTE DE OPERACIONES

Dirección: JR. LOA NRO. 244 URB. TARAPACA PROV. CONST. DEL CALLAO  
Cel: 991 279 822 ; 949 850 783 E-mail: innova\_venta1@hotmail.com



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

IN-0027-16

Fecha de emisión: 2016-02-02  
Issue date9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN  
CALIBRATION RESULTS

TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA INDICADOR THERMOMETER (°C)	INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN CORRECTION (°C)	INCERTIDUMBRE UNCERTAINTY (°C)
35,00	35,20	-0,20	0,57
36,00	36,30	-0,30	0,57
37,00	37,20	-0,20	0,57
38,00	38,20	-0,20	0,57
39,0	39,1	-0,10	0,57
40,0	40,1	-0,10	0,57

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro + Corrección  
 Conventinally Temperature True (CTT) = Display Thermometer + Correction

(FIN DEL DOCUMENTO)  
(END OF DOCUMENT)

Dirección: JR. LOA NRO. 244 URB. TARAPACA PROV. CONST. DEL CALLAO  
 Cel: 991 279 822 ; 949 850 783 E-mail: [innova\\_venta1@hotmail.com](mailto:innova_venta1@hotmail.com)





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CALIBRATION CERTIFICATE  
IN-0028-16

Fecha de emisión: 2016-02-02  
Issue date

1.- SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNI-LABISHI  
Applicant  
Dirección : AV. AVENIDA TUPAC AMARU 210 KM. 4.5 TUPAC AMARU -RIMAC-LIMA  
Address

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMOMETRO DIGITAL (MONITOR DE ESTRÉS TÉRMICO)  
Measuring Instrument DIGITAL THERMOMETER (HEAT STRESS MONITOR)  
Marca : 3M Serie : TGO090045 Resolución : 0.1°C / 0.1 % H.R.  
Brand Serial Resolución  
Modelo : Quest Temp 30 Procedencia: U.S.A Resolution  
Model Made in

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN Calibrado el día 2016-02-02 en INNOVA LABORATORIOS  
Date and place of calibration Calibration day 2016-02-02 in the INNOVA LABORATORIOS

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN  
Calibration method

Método de comparación directa según PC-017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales" del SNM-INDECOPI  
Direct comparison method according to PC-017 "Calibration Procedure for Digital Thermometers" SNM-INDECOPI

5.- INSTRUMENTOS/EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD  
Instruments / Measuring equipment and traceability

INSTRUMENTO / EQUIPO <i>Instrument / Equipment</i>	MARCA <i>Brand</i>	MODELO <i>Model</i>	SERIE <i>Serial number</i>	CERTIFICADO <i>Certificate</i>
Termómetro digital	Delta ohm	HD 21071	07022712	LT-562-2014
Termohigrómetro	TRACEABLE	4247	140130675	GHHT-820-2014

6.- RESULTADOS  
Results

Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento  
The results are shown on page 02 of this document

La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura  $k=2$  para un nivel de confianza del 95%  
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor  $k=2$  for a confidence level of 95%



7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN  
Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente <i>Environment temperature</i>	Humedad Relativa <i>Relative humidity</i>	Presión Atmosférica <i>Atmospheric pressure</i>
INICIAL <i>Initial</i>	20,1°C	69,1 %	999,4 mbar
FINAL <i>Final</i>	20,5°C	69,8 %	999,4 mbar

8.- OBSERVACIONES  
Observations

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.  
The results are the average of 10 measurements.

Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.  
Place a label indicating calibration date and certificate number.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.  
The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.

Lorena Villanueva Binares  
GERENTE DE OPERACIONES

Dirección: JR. LOA NRO. 244 URB. TARAPACA PROV. CONST. DEL CALLAO  
Cel: 991 279 822 ; 949 850 783 E-mail: innova\_venta1@hotmail.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CALIBRATION CERTIFICATE

IN-0028-16

Fecha de emisión: 2016-02-02  
Issue date

9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

9.1- BULBO SECO

9.1- BULBO SECO  
DRY BULB

TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA INDICATOR THERMOMETER (°C)	INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN CORRECTION (°C)	INCERTIDUMBRE UNCERTAINTY (°C)
31,20	31,40	-0,20	0,57
39,80	40,10	-0,30	0,57
59,70	60,10	-0,40	0,57
89,40	89,80	-0,40	0,57

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro + Corrección  
Conventionally Temperature True (CTT) = Display Thermometer + Correction

9.2- BULBO HÚMEDO  
WET BULB

TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE (°C)	INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE UNCERTAINTY (°C)
31,20	31,50	-0,30	0,57
39,80	39,80	0,00	0,57
59,70	59,60	0,10	0,57
89,40	88,60	0,80	0,57

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro + Corrección  
Conventionally Temperature True (CTT) = Display Thermometer + Correction

9.3- SENSOR GLOBO  
SENSOR GLOBE

TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE (°C)	INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
31,9	31,6	0,30	0,57
40,8	40,4	0,40	0,57
60,3	59,9	0,40	0,57
90,1	89,6	0,50	0,57

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro + Corrección  
Conventionally Temperature True (CTT) = Display Thermometer + Correction



(FIN DEL DOCUMENTO)  
(END OF DOCUMENT)

Dirección: JR. LOA NRO. 244 URB. TARAPACA PROV. CONST. DEL CALLAO  
Cel: 991 279 822 ; 949 850 783 E-mail: innova\_venta1@hotmail.com





**P&V CONSULTING S.A.C.**  
 Consultores en Proyectos y Venta de Tecnologías  
 Calle Mariscal las Heras 722 Tercer Piso - Lima - Lima - Lince  
 Telf.: (511) 265-5668 / 9924-29863 / RPM: #996698822  
 E-mail: pyv.consulting@gmail.com / ventas@pyvconsulting.com  
 Web: www.pyvconsulting.com

**R.U.C. 20543679888**

**GUIA DE REMISION - REMITENTE**

**0001- Nº 000922**

FECHA DE EMISION: 16/06/2016 FECHA DE INICIO DEL TRASLADO: 16/06/2016

**DIRECCION DE PARTIDA**  
 Calle Mariscal las Heras Nº 722 3er Piso Lince- Lima

**DIRECCION DE LLEGADA**  
 Calle Puerto Chicama Nº 333, Dpto 301 -

**DESTINATARIO**  
 SEÑOR(ES):  
 RUC: **JAVIER RONALD ESTOCALENKO PALOMINO 70234711**

**UNIDAD DE TRANSPORTE / CONDUCTOR**  
 VEHICULO MARCA Y PLACA Nº:  
 CERTIFICADO DE INSCRIPCION Nº:  
 LICENCIA DE CONDUCIR:

RICARDO WILMER RODRIGUEZ ESQUIVEL RUC: 10267667988 SERIE 0001 DEL 901 AL 1000 AUT. 12338250023 F.I.17-06-2016

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PESO
0001	<b>EQUIPO: ESTRÉS TÉRMICO</b> Marca : 3M Modelo : Ques Temp 32 N/S : TPN030011  Incluye - 01 Botella con agua desionizada - 01 Check Spam - 01 Trípode color negro con funda - 01 Maletín color negro para transporte		1	
0002	<b>EQUIPO: ANEMOMETRO</b> Marca : TESTO Modelo : 425 N/S : 02542871  Incluye - 01 Maletín color pìomo para transporte Pelitafi		1	

**TRANSPORTISTA**

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 RUC: \_\_\_\_\_

**COMPROBANTE DE PAGO**

TIPO: \_\_\_\_\_  
 NUMERO: \_\_\_\_\_

**MOTIVO DEL TRASLADO**

<input type="checkbox"/> VENTA	<input type="checkbox"/> TRASLADO POR EMISOR ITINERANTE
<input type="checkbox"/> VENTA SUJETA A CONFIRMACION DEL COMPRADOR	<input type="checkbox"/> DE COMPROBANTES DE PAGO
<input type="checkbox"/> COMPRA	<input type="checkbox"/> TRASLADO ZONA PRIMARIA
<input checked="" type="checkbox"/> CONSIGNACION	<input type="checkbox"/> IMPORTACION
<input type="checkbox"/> DEVOLUCION	<input type="checkbox"/> EXPORTACION
<input type="checkbox"/> TRASLADOS ENTRE ESTABLECIMIENTOS DE LA MISMA EMPRESA	<input type="checkbox"/> OTROS
<input type="checkbox"/> TRASLADO DE BIENES PARA TRANSFORMACION	<input type="checkbox"/> (A) EXHIBICION
<input type="checkbox"/> RECEJO DE BIENES PARA TRANSFORMACION	<input type="checkbox"/> (B) DEMOSTRACION
	<input type="checkbox"/> (C) .....

*Delee*  
 p. P&V CONSULTING S.A.C.  
*S. Spicaterelli*  
 Conformidad del Cliente

Sr.(a)(ta) \_\_\_\_\_

**DESTINATARIO**



## ANEXO N° 6: CÁLCULO DEL ÍNDICE TGBH

## MÉTODO DE TGBH

Hallando el gasto metabólico para:

Actividad Arroz:

$$2 \text{ kcal/min} \times 10 \text{ min} = 20 \text{ kcal/h} \quad (\text{Andando})$$

$$0,6 \text{ kcal/min} \times 30 \text{ min} = 18 \text{ kcal/h} \quad (\text{De pie})$$

$$0,9 \text{ kcal/min} \times 30 \text{ min} = 27 \text{ kcal/h} \quad (\text{Trabajo Manual})$$

$$0,4 \text{ kcal/min} \times 10 \text{ min} = 40 \text{ kcal/h} \quad (\text{Trabajo Manual})$$

$$2,5 \text{ kcal/min} \times 10 \text{ min} = 25 \text{ kcal/h} \quad (\text{Trabajo con 2 brazos})$$

$$5,0 \text{ kcal/min} \times 10 \text{ min} = \frac{50 \text{ kcal/h}}{180 \text{ kcal/h}} \quad (\text{Trabajo con el cuerpo})$$

Actividad Sopas:  $\bar{V} = 0,3$  HR (74; 72; 72)

$$2 \text{ kcal/min} \times 10 \text{ min} = 20 \text{ kcal/h} \quad (\text{Andando})$$

$$0,6 \text{ kcal/min} \times 10 \text{ min} = 6 \text{ kcal/h} \quad (\text{De pie})$$

$$0,9 \text{ kcal/min} \times 10 \text{ min} = 9 \text{ kcal/h} \quad (\text{Trabajo Manual})$$

$$2,5 \text{ kcal/min} \times 30 \text{ min} = 75 \text{ kcal/h} \quad (\text{Trabajo con 2 brazos})$$

$$7,0 \text{ kcal/min} \times 10 \text{ min} = 70 \text{ kcal/h} \quad (\text{Trabajo con el cuerpo})$$

$$7,0 \text{ kcal/min} \times 15 \text{ min} = 105 \text{ kcal/h} \quad (\text{Trabajo con el cuerpo})$$

$$2,5 \text{ kcal/min} \times 15 \text{ min} = \frac{37,5 \text{ kcal/h}}{322,5 \text{ kcal/h}} \quad (\text{Trabajo con 2 brazos})$$

## Lavado y Preparado de Insumos

$$0,6 \text{ kcal/min} \times 30 = 18 \text{ kcal/h (De pie)}$$

$$0,9 \text{ kcal/min} \times 30 = 27 \text{ kcal/h (Trabajo Manual)}$$

$$2,5 \text{ kcal/min} \times 20 = 50 \text{ kcal/h (Trabajo 2 brazos)}$$

$$3,5 \text{ kcal/min} \times 20 = 70 \text{ kcal/h (Trabajo con el cuerpo)}$$

$$5,0 \text{ kcal/min} \times 10 = \frac{50 \text{ kcal/h}}{215 \text{ kcal/h}} \text{ (Trabajo con el cuerpo)}$$

Horneado de Pan  $\bar{U} = 0,4$ 

$$0,6 \text{ kcal/min} \times 30 = 18 \text{ kcal/h (De pie)}$$

$$0,2 \text{ kcal/min} \times 10 = 2 \text{ kcal/h (Andando)}$$

$$2,5 \text{ kcal/min} \times 30 = 75 \text{ kcal/h (Trabajo con 2 brazos)}$$

$$7,0 \text{ kcal/min} \times 30 = 210 \text{ kcal/h (Trabajo con el cuerpo)}$$

$$2,5 \text{ kcal/min} \times 10 = \frac{25 \text{ kcal/h}}{330 \text{ kcal/h}} \text{ (Trabajo con 2 brazos)}$$

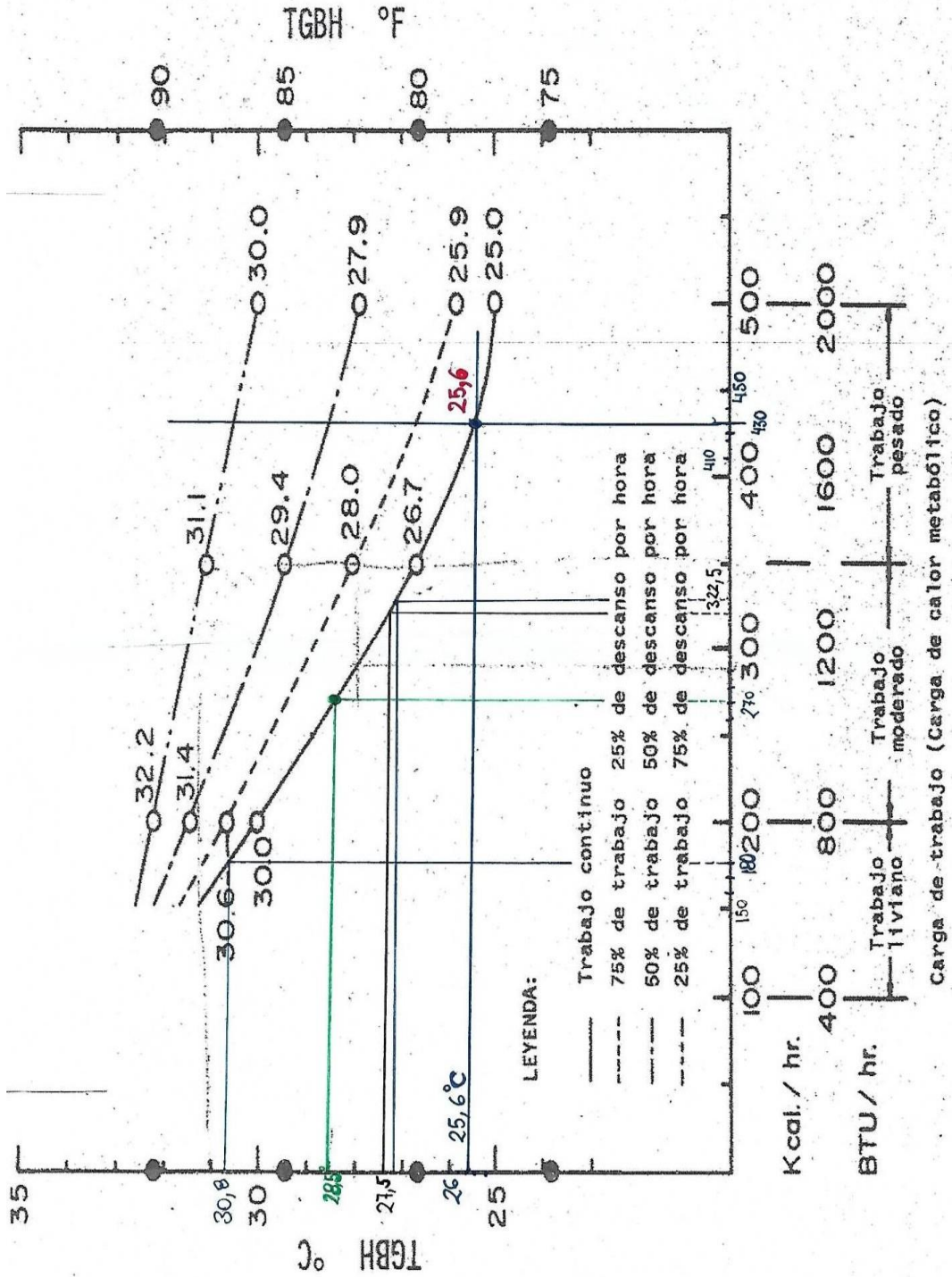
A. Posición y movimiento del cuerpo			
		Kcal/min	
Sentado		0,3	
De pié		0,6	
Andando		2,0 - 3,0 <i>Asumimos 2 Kcal/min × 10</i>	
Subida de una pendiente		añadir 0,8 por m de subida = 20 Kcal/h	
B. Tipo de trabajo			
		Media Kcal/min	Rango Kcal/min
Trabajo manual	Ligero	0,4	0,2 - 1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1,0	0,7 - 2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5	1,0 - 3,5
	Pesado	2,5	2,5 Kcal/min = 150 Kcal/h
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5	2,5 - 15,0
	Moderado	5,0	5 Kcal/min = 300 Kcal/h.
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

Figura 9. Estimación del Consumo Metabólico (M), según ACGIH.

Consumo metabólico Kcal/hora	WBGT límite °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	V = 0	V ≠ 0	V = 0	V ≠ 0
< 100	33	33	32	32
100 ÷ 200	30	30	29	29
200 ÷ 310	28	28	26	26
310 ÷ 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Figura 10. Valores límite de referencia para el índice TGBH, según ISO 7243.





## ANEXO N° 7: CÁLCULOS MEDIANTE EL MÉTODO DE FANGER

Para el cálculo del aislamiento de la vestimenta, se ingresa al software en la opción “personalizar la vestimenta” para lo cual utilizaremos los siguientes criterios:

Selecciona las prendas vestidas por el trabajador

Ropa interior	Camisas/Blusas
<input checked="" type="checkbox"/> Bragas	<input checked="" type="checkbox"/> Mangas cortas
<input type="checkbox"/> Calzoncillos de pernera larga	<input type="checkbox"/> Ligeras, mangas largas
<input type="checkbox"/> Camiseta sin mangas	<input type="checkbox"/> Normales, mangas largas
<input type="checkbox"/> Camiseta de manga corta	<input type="checkbox"/> De franela, mangas largas
<input type="checkbox"/> Camiseta de manga larga	<input type="checkbox"/> Blusa ligera, mangas largas
<input type="checkbox"/> Bragas y sujetador	

Pantalones	Vestidos/Faldas
<input type="checkbox"/> Cortos	<input type="checkbox"/> Faldas ligeras (verano)
<input type="checkbox"/> Ligeros	<input type="checkbox"/> Faldas gruesas (invierno)
<input checked="" type="checkbox"/> Normales	<input type="checkbox"/> Vestidos ligeros, mangas cortas
<input type="checkbox"/> De franela	<input type="checkbox"/> Vestidos de invierno, mangas largas
	<input type="checkbox"/> Monos

Varios
<input checked="" type="checkbox"/> Calcetines
<input type="checkbox"/> Calcetines gruesos, tobilleros
<input type="checkbox"/> Calcetines gruesos, largos
<input type="checkbox"/> Medias de nilón
<input type="checkbox"/> Zapatos (suela fina)
<input type="checkbox"/> Zapatos (suela gruesa)
<input checked="" type="checkbox"/> Botas
<input type="checkbox"/> Guantes

El cálculo de la tasa metabólica puede ser calculado por:

Cálculo de la tasa metabólica	
<p>Emplea esta opción para calcular la tasa metabólica en función de la profesión (segun norma ISO 8996)</p> <p>En función la profesión</p>	Calcular
<p>Emplea esta opción para calcular la tasa metabólica por categorías de actividad (segun norma ISO 8996)</p> <p>Por categorías de actividad</p>	Calcular
<p>Emplea esta opción para calcular la tasa metabólica en función del tipo de actividad (segun INSHT - NTP 323)</p> <p>En función del tipo de actividad</p>	Calcular
<p>Emplea esta opción para calcular la tasa metabólica en función del tipo de actividad (segun norma ISO 7730)</p> <p>En función del tipo de actividad</p>	Calcular
<p>Emplea esta opción para calcular la tasa metabólica en función de los componentes de la actividad (segun INSHT - NTP 323)</p> <p>En función de los componentes de la tarea</p>	Calcular
<p>Emplea esta opción para calcular la tasa metabólica en función de la frecuencia cardiaca</p> <p>En función de la frecuencia cardiaca</p>	Calcular

Se considera una tasa metabólica moderada:

Categorías de actividad	
<p>Selecciona la categoría de la actividad desarrollada por el trabajador</p>	
<input type="radio"/> Descanso	
<p>Descansando, sentado cómodamente...</p>	
<input type="radio"/> Tasa metabólica baja	
<p>Trabajo manual ligero: escribir, teclear, dibujar, coser, anotar contabilidad...            Trabajo con brazos y manos: herramientas pequeñas, inspección, montaje o clasificación de materiales ligeros...            Trabajo con plé y piernas: conducción de vehículos en condiciones normales, empleo de pedales de accionamiento...            De plé: traslado de piezas pequeñas, fresado de piezas pequeñas, enrollado de bobinas y pequeñas armaduras, mecanizado con herramientas de baja potencia...            Caminar sin prisa: con velocidad hasta 2,5 Km/h.</p>	
<input checked="" type="radio"/> Tasa metabólica moderada	
<p>Trabajo sostenido con manos y brazos: clavar clavos, limar...            Trabajo con brazos y piernas: conducción de camiones, tractores o máquinas de obras...            Trabajo con tronco y brazos: uso de martillos neumáticos, acoplamiento de aperos a tractor, enyesado, escardar, usar la azada, recoger frutas y verduras, tirar o empujar carretillas ligeras, trabajos de forja...            Caminar: a una velocidad de entre 2,5 Km/h y 5,5 Km/h.</p>	
<input type="radio"/> Tasa metabólica alta	
<p>Trabajo intenso con brazos y tronco: transporte de materiales pesados, empleo de macho o maza, serrar, cepillar madera dura, cortar hierba o cavar, empujar o tirar de carretillas o carros de mano muy cargados, desbarbado de fundición, colocar bloques de hormigón...            Caminar rápido: a una velocidad de entre 5,5 Km/h y 7 Km/h.            Pedalear</p>	
<input type="radio"/> Tasa metabólica muy alta	
<p>Actividad muy intensa a ritmo de muy rápido a máximo: trabajar con un hacha, cavar intensamente, subir escaleras, rampas o escalas...            Caminar muy rápido: a una velocidad superior a 7 Km/h, muy rápidamente a pequeños pasos, correr.</p>	

En la medición del 17-06-2016, en el área de preparación de arroz se obtuvo:

**Condiciones ambientales**


Temperatura del aire	23	▼ °C
Temperatura radiante media	26	▼ °C
<small>Medida mediante termómetro de globo</small>		
Velocidad del aire	0,4	▼ m/s
Humedad relativa	66	▼ %

---

**Resultado**

Voto Medio Estimado (PMV)

1,84



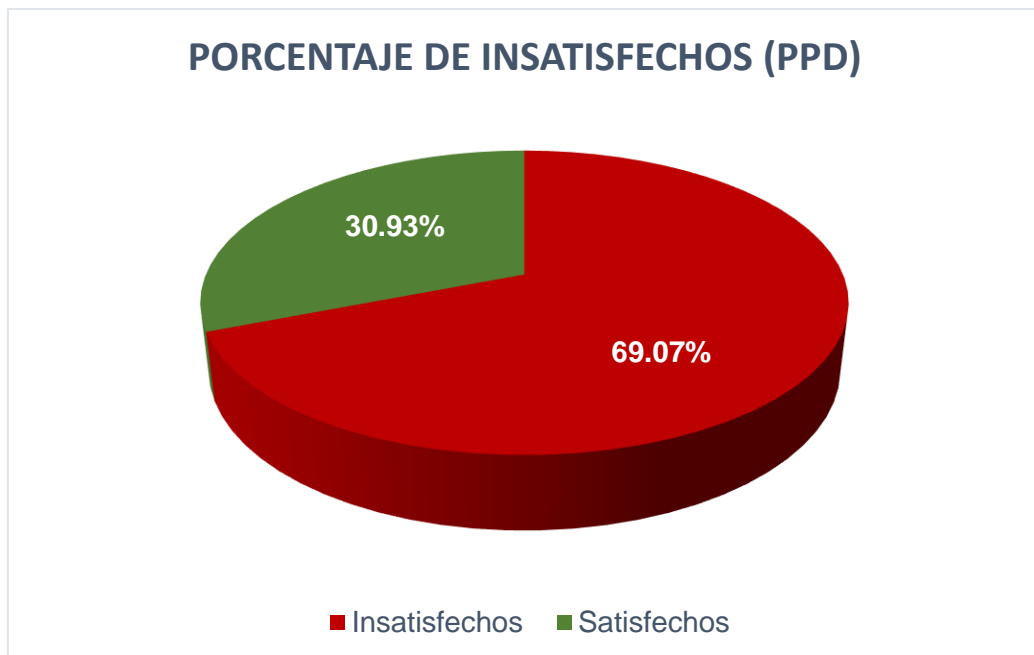
-3 Frio    -2 Fresco    -1 Ligeramente Fresco    0 Neutro    +1 Ligeramente caluroso    +2 Caluroso    +3 Muy Caluroso

Para que las condiciones ambientales sean adecuadas el Voto Medio Estimado debe estar entre -0.5 y 0.5. Por lo tanto:

La situación es ambientalmente **INADECUADA**

Estimación del voto de los trabajadores en las condiciones evaluadas

PORCENTAJE DE INSATISFECHOS (PPD)	
Insatisfechos	69.07%
Satisfechos	30.93%



En la medición del 17-06-2016, en el área de preparación de sopas se obtuvo:

Condiciones ambientales

Temperatura del aire	22	°C
Temperatura radiante media	24	°C
Medida mediante termómetro de globo		
Velocidad del aire	0,3	m/s
Humedad relativa	73	%

Resultado

Voto Medio Estimado (PMV)

1,71

Para que las condiciones ambientales sean adecuadas el Voto Medio Estimado debe estar entre -0.5 y 0.5. Por lo tanto:

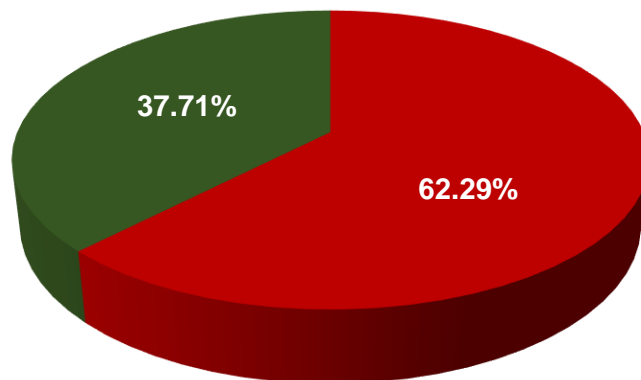
La situación es ambientalmente **INADECUADA**

Estimación del voto de los trabajadores en las condiciones evaluadas

**PORCENTAJE DE INSATISFECHOS (PPD)**

Insatisfechos	<b>62.29%</b>
Satisfechos	<b>37.71%</b>

**PORCENTAJE DE INSATISFECHOS (PPD)**



■ Insatisfechos ■ Satisfechos



En la medición del 17-06-2016, en el área de lavado y preparado de insumos se obtuvo:

**Condiciones ambientales**

Temperatura del aire 23 °C

Temperatura radiante media 23 °C  
Medida mediante termómetro de globo

Velocidad del aire 0,4 m/s

Humedad relativa 74 %

---

**Resultado**

Voto Medio Estimado (PMV)

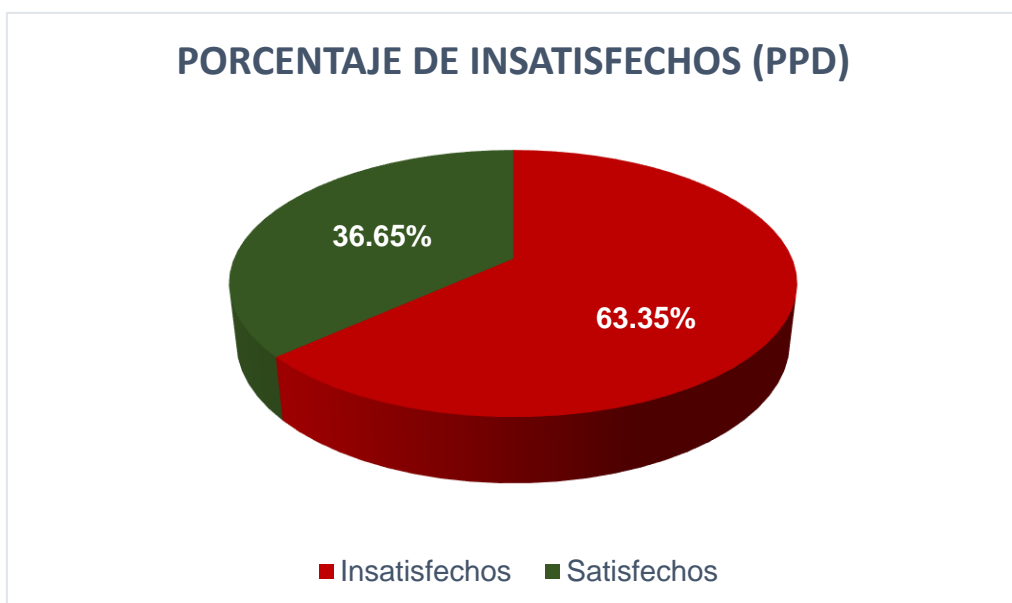
1,73

Para que las condiciones ambientales sean adecuadas el Voto Medio Estimado debe estar entre -0.5 y 0.5. Por lo tanto:

**La situación es ambientalmente INADECUADA**

Estimación del voto de los trabajadores en las condiciones evaluadas

PORCENTAJE DE INSATISFECHOS (PPD)	
Insatisfechos	63.35%
Satisfechos	36.65%



En la medición del 17-06-2016, en el área de horneado de pollo se obtuvo:

**Condiciones ambientales**

Temperatura del aire: 25 °C

Temperatura radiante media: 26 °C  
Medida mediante termómetro de globo

Velocidad del aire: 0,4 m/s

Humedad relativa: 83 %

---

**Resultado**

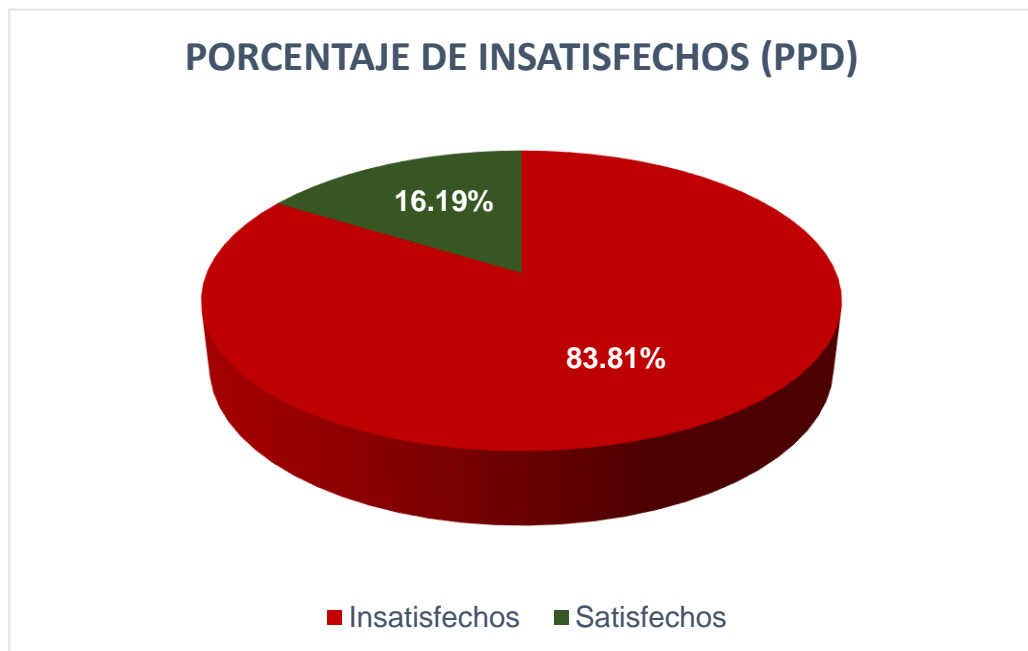
Voto Medio Estimado (PMV): 2,17

Para que las condiciones ambientales sean adecuadas el Voto Medio Estimado debe estar entre -0.5 y 0.5. Por lo tanto:

**La situación es ambientalmente INADECUADA**

Estimación del voto de los trabajadores en las condiciones evaluadas

PORCENTAJE DE INSATISFECHOS (PPD)	
Insatisfechos	83.81%
Satisfechos	16.19%



En la medición del 21-06-2016, en el área de sopas (Primera Medición) se obtuvo:

**Condiciones ambientales**

Temperatura del aire: 21 °C

Temperatura radiante media: 23 °C  
Medida mediante termómetro de globo

Velocidad del aire: 0,3 m/s

Humedad relativa: 72 %

---

**Resultado**

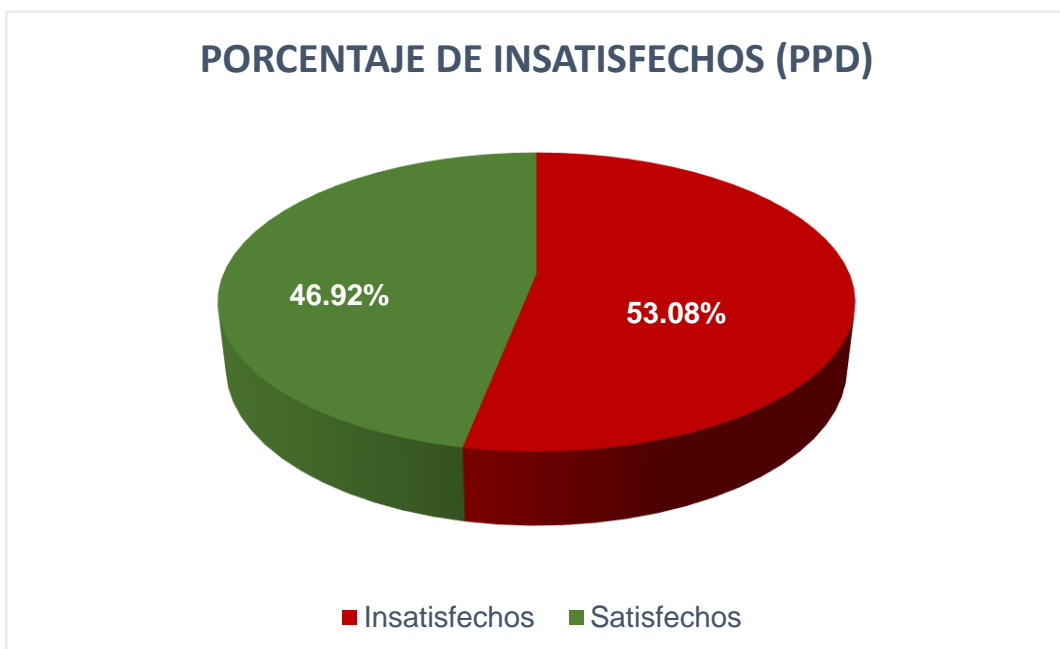
Voto Medio Estimado (PMV): 1,54

Para que las condiciones ambientales sean adecuadas el Voto Medio Estimado debe estar entre -0.5 y 0.5. Por lo tanto:

La situación es ambientalmente **INADECUADA**

Estimación del voto de los trabajadores en las condiciones evaluadas

PORCENTAJE DE INSATISFECHOS (PPD)	
Insatisfechos	53.08%
Satisfechos	46.92%



En la medición del 21-06-2016, en el área de sopas (Segunda Medición) se obtuvo:

**Condiciones ambientales**

Temperatura del aire 21 °C

Temperatura radiante media 23 °C  
Medida mediante termómetro de globo

Velocidad del aire 0.3 m/s

Humedad relativa 73 %

---

**Resultado**

Voto Medio Estimado (PMV)

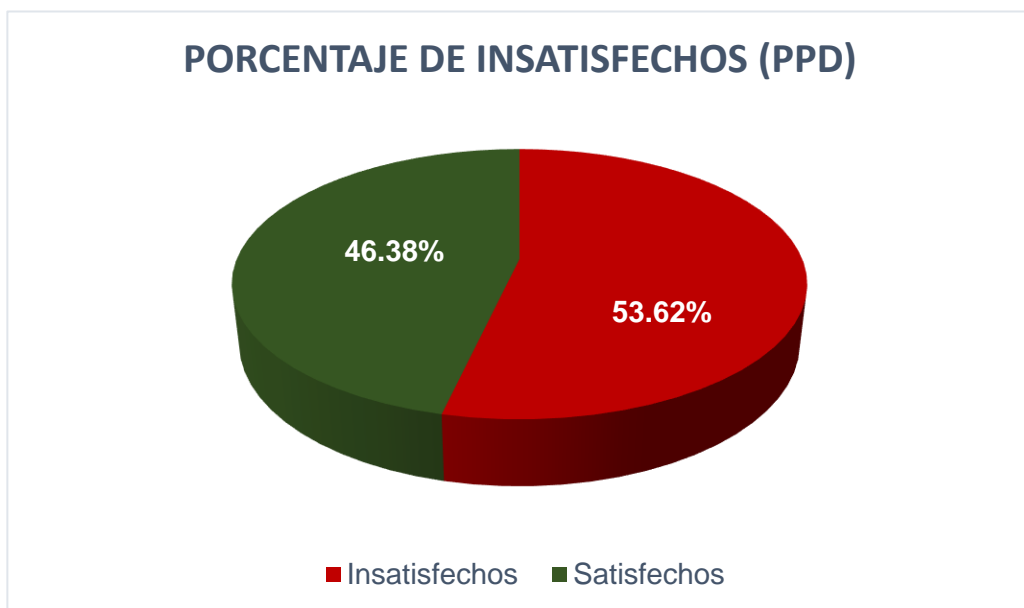
1,55

Para que las condiciones ambientales sean adecuadas el Voto Medio Estimado debe estar entre -0.5 y 0.5. Por lo tanto:

La situación es ambientalmente **INADECUADA**

Estimación del voto de los trabajadores en las condiciones evaluadas

PORCENTAJE DE INSATISFECHOS (PPD)	
Insatisfechos	53.62%
Satisfechos	46.38%



## ANEXO N° 8: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SOBRECARGA CALÓRICA

MÉTODO DEL ÍNDICE DE SOBRECARGA CALÓRICA  
(ISC)

Medición base del 01-07-2013

$$TMR = [(T_g + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times V^{0,5} (T_g - T_a)]^{0,25} - 273$$

$$\textcircled{*} TMR_1 = [(24,1 + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times (12,64)^{0,5} (24,1 - 21,6)]^{0,25} - 273$$

$$TMR_1 = 26,8 \quad (\text{Preparado de sopa})$$

$$\textcircled{*} TMR_2 = [(22,3 + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times (6,66)^{0,5} (22,3 - 21,0)]^{0,25} - 273$$

$$TMR_2 = 23,0 \quad (\text{Preparado de arroz}).$$

R = Calor Radiante

$$R = 11,34 (TMR - 35) \quad \text{Kcal/hora}$$

$$\textcircled{*} R_1 = 11,34 (26,8 - 35) = -93,27 \quad \text{Kcal/h (Sopas)}$$

$$\textcircled{*} R_2 = 11,34 (23,0 - 35) = -135,63 \quad \text{Kcal/h (Arroz)}$$

C = Calor por conducción - convección

$$C = V^{0,6} (T_a - 35) \quad \text{Kcal/hora}$$

$$\textcircled{*} C_1 = (12,64)^{0,6} (21,6 - 35) = -61,40 \quad \text{Kcal/h (Sopas)}$$

$$\textcircled{*} C_2 = (6,66)^{0,6} (21,0 - 35) = -43,77 \quad \text{Kcal/h (Arroz)}$$

E<sub>máx</sub> = Evaporación Máxima

$$E_{máx} = 2,105 V^{0,6} (42 - P_{vap}) \quad \text{Kcal/hora}$$

$$\textcircled{*} \text{Humedad Relativa (Sopas)} = 81,94\%$$

$$\textcircled{*} \text{Humedad Relativa (Arroz)} = 83,27\%$$

$$\textcircled{*} TGBH = 22,5^\circ\text{C} = 72,5^\circ\text{F}; TGBS = 21,6^\circ\text{C} = 70,88^\circ\text{F} \quad (\text{Sopas})$$

$$\textcircled{*} TGBH = 21,4^\circ\text{C} = 70,52^\circ\text{F}; TGBS = 21,0^\circ\text{C} = 69,8^\circ\text{F} \quad (\text{Arroz})$$

Usando las cartas de humedad (figura 21) tenemos:

\* 16 mmHg en el área de sopas

\* 14 mmHg en el área de arroz

$$E_{\text{Máx}} \begin{cases} * 2,05 (12,64)^{0,6} (42 - 16) = 244,22 \text{ Kcal/h (Sopas)} \\ * 2,05 (21,00)^{0,6} (42 - 14) = 179,06 \text{ Kcal/h (Arroz)} \end{cases}$$

$$* E_{\text{req}} = 200 - 93,27 - 61,4 = 45,33 \text{ Kcal/h (Sopas)}$$

$$* E_{\text{req}} = 200 - 135,63 - 43,77 = 20,6 \text{ Kcal/h (Arroz)}$$

$$* \text{ISC} = (E_{\text{req}} / E_{\text{máx}} \times 100\%) = 18,56 \text{ (Sopas)}$$

$$* \text{ISC} = (E_{\text{req}} / E_{\text{máx}} \times 100\%) = 11,50 \text{ (Arroz)}$$

Si calor máximo acumulable =  $C_{\text{máx},a} = 63 \text{ Kcal}$

$$* \text{Velocidad de acumulación de calor} = E_{\text{req}} - E_{\text{máx}} = 45,33 - 244,22 = -198,89$$

$$* \text{Velocidad de acumulación de calor} = E_{\text{req}} - E_{\text{máx}} = 20,6 - 179,06 = -158,46$$

El Tiempo Máximo de Exposición

$$T_{\text{máx},e} = 63 / (E_{\text{req}} - E_{\text{máx}})$$

$$* T_{\text{máx},e} = 63 / (-198,89) = -0,32 \text{ h} \quad \therefore T_{\text{máx}} = 0$$

$$* T_{\text{máx},e} = 63 / (-158,46) = -0,39 \text{ h} \quad \therefore T_{\text{máx}} = 0$$

No existe tiempo máximo de exposición en las dos actividades evaluadas.



Medición base del 17-06-2016

$$TMR = [(T_g + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times V^{0,5} (T_g - T_a)]^{0,25} - 273$$

$$\textcircled{*} TMR_1 = [(26,1 + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times (22,2)^{0,5} (26,1 - 23,0)]^{0,25} - 273$$

$$TMR_1 = 30,37 \text{ (Preparado de arroz)}$$

$$\textcircled{*} TMR_2 = [(24,1 + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times (19,8)^{0,5} (24,1 - 22,0)]^{0,25} - 273$$

$$TMR_2 = 26,91 \text{ (Preparado de sopas)}$$

$$\textcircled{*} TMR_3 = [(22,8 + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times (24,0)^{0,5} (22,8 - 22,7)]^{0,25} - 273$$

$$TMR_3 = 22,95 \text{ (Lavado y preparado de insumos)}$$

$$\textcircled{*} TMR_4 = [(24,5 + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times (24,0)^{0,5} (24,5 - 25,4)]^{0,25} - 273$$

$$TMR_4 = 23,15 \text{ (Horneado de pollo)}$$

R = Calor Radiante

$$R = 11,34 (TMR - 35) \text{ Kcal/h}$$

$$\textcircled{*} R_1 = 11,34 (30,37 - 35) = -52,50 \text{ Kcal/h (Arroz)}$$

$$\textcircled{*} R_2 = 11,34 (26,91 - 35) = -91,74 \text{ Kcal/h (Sopas)}$$

$$\textcircled{*} R_3 = 11,34 (22,95 - 35) = -136,65 \text{ Kcal/h (Lavado y prep.)}$$

$$\textcircled{*} R_4 = 11,34 (23,15 - 35) = -134,38 \text{ Kcal/h (Horneado)}$$

C = Calor por conducción - convección  $C = V^{0,6} (T_a - 35) \text{ Kcal/h}$

$$\textcircled{*} C_1 = (22,2)^{0,6} (23 - 35) = -77,09 \text{ Kcal/h (Arroz)}$$

$$\textcircled{*} C_2 = (19,8)^{0,6} (22 - 35) = -77,97 \text{ Kcal/h (Sopas)}$$

$$\textcircled{*} C_3 = (24,0)^{0,6} (22,7 - 35) = -82,80 \text{ Kcal/h (Lavado y prep.)}$$

$$\textcircled{*} C_4 = (24,0)^{0,6} (25,4 - 35) = -64,62 \text{ Kcal/h (Horneado)}$$

$$E_{\text{máx}} = \text{Evaporación Máxima}$$

$$E_{\text{máx}} = 2,05 V^{0,6} (42 - P_{\text{vap}}) \text{ Kcal/h}$$

- \* Humedad relativa (Arroz) = 65,83%
- \* Humedad relativa (Sopas) = 72,67%
- \* Humedad relativa (Lavado y Preparado) = 74,00%
- \* Humedad relativa (Horneado) = 82,50%
- TGBH = 20,1 °C = 68,18 °F ; TGBS = 23,0 °C = 73,40 °F (Arroz)
- TGBH = 19,6 °C = 67,28 °F ; TGBS = 22,0 °C = 71,60 °F (Sopas)
- TGBH = 20,5 °C = 68,90 °F ; TGBS = 22,7 °C = 72,86 °F (Lavado y preparado)
- TGBH = 23,0 °C = 73,40 °F ; TGBS = 25,4 °C = 77,72 °F (Horneado)

Usando las cartas de humedad (figura 21) tenemos:

- \* 14 mm Hg en el área de arroz.
- \* 14,5 mm Hg en el área de sopas.
- \* 15,5 mm Hg en el área de lavado y preparado.
- \* 21,0 mm Hg en el área de horneado.

Hallando el  $E_{\text{máx}}$

- \*  $E_{\text{máx}_1} = 2,05 (22,2)^{0,6} (42 - 14) = 368,74 \text{ Kcal/h}$  (Arroz)
- \*  $E_{\text{máx}_2} = 2,05 (19,8)^{0,6} (42 - 14,5) = 338,13 \text{ Kcal/h}$  (Sopas)
- \*  $E_{\text{máx}_3} = 2,05 (24,0)^{0,6} (42 - 15,5) = 365,70 \text{ Kcal/h}$  (Lav. y prepar.)
- \*  $E_{\text{máx}_4} = 2,05 (24,0)^{0,6} (42 - 21,0) = 289,80 \text{ Kcal/h}$  (Horneado)



Hallando el  $E_{req.} = M + R + C$ .

↳ Del gasto metabólico obtenido en el Método TGBH.

(Arroz)  $M_1 = 180 \text{ kcal/h}$

(Sopas)  $M_2 = 322,5 \text{ kcal/h}$

(Lav. y Prep.)  $M_3 = 215 \text{ kcal/h}$

(Horneado)  $M_4 = 330 \text{ kcal/h}$

⊛  $E_{req.1} = 180 - 52,5 - 77,09 = 50,41 \text{ kcal/h}$  (Arroz)

⊛  $E_{req.2} = 322,5 - 91,74 - 77,97 = 152,79 \text{ kcal/h}$  (Sopas)

⊛  $E_{req.3} = 215 - 136,65 - 82,80 = -4,45 \text{ kcal/h}$  (Lav. y Prep.)

⊛  $E_{req.4} = 330 - 134,38 - 64,62 = 131 \text{ kcal/h}$  (Horneado)

⊛  $ISC_1 = (50,41 / 368,74)\% = 13,67\%$  (Arroz)

⊛  $ISC_2 = (152,79 / 338,13)\% = 45,19\%$  (Sopas)

⊛  $ISC_3 = (-4,45 / 365,70)\% = -1,22\%$  (Lavado y Prep.)

⊛  $ISC_4 = (131 / 289,80)\% = 45,20\%$  (Horneado)

Calor máximo acumulable =  $C_{máx.a} = 63 \text{ kcal}$ .

• Velocidad de Acumulación de Calor =  $50,41 - 368,74 = -318,33$

• Velocidad de Acumulación de Calor =  $152,79 - 338,13 = -185,34$

• Velocidad de Acumulación de Calor =  $-4,45 - 365,70 = -370,15$

• Velocidad de Acumulación de Calor =  $131 - 289,80 = -158,80$

Tiempo Máximo de Exposición

$$T_{max,e} = 63 / (E_{req} - E_{max})$$

No existe tiempo máximo de exposición

Medición base del 21-06-2016

$$TMR = [(T_g + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times V^{0,5} (T_g - T_a)^{0,25}]^{0,25} - 273$$

$$\textcircled{*} TMR_1 = [(23,0 + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times (19,8)^{0,5} (23,0 - 21,1)]^{0,25} - 273$$

$$TMR_1 = 25,57 \text{ (Preparado sopa 1}^{ra} \text{ medición)}$$

$$\textcircled{*} TMR_2 = [(23,2 + 273)^4 + 0,32 \times 10^8 \times (19,8)^{0,5} (23,2 - 21,4)]^{0,25} - 273$$

$$TMR_2 = 25,64 \text{ (Preparado sopa 2}^{da} \text{ medición)}$$

$$R = \text{Calor Radiante} \quad R = 11,34 (TMR - 35) \text{ Kcal/h}$$

$$\textcircled{*} R_1 = 11,34 (25,57 - 35) = -106,94 \text{ Kcal/h (Sopas 1)}$$

$$\textcircled{*} R_2 = 11,34 (25,64 - 35) = -106,14 \text{ Kcal/h (Sopas 2)}$$

$$C = \text{Calor por conducción-convección} \quad C = V^{0,6} (T_a - 35) \text{ Kcal/h}$$

$$\textcircled{*} C_1 = (19,8)^{0,6} (21,1 - 35) = -83,37 \text{ Kcal/h (Sopas 1)}$$

$$\textcircled{*} C_2 = (19,8)^{0,6} (21,4 - 35) = -81,57 \text{ Kcal/h (Sopas 2)}$$

$E_{max}$  = Evaporación máxima

$$E_{max} = 2,05 V^{0,4} (42 - P_{vap}) \text{ Kcal/h}$$

$$\textcircled{*} H.R. \text{ Sopas 1} = 72,00 \%$$

$$\textcircled{*} H.R. \text{ Sopas 2} = 72,67 \%$$

$$\bullet T_{GBH} = 19,0^\circ\text{C} = 66,2^\circ\text{F}; T_{GBS} = 21,1^\circ\text{C} = 69,98^\circ\text{F} \text{ (Sopas 1)}$$

$$\bullet T_{GBH} = 19,0^\circ\text{C} = 66,2^\circ\text{F}; T_{GBS} = 21,4^\circ\text{C} = 70,52^\circ\text{F} \text{ (Sopas 2)}$$



Usando las curvas de humedad (figura 21) tenemos:

\* 14 mmHg en el área de sopas 1

\* 15 mmHg en el área de sopas 2

Hallando el  $E_{mas}$

$$* E_{mas_1} = 2,05 (19,8)^{0,6} (42-14) = 344,28 \text{ kcal/h (Sopas 1)}$$

$$* E_{mas_2} = 2,05 (19,8)^{0,6} (42-15) = 331,98 \text{ kcal/h (Sopas 2)}$$

Hallando el  $E_{reg} = M + R + C$

↳ Del gasto metabólico obtenido en el método TGBH

$$\text{(Sopas 1)} \quad M_1 = 322,5 \text{ kcal/h}$$

$$\text{(Sopas 2)} \quad M_2 = 322,5 \text{ kcal/h}$$

$$* E_{reg_1} = 322,5 - 106,94 - 83,37 = 132,19 \text{ kcal/h (Sopas 1)}$$

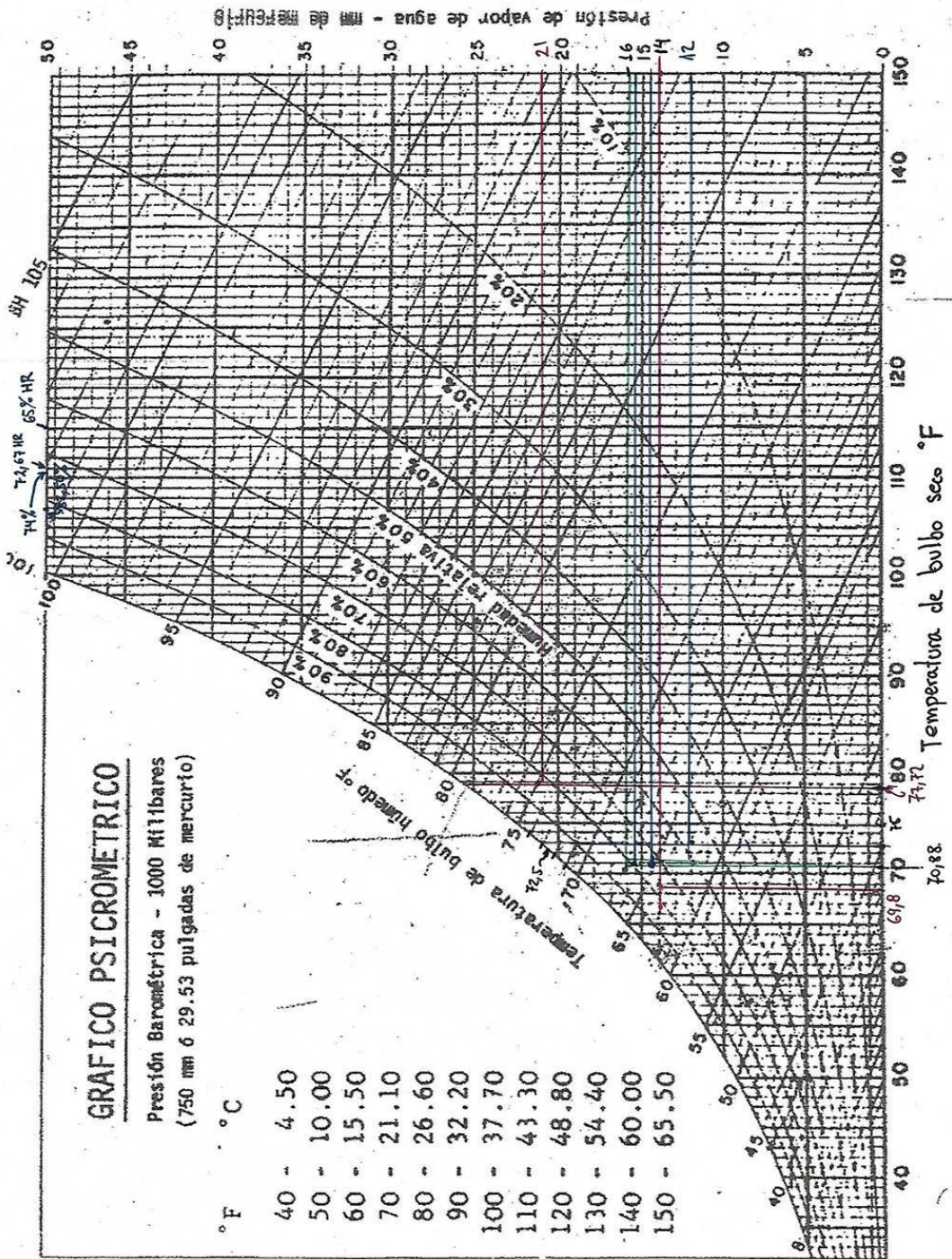
$$* E_{reg_2} = 322,5 - 106,14 - 81,57 = 134,79 \text{ kcal/h (Sopas 2)}$$

$$* ISC_1 = (132,19 / 344,28)\% = 38,40\%$$

$$* ISC_2 = (134,79 / 331,98)\% = 40,60\%$$

- Valor de acumulación de calor =  $132,19 - 344,28 = -212,09$

- Valor de acumulación de calor =  $134,79 - 331,98 = -197,19$





## ANEXO N° 9: SOLICITUDES Y PERMISOS

**SOLICITO:** Préstamo de medidor de estrés térmico para uso en el comedor universitario

**Señor Dr. Mario Aristides Chávez Muñoz**  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL - UNI

Yo, **Javier Ronald Estocalenko Palomino**, identificado(a) con **DNI N° 70234711**, con Código N° **20091260E**, ex alumnos de la **Especialidad de Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial** de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la UNI, ante usted presento y expongo:

Que, siendo mi interés y objetivo efectuar una medición de estrés térmico por calor, luego de haber presentado los permisos requeridos por el rector para realizar dicho trabajo en el comedor universitario de la UNI, se me acceda solicitar el equipo de medición a LABIHSI el día viernes 17 de junio del presente año de 9:00 a.m. a 1:00 p.m., a fin de culminar con la extracción de datos para el desarrollo de mi tesis.

Por lo expuesto, agradezco a usted acceder a mi solicitud.

Lima, 15 de junio del 2016

  
FIRMA

Código: 20091260E  
Teléfono: 964946032  
Correo: jastenko.ihsi@gmail.com



**SOLICITO:** Préstamo de dosímetro de calor para uso en el comedor universitario


**Señor Dr. Mario Aristides Chávez Muñoz**  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL - UNI

Yo, **Javier Ronald Estocalenko Palomino**, identificado(a) con DNI N° 70234711, con Código N° 20091260E, bachiller de la **Especialidad de Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial** de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la UNI, ante usted presento y expongo:

Que, siendo mi interés y objetivo efectuar una medición de estrés térmico por calor, luego de haber presentado los permisos requeridos por el rector para realizar dicho trabajo en el comedor universitario de la UNI correspondientes a desarrollar mi tesis cuyo título es "Estrés térmico por calor en los trabajadores del comedor universitario de la UNI ", solicito se me acceda solicitar el equipo de medición a LABIHSI el día jueves 23 de junio del presente año de 7:00 a.m. a 1:00 p.m., a fin de culminar con la extracción de datos para el desarrollo de mi tesis cuyo asesor es el ingeniero Jorge Villena.

Por lo expuesto, agradezco a usted acceder a mi solicitud.

Lima, 22 de junio del 2016

  
.....  
FIRMA

Código: 20091260E  
Teléfono: 964946032  
Correo: jastenko.ihsi@gmail.com



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

LABORATORIO DE INGENIERIA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

### CONSTANCIA DE PRÉSTAMO DE EQUIPO

Por medio del presente se deja Constancia que el Laboratorio de Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial- LABIHSI de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería está haciendo entrega en calidad de préstamo el medidor de estrés térmico al bachiller Javier Ronald Estocalenko Palomino para realizar mediciones en el comedor universitario para el desarrollo de su tesis "Estrés térmico por calor en los trabajadores del comedor universitario de la Universidad Nacional de Ingeniería"

### RELACION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

Nº	Nombre de equipo y/o accesorio	Marca	Modelo	Nº de Serie	Código UNI
1	Medidor de estrés térmico de área. Incluye: maleta y trípode	Quest Technologies	Quest Temp 30º	TG0090045	60225537-0173

Nota: el solicitante asume la responsabilidad de la seguridad y bienestar de las herramientas prestadas y se compromete a reponerlos en caso de pérdida, robo o desperfecto producto del mal uso que haga de ellos.

FECHA DE SALIDA : 21/06/2016

FECHA DE RETORNO : 21/06/2016



Suscriben la presente en señal de conformidad:

*Recibido conforme*

Entregué conforme  
Sr. José Manuel Saavedra Hidalgo

Recibí conforme  
Javier Ronald Estocalenko Palomino



**SOLICITO:** Permiso para realizar monitoreo de estrés térmico en el comedor universitario.

**ING. JOSÉ ADOLFO CUETO BURNEO**  
JEFE DE LA OFICINA CENTRAL DE BIENESTAR UNIVERSITARIO

Yo, **Javier Ronald Estocalenko Palomino**, con DNI 70234711 y Código UNI 20091260E, ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que, habiendo culminado mis estudios en la especialidad de Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial, y queriendo obtener el título profesional por la modalidad de tesis, solicito a usted se digne autorizar a quien corresponda, se me otorgue el **PERMISO PARA REALIZAR MONITOREO DE ESTRÉS TÉRMICO** en el comedor universitario de la UNI entre los meses de noviembre y diciembre del presente año, el cual, forma parte para la elaboración de mi proyecto: "Estrés Térmico por Calor en los Trabajadores del Comedor Universitario de la Universidad Nacional de Ingeniería". Teniendo en cuenta que anteriormente he realizado un monitoreo, por el cual necesito su aprobación para poder continuar en la segunda etapa.

Lima, 13 de noviembre del 2017

.....  
FIRMA

Código: 20091260E 20091260E

Teléfono: 964946032

Correo: jep2005@hotmail.com





## ANEXO N° 10: ORDENES DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE CAMPANA EXTRACTORA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
OFICINA CENTRAL DE LOGÍSTICA  
Av. Túpac Amaru N°210 Teléfono: 381-0568 Casilla - 1301 - Lima 1  
E-mail: [compras@uni.edu.pe](mailto:compras@uni.edu.pe)  
**ORDEN DE SERVICIO**

0002010

Página: 1 de 6

DÍA	FA	MES	AÑO
11		5	2016

Señor(es): **ELECTROTECNIA DOMESTICA E INDUSTRIAL S.A.** Telf / Fax: 5341985/989641234/5;  
R.U.C.: **20101834943** 807  
Dirección: **JR.MATEO AGUILAR 276 URB. INGENIERIA (LIMA/LIMA/SAN)** Entrega: 10 DIA CALENDARIO  
- Ref. su cotización: **MARTIN DE PORRES** Forma de Pago: TRAMITE DE FACTURA  
- Facturar a nombre de: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA R.U.C. 20169004359** Moneda: SOLES  
Exp. STDUNI: **0048409**

AGRADECEMOS EFECTUAR POR CUENTA NUESTRA EL SIGUIENTE SERVICIO:				VALOR	
a	b	c	d	a	b
CODIGO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCION	UNITARIO	TOTAL
\$6D1500010060	1.00	SERVICIO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE CAMPANA EXTRACTORA ELECTRICA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CAMPANA EXTRACTORA DE LA ZONA DE LA LAVAVAJILLA Y DEL EXTRACTOR CENTRIFUGO DE ESTA CAMPANA TRABAJOS A REALIZAR: DESMONTAJE DE LOS FILTROS DE LA CAMPANA LIMPIEZA TOTAL DE LA CAMPANA EXTERNA E INTERNA. LIMPIEZA DE LOS FILTROS LA LIMPIEZA SERÁ REALIZADA EN NUESTRO TALLER. LIMPIEZA DE LA DUCTERIA. CHEQUEO Y SELLADO DE ZONAS DE UNIÓN ENTRE LOS DUCTOS QUE SE DETECTEN CON ABERTURA, CON SILICONA PARA ALTA TEMPERATURA. LIMPIEZA DE CONTACTOS ELÉCTRICOS DEL INTERRUPTOR PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO Y PUESTA EN SERVICIO MANTENIMIENTO GENERAL DEL EXTRACTOR CENTRIFUGO, LIMPIEZA DEL EXTRACTOR LIMPIEZA DEL DUCTO DE SALIDA, LIMPIEZA DE LOS CONTACTOS ELÉCTRICOS DEL MOTOR CAMBIO FAJA , SIMILAR A LAS EXISTENTES, MANTENIMIENTO DE LOS RODAMIENTOS Y CHUMACERAS (LIMPIEZA Y ENGRASE), PINTADO DEL EXTRACTOR Y DUCTO DEL EXTRACTOR, PUESTA EN SERVICIO	968.0000	968.00
\$6D1500010060	1.00	SERVICIO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE CAMPANA EXTRACTORA ELECTRICA	1750.0000	1750.00
DEPENDENCIA:				TOTAL	
SIC N°: 0001 ÁREA DE COMEDOR UNIVERSITARIO				COD. DEP. : 132101	
1235				RECIBI CONFORME	
1				3	
Jefe de la Unidad de Abastecimiento				Jefe de Almacén	
2				S/	
3				6218.00	
				Cuenta por pagar	

**COMPROMISO**  
15 MAYO 2016  
**APROBADO**

NOTA: Esta orden carece de valor sin la firma mancomunada de Jefe de la Unidad de Abastecimiento y del Jefe de la Oficina Central de Logística; cada orden de compra se debe facturar por separado en original y dos copias más la guía original y remitidos al Departamento de Contabilidad. Nos reservamos el derecho de devolver la mercadería que no está de acuerdo con nuestras especificaciones. Almacén no firmará la guía mientras el proveedor no entregue todos los artículos.

USUARIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 OFICINA CENTRAL DE LOGÍSTICA  
 Av. Túpac Amaru N°210 Teléfono: 381-0568 Casilla - 1301 - Lima 1  
 E-mail: compras@uni.edu.pe  
**ORDEN DE SERVICIO**

**0002010**

Página: 5 de 6

FA: 11/5/2016

DÍA	MES	AÑO
11	5	2016

Señor(es): **ELECTROTECNIA DOMESTICA E INDUSTRIAL S.A.** Telf / Fax: 5341885/689841234/5807  
 R.U.C.: **20101934943** Entrega: 10 DÍA CALENDARIO  
 Dirección: **JR.MATEO AGUILAR 276 URB. INGENIERIA LIMA/LIMA/SAN** Forma de Pago: TRAMITE DE FACTURA  
 Ref. su cotización: **MARTIN DE PORRES** Moneda: SOLES  
 Facturar a nombre de: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA R.U.C. 20169004359** Exp. STDUNI: **0048409**

AGRADECEMOS EFECTUAR POR CUENTA NUESTRA EL SIGUIENTE SERVICIO:

V A L O R

a	b	c	d	e	f
CODIGO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCION	UNITARIO	TOTAL
			FINALIDAD PUBLICA: BRINDAR SERVICIO DE ALIMENTACION A LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, CON EL FIN DE CUBRIR SUS NECESIDADES NUTRICIONALES  CONDICIÓN: EL PROVEEDOR SE OBLIGA A CUMPLIR CON LAS OBLIGACIONES QUE LE CORRESPONDEN, BAJO SANCIÓN DE QUEDAR INHABILITADO PARA CONTRATAR POR EL ESTADO EN CASO DE INCUMPLIMIENTO		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>COMPROMISO</b>                          15 MAYO 2016  <b>APROBADO</b> </div>

DEPENDENCIA:	COD. DEP. :	TOTAL
SIC N°: <b>OCBU ÁREA DE COMEDOR UNIVERSITARIO</b>	<b>132101</b>	<b>6218.00</b>
1	RECIBI CONFORME	Cuenta por pagar
2	3	S/

NOTA: Esta orden carece de valor sin la firma mancomunada de Jefe de la Unidad de Abastecimiento y del Jefe de la Oficina Central de Logística; cada orden de compra se debe facturar por separado en original y dos copias más la guía original y remitidos al Departamento de Contabilidad. Nos reservamos el derecho de devolver la mercadería que no está de acuerdo con nuestras especificaciones. Almacén no firmará la guía mientras el proveedor no entregue todos los artículos.

USUARIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 OFICINA CENTRAL DE LOGÍSTICA  
 Av. Túpac Amaru N°210 Teléfono: 381-0568 Casilla - 1301 - Lima 1  
 E-mail: compras@uni.edu.pe  
**ORDEN DE SERVICIO**

**0002010**

Página: 3 de 5

F1: 11/5/2016		
DIA	MES	AÑO
11	5	2016

Señor(es):	<b>ELECTROTECNIA DOMESTICA E INDUSTRIAL S.A.</b>	Tel / Fax:	5341985699841234/5: 807
U.C.:	<b>20101934943</b>	Entrega:	<b>10 DIA CALENDARIO</b>
Dirección:	<b>JR.MATEO AGUILAR 276 URB. INGENIERIA [LIMA/LIMA/SAN</b>	Forma de Pago:	<b>TRAMITE DE FACTURA</b>
Ref. su cotización:	<b>MARTIN DE PORRES]</b>	Moneda:	<b>SOLES</b>
Facturar a nombre de:	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA R.U.C. 20169004359</b>	Exp. STDUNI:	<b>0048409</b>

AGRADECEMOS EFECTUAR POR CUENTA NUESTRA EL SIGUIENTE SERVICIO:

**V A L O R**

a	b	c	d	a	b
CODIGO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCION	UNITARIO	TOTAL
S6D1500010060	1.00	SERVICIO	<p><b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CAMPANA EXTRACTORA DE LA ZONA DE LA SARTENES A GAS Y DEL EXTRACTOR CENTRIFUGO DE ESTA CAMPANA</b></p> <p><b>TRABAJOS A REALIZAR:</b></p> <p>DESMONTAJE DE LOS FILTROS DE LA CAMPANA                      LIMPIEZA TOTAL DE LA CAMPANA EXTERNA E INTERNA.                      LIMPIEZA DE LOS FILTROS LA LIMPIEZA SERÁ REALIZADA EN NUESTRO TALLER,                      LIMPIEZA DE LA DUCTERÍA,                      CHEQUEO Y SELLADO DE ZONAS DE UNIÓN ENTRE LOS DUCTOS QUE SE DETECTEN CON ABERTURA, CON SILICONA PARA ALTA TEMPERATURA.                      LIMPIEZA DE CONTACTOS ELÉCTRICOS DEL INTERRUPTOR                      PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO Y PUESTA EN SERVICIO                      MANTENIMIENTO GENERAL DEL EXTRACTOR CENTRIFUGO.                      LIMPIEZA DEL EXTRACTOR                      LIMPIEZA DEL DUCTO DE SALIDA,                      LIMPIEZA DE LOS CONTACTOS ELÉCTRICOS DEL MOTOR                      CAMBIO FAJA , SIMILAR A LAS EXISTENTES.                      MANTENIMIENTO DE LOS RODAMIENTOS Y CHUMACERAS (LIMPIEZA Y ENGRASE).                      PINTADO DEL EXTRACTOR Y DUCTO DEL EXTRACTOR.                      PUESTA EN SERVICIO</p> <p><b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE CAMPANA EXTRACTORA ELECTRICA</b></p>	1750.0000	1750.00

**COMPROMISO**  
 15 MAYO 2016  
**APROBADO**

DEPENDENCIA:	<b>OCBU ÁREA DE COMEDOR UNIVERSITARIO</b>	COD. DEP. :	<b>132101</b>	TOTAL	<b>6218.00</b>
--------------	-------------------------------------------	-------------	---------------	-------	----------------

ICN°:	<b>1235</b>	RECIBI CONFORME		Cuenta por pagar
				S/
Jefe de la Unidad de Abastecimiento	Jefe de la Oficina Central de Logística	Jefe de Almacén		

OYA: Este Orden carece de validez sin la firma mancomunada de Jefe de la Unidad de Abastecimiento y del Jefe de la Oficina Central de Logística; cada orden de compra se debe facturar o separarlo en original y dos copias más la guía original y remitidos al Departamento de Contabilidad. Nos reservamos el derecho de devolver la mercadería que no está de acuerdo con nuestras especificaciones. Almacén: no firmará la guía mientras el proveedor no entregue todos los artículos.