



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero industrial.

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TÍTULO DEL PROYECTO**

COVID-19 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS  
EXTREMAS EN MÉDICOS DE LAS UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS DE LAS  
CIUDADES DE RIOBAMBA, AMBATO Y LATACUNGA

**AUTOR**

RODRÍGUEZ GUAMÁN JOSÉ LUIS

**TUTOR**

ING. MANOLO ALEXANDER CÓRDOVA SUÁREZ

**Riobamba – Ecuador**

**Año 2021**

## DECLARATORIA DE LA AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, RODRÍGUEZ GUAMÁN JOSÉ LUIS con cédula de ciudadanía 1500904246, autor del trabajo de investigación titulado: **Covid-19 Determinación Del Tiempo De Exposición A Temperaturas Extremas En Médicos De Las Unidades De Cuidados Intensivos De Las Ciudades De Riobamba, Ambato Y Latacunga**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 05 de febrero de 2022.

.....  
Rodriguez José Luis

Autor

Ci: 1500904246

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.11  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

### ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, a los 14 días del mes de Marzo de 2022, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **Rodríguez Guamán José Luis** con CC: **1500904246**, de la carrera de **Ingeniería Industrial** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado "**COVID-19 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS EXTREMAS EN MÉDICOS DE LAS UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS DE LAS CIUDADES DE RIOBAMBA, AMBATO Y LATACUNGA**", por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.



MANOLO ALEXANDER  
CORDOVA SUAREZ

---

Mgs. Manolo Córdova  
**TUTOR (A)**

# **CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

## **REVISIÓN POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación titulado: “COVID-19 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS EXTREMAS EN MÉDICOS DE LAS UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS DE LAS CIUDADES DE RIOBAMBA, AMBATO Y LATACUNGA,”, presentado por el Sr. José Luis Rodríguez Guamán con CI: 172417897-3, dirigido por: Ing. Manolo Alexander Córdova Suarez. Una vez realizado el informe final del proyecto de investigación escrito con fines de graduación, en el cual se ha constado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite el presente para su uso y custodio de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para constancia de lo expuesto afirman:

.....  
Ing. Fabian Silva  
Miembro del Tribunal

.....  
Ing. Luis Lopez  
Miembro del Tribunal

.....  
Ing. Carlos Bejarano  
Miembro del Tribunal

.....  
Ing. Manolo Córdova  
Miembro del Tribunal

# CERTIFICADO ANTIPLAGIO



DIRECCIÓN ACADÉMICA  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.20

## CERTIFICACIÓN

Que, **RODRÍGUEZ GUAMÁN JOSÉ LUIS** con CC: **1500904246**, estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**COVID-19 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS EXTREMAS EN MÉDICOS DE LAS UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS DE LAS CIUDADES DE RIOBAMBA, AMBATO Y LATACUNGA.**", que corresponde al dominio científico **Desarrollo territorial productivo y habidad sustentable para mejorar la calidad de vida** y alineado a la línea de investigación **Ingeniería, Industria y Producción**, cumple con el 6%, reportado en el sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 23 de marzo de 2022



Firmado digitalmente por:  
MANOLO ALEXANDER  
CORDOVA SUAREZ

Mgs. Manolo Córdova Suárez  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación se la dedico a mis padres María Martha Guamán y Luis Ramiro Rodríguez, por el apoyo que me han aportado durante todo el transcurso de la carrera universitaria, por guiarme desde los comienzos de mi vida y aportarme conocimientos no solo en lo académico, también en los valores que han hecho de mí una mejor persona.

De la misma manera, la presente investigación está dedicada a aquellos docentes que durante mi etapa universitaria supieron impartir conocimientos de una manera efectiva así también a aquellos docentes que buscaron de varias maneras poner trancas y enseñaron una lección de vida que es el no decaer y seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a mis padres, hermanos y hermana por siempre apoyarme durante toda mi carrera universitaria y en toda la vida, por ofrecerme consejos y soporte durante toda la vida.

También extender un agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo por permitirme llenar de conocimientos durante toda la etapa universitaria y haber conocido muchas personas que de una u otra forma ofrecieron apoyo al seguir en la carrera.

Un agradecimiento a mi tutor de tesis, Ing. Manolo Córdova Msc, por guiarme, ofrecer tutoría y asesoramiento en toda la etapa da de desarrollo de la tesis.

## ÍNDICE DE GENERAL DE CONTENIDO

DECLARATORIA DE LA AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR.....	3
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL .....	4
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	6
DEDICATORIA .....	7
AGRADECIMIENTO .....	8
ÍNDICE DE GENERAL DE CONTENIDO .....	9
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
RESUMEN .....	14
ABSTRACT .....	16
INTRODUCCIÓN.....	15
1. CAPITULO I: Problematización.....	17
1.1. Planteamiento Del Problema .....	17
1.2. Justificación.....	17
1.3. Objetivos .....	18
2.CAPITULO II: Marco Teórico. ....	19
2.1. Antecedentes De La Investigación .....	19
2.2. Fundamentación Teórica.....	19
2.3. Términos básicos.....	27
3. CAPITULO III: Marco Metodológico.....	28
3.1. Metodología.....	28
3.2. Población De Estudio.....	28
3.3. Técnicas.....	28
3.4. Procedimiento De La Investigación.....	29
3.5. Operacionalización de variables.....	31
4. CAPITULO IV: Resultados De La Investigación	
4.1. Análisis, Interpretación y representación de resultados .....	32
5. CAPITULO V: Conclusiones Y Recomendaciones	
5.1. Conclusiones.....	38
5.2. Recomendaciones.....	38
6. CAPITULO VI: Bibliografía y anexos	
6.1. Referencias .....	39
6.2. Bibliografía.....	39
6.3. Anexos .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Aislamiento térmico para prendas y cambios de temperatura operativa óptima .....	23
<b>Tabla 2.</b> Escala de sensación térmica de siete niveles .....	25
<b>Tabla 3.</b> Porcentajes de Insatisfechos y satisfechos.....	30
<b>Tabla 4.</b> Operacionalización de variables .....	31
<b>Tabla 5.</b> Resumen del estudio de puesto de trabajo. ....	36
<b>Tabla 6.</b> Media de ropa de trabajo de un médico de UCI .....	38
<b>Tabla 7.</b> Condiciones promedio de las UCI.....	38
<b>Tabla 8.</b> Tabla de datos de condiciones termohigrometricas homogéneas.....	38
<b>Tabla 9.</b> Voto medio estimado en relación de la tasa metabólica requerida.....	39
<b>Tabla 10.</b> Actividades que realizan dentro de una UCI.....	39
<b>Tabla 11.</b> Cálculo de la tasa metabólica para un ciclo de tiempo de 96 minutos. ....	40
<b>Tabla 12.</b> Relación del tiempo de ciclos de exposición y la tasa metabólica media ponderada en el tiempo .....	38
<b>Tabla 13.</b> Definición del tiempo de exposición a temperaturas elevadas.....	39
<b>Tabla 14.</b> Tabla de datos de condiciones termohigrometricas.....	58
<b>Tabla 15.</b> Condiciones promedio de las UCI.....	59
<b>Tabla 16.</b> Estudio del puesto de trabajo.....	59
<b>Tabla 17.</b> Media de ropa de trabajo de un médico de UCI .....	60
<b>Tabla 18.</b> Tabla para un gasto metabólico de 145kcal/h .....	63
<b>Tabla 19.</b> Tabla para un gasto metabólico de 160kcal/h .....	64
<b>Tabla 20.</b> Tabla de conversión de unidades .....	66
<b>Tabla 21.</b> Actividades que realizan dentro de una UCI.....	67
<b>Tabla 22.</b> Cálculo de la tasa metabólica para un ciclo de tiempo de 96 minutos. ....	68
<b>Tabla 23.</b> Iteración 1, para ciclos de tiempo de exposición de 90 minutos. ....	69
<b>Tabla 24.</b> Iteración 2, para ciclos de tiempo de exposición de 88 minutos. ....	70
<b>Tabla 25.</b> Iteración 3, para ciclos de tiempo de exposición de 86 minutos. ....	70
<b>Tabla 26.</b> Iteración 4, para ciclos de tiempo de exposición de 84 minutos. ....	71
<b>Tabla 27.</b> Iteración 5, para ciclos de tiempo de exposición de 82 minutos. ....	72
<b>Tabla 28.</b> Iteración 6, para ciclos de tiempo de exposición de 80 minutos. ....	73

<b>Tabla 29.</b> Iteración 7, para ciclos de tiempo de exposición de 78 minutos. ....	74
<b>Tabla 30.</b> Iteración 8, para ciclos de tiempo de exposición de 72 minutos. ....	75
<b>Tabla 31.</b> Relación del tiempo de ciclos de exposición y la tasa metabólica media ponderada en el tiempo. ....	74
<b>Tabla 32.</b> Iteración final para un ciclo de tiempo de exposición de 80,0127 minutos para cada actividad.....	75
<b>Tabla 33.</b> Definición del tiempo de exposición a temperaturas elevadas.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Medidas para la toma de datos.....	21
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de insatisfechos PPD en función de Voto medio estimado PMV..	25
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo del cálculo de tiempo de exposición..	30
<b>Figura 4.</b> Ropa de trabajo.....	35

## ÍNDICES DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Formato de recolección de datos termohigrométricos.....	46
<b>Anexo 2.</b> Formato de recolección de datos de gasto metabólico.....	47
<b>Anexo 3.</b> Formulario de actividades.....	48
<b>Anexo 4.</b> Evidencia fotográfica.....	50
<b>Anexo 5.</b> Cálculo representativo de la carga metabólica... ..	59
<b>Anexo 6.</b> Definición del tiempo de exposición a temperaturas elevadas.....	80
<b>Anexo 7.</b> Certificado de calibración del equipo de medición... ..	86

## **RESUMEN**

Con la llegada del nuevo virus SARS COV-2, su virulencia y capacidad de contagio elevada se convertido en una amenaza a nivel mundial causando muchos decesos y una saturación inmensurable de los sistemas de salud a nivel mundial. En nuestro país la capacidad hospitalaria para atender casos graves de Covid-19 en las Unidades de cuidados intensivos fue saturada lo cual conlleva a que el ritmo de trabajo para los médicos sea elevado y en combinación con la ropa de trabajo recomendada por la OMS para evitar contagios provocando exposición a temperaturas elevadas en el personal de salud que conllevan a problemas en la salud física como mental de los médicos.

Uno de estos problemas es la deshidratación, cansancio extremo y fatiga mental llegando a reducir la eficiencia del personal médico, por lo tanto, el encontrar un tiempo adecuado de exposición a temperaturas elevadas tomando en cuenta diferentes factores como las actividades que realiza, la ropa de trabajo y condiciones ambientales, es de vital importancia para que el medico dentro de una Unidad de Cuidados Intensivos pueda desarrollar sus actividades de manera óptima, sin sentir fatigas o problemas de deshidratación.

Palabras clave: Covid-19, Termohigrometría, Ambiente Térmico, Tasa Metabólica, PMV-PPD, Tiempo De Exposición, Confort Térmico, UCI.

## ABSTRACT

With the arrival of the new SARS COV-2 virus, its virulence and high contagion capacity became a worldwide threat causing many deaths and an immeasurable saturation of health systems worldwide. In Ecuador, the hospital capacity to treat severe cases of Covid-19 in Intensive Care Units was saturated; this led to a high rate of work for doctors and the work clothes recommended by the WHO to avoid contagion. Doctors and health personnel were exposed to high temperatures, which led to problems in doctors' physical and mental health. One of these problems is dehydration, extreme tiredness, and mental fatigue. Reducing the efficiency of medical personnel, therefore, finding an adequate time of exposure to high temperatures, taking into account different factors such as the activities carried out, clothing work and environmental conditions, is of vital importance so that the doctor within an Intensive Care Unit can carry out their activities in an optimal way, without feeling fatigued or dehydration problems.

**KEYWORDS:** Covid-19, Thermohygrography, Thermal Environment, Metabolic Rate, PMV, PPD, Exposure Time, Thermal Comfort, ICU.

Translation of the abstract reviewed by:



Firmado electrónicamente por:  
**BLANCA NARCISA  
FUERTES LOPEZ**

Dr. Narcisa Fuertes, PhD.

**ENGLISH PROFESSOR**

Cc: 1002091161

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad con la llegada de un virus SARS COV-2 que se ha convertido en una pandemia y ha puesto a los sistemas de salud de todos los países en alerta, una de las áreas con más actividad e intensidad laboral han sido las distintas Unidades de Cuidados Intensivos al cuidado de pacientes críticos de contagiados con el nuevo virus, donde los médicos desempeñan que sus actividades dentro de estas áreas han transformado su modo de trabajo, pasando de utilizar una ropa de trabajo ligera y conforme a sus actividades a manejarse con equipos de protección personal (EPP) descartables, equipos que provocan en los médicos estrés térmico por calor debido a la intensa actividad que realizan, convirtiéndose este en un problema común actual dentro de dichas unidades de los diferentes hospitales.

A partir de este punto el siguiente documento de investigación está orientado a la determinación de un tiempo adecuado de exposición a temperaturas elevadas de los médicos dentro de las Unidades de cuidados intensivos de los hospitales de las ciudades de Riobamba, Ambato y Latacunga, en dichas áreas los médicos laboran en horarios consecutivos haciendo uso de un número considerable de equipos de protección personal. Con la determinación del tiempo adecuado de exposición se busca mejorar la sensación de confort térmico y los problemas que estos pueden provocar a futuro en el personal médico, mediante el uso de normativas internacionales como la ISO 27243:1995, ISO 7730:2005, ISO 8996:2004, en la cual se determinará las condiciones del puesto de trabajo, los porcentajes de satisfechos adecuados y un cálculo de iteración de datos con la carga metabólica en relación del tiempo, las actividades que realiza, la ropa de trabajo que utiliza, etc. Datos que guiará a obtener un tiempo adecuado de exposición para conseguir confort térmico en las actividades que desarrollan los médicos.

# 1. CAPITULO I: Problematización

## 1.1. Planteamiento del problema

La enfermedad del Covid-19 causada por el virus SARS-CoV2 fue declarada pandemia el 30 de enero del 2020 por la Organización Mundial de la Salud, una emergencia de salud pública a nivel internacional. Este virus ha cambiado de manera drástica el estilo de vida de las personas alrededor de todo el mundo, así como la cotidianidad en el desarrollo de las actividades. El nivel de contagio del virus es elevado y ha llevado a un gran número de personas contagiadas por a entrar en un estado crítico de salud saturando las Unidades de cuidados intensivos de los hospitales. En el Ecuador según los datos obtenidos durante los picos más altos de contagio entregados por el Ministerio de Salud se detalla un alto número de contagiados en estado crítico llegando a saturar las Unidades de cuidados intensivos (UCI) de los diferentes hospitales. Esto ha generado que la carga laboral y condiciones de trabajo de los médicos que tratan con pacientes críticos dentro de las Unidades de cuidados intensivos se han intensificado de manera considerable denotando uno de los problemas más latentes; la exposición del personal médico a temperaturas extremas por el constante uso de los EPP's y las cargas de trabajo, este problema está generando que los distintos médicos dificulten el desempeño en sus actividades dentro de las Unidades de cuidados intensivos con pacientes Covid-19, así como la posibilidad de provocar una serie de trastornos fisiológicos siendo uno de los más comunes la deshidratación y la fatiga.

## 1.2. Justificación

Actualmente, en el contexto del Covid-19 se han tenido cambios considerables en el cómo se lleva el día a día y esto no es diferente dentro de las labores que tienen los médicos dentro de las Unidades de cuidados intensivos al cuidado de los pacientes críticos contagiados con el nuevo virus SARS-CoV2, generando nuevos cambios en los trabajos como las batas normales por equipos de protección personal que conjuntamente con las extensas horas de trabajo continuo, conllevan a tener cargas extenuantes de trabajo que provocan disconfort térmico en los médicos de Unidades de cuidados intensivos. Uno de los trastornos más comunes generado por este nuevo contexto de trabajo es la deshidratación, los golpes de calor, el cansancio o sobrecarga térmica en los médicos.

A raíz de esto el grado de importancia y aporte de esta investigación se enfoca en buscar el tiempo adecuado para que el médico de una Unidad de cuidados intensivos esté expuesto a temperaturas elevadas y desarrolle sus actividades laborales de manera adecuada consiguiendo confort térmico, conllevando a evitar futuras trastornos que puede generar la exposición continua a temperaturas elevadas.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. General***

Determinar el tiempo de exposición a temperaturas extremas mediante el uso de normas internacionales ISO 7730:2005, ISO 8996:2004, ISO 27243:1995 para conseguir confort térmico en el puesto de trabajo de médicos de las Unidades de cuidados intensivos de los hospitales de las ciudades de Riobamba, Ambato y Latacunga que atienden a pacientes Covid-19.

#### ***1.3.2. Específicos***

- Realizar el estudio del puesto de trabajo coordinado mediante video grabaciones para determinar las actividades con exposición a temperaturas elevadas y la ropa de trabajo que utilizan los médicos de las unidades de cuidados intensivos de los hospitales de Riobamba, Ambato y Latacunga.
- Coordinar las mediciones para obtener los datos requeridos de las condiciones termo-higrométricas en el puesto de trabajo obtenidos de los médicos de las Unidades de cuidados intensivos UCI aplicando las estrategias de la norma ISO 27243:1995
- Calcular el tiempo de exposición adecuado para lograr confort térmico de trabajo usando la norma ISO 7730:2005 para fijar el porcentaje de satisfacción e iterando con la norma ISO 8996:2005 la ecuación de balance térmico del puesto.

## **2. CAPITULO II: Marco Teórico.**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Según la investigación realizada por (Lee et al., 2020) el estrés por calor y percepción térmica en los trabajadores de la salud durante la pandemia del Covid-19 en la India y Singapur, al usar los diferentes equipos de protección personal, así como las jornadas de trabajo han elevado los riesgos de estrés térmico al que se encuentran expuestos los médicos dentro de las Unidades de cuidados intensivos , durante la investigación se determina que el estrés por calor reduce los índices de productividad, la toma de decisiones y problemas psicológicos, al igual que trastornos ligados al estrés térmico, tales como: sed, sudoración excesiva, agotamiento debido al calor que genera internamente el cuerpo.

Consiguiente la investigación realizada por (Espinoza Guano, 2017) en el cual se realizó un estudio del estrés termico generado por calor y sus incidencias en la salud de los trabajadores, donde se determinó que las personas expuestas a actividades laborales en trabajos donde presenten temperaturas extremas pueden llegar a presentar trastornos en su salud determinando que la deshidratación (28%) es uno de los principales efectos al trabajar con temperaturas elevadas, seguido de cuadros como dermatitis por calor, mareos y afecciones en las manos.

### **2.2. Fundamentación teórica**

#### ***2.2.1. Factores de riesgos higiénicos***

Se considera a los factores de riesgos higiénicos a los aquellos como dice la palabra, exponen a un riesgo presente dentro del ambiente laboral en el cual el trabajador desarrolle sus actividades cotidianas los cuales pueden ocasionar lesiones y/o enfermedades laborales, estos factores de riesgo según la Resolución CD 513 Reglamento del seguro general de riesgo del trabajo (SGRT IESS, 2016) se dividen en: físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales.

#### ***2.2.2. Factor de riesgo físicos***

Los factores de riesgos físicos, se consideran a aquellos en los cuales existe una explosión de energía con la posibilidad de causar afecciones al trabajador en caso de contacto o no a dicha forma de energía, según la Resolución CD 513 (IESS, 2016) estos factores de riesgos físicos son: ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes, radiaciones no ionizantes, presión y las temperaturas alteradas ya sea frio o calor.

### **2.2.3. Condiciones termohigrometricas**

Dentro de los factores de riesgos físicos, encontramos a la temperatura dentro del medio físico del entorno de trabajo en los cuales se hacen presentes condiciones como: la temperatura, la humedad y ventilación en el medioambiente de trabajo.

### **2.2.4. Determinación de condiciones termohigrométricas del puesto de trabajo**

Se aplica mediante las condiciones termohigrométricas según la normativa internacional ISO 27243:1995, esta toma de datos se coordinará con los médicos que laboran dentro de las Unidades de cuidados intensivos, teniendo en cuenta las escenarios a los que el personal esté expuesto, se toman los siguientes datos como:

- (1) Temperatura del aire
- (2) Humedad relativa
- (3) Velocidad del aire

### **2.2.5. Estrés térmico**

El estrés térmico según (Martí & Mendaza, 2011) hace atribución a la carga neta en la que un trabajador o los trabajadores se encuentra expuestos dentro del medioambiente de trabajado conformándose por las diferentes condiciones del lugar así también como las actividades que desarrollen en el medio combinada con el conjunto de la ropa de trabajo que estas estén usando al realizar las actividades.

“Entre los factores que se miden y que determinan el estrés térmico potencial se incluyen: la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire, la radiación, la actividad metabólica y el tipo de ropa” (Martí & Mendaza, 2011).

### **2.2.6. Estrés térmico por frio**

El estrés térmico por frío está determinado cuando el trabajador está expuesto a ambientes de trabajo donde la temperatura es igual o inferior a 10°C. Según (Mondelo, Torada, Vilella, Úriz, & Lacambra, 2004) cuando un trabajador se encuentra expuesto a ambientes fríos, el centro termorregulador del cuerpo humano obliga a que el flujo sanguíneo se vea reducido en dirección a la piel provocando frío en ella con la finalidad de contrarrestar la disipación de calor y así mantener calor en el organismo interno del cuerpo humano.

### **2.2.7. Estrés térmico por calor**

A diferencia del estrés térmico por frío, cuando el trabajador está expuesto a condiciones de temperaturas elevadas el centro termorregulador del organismo obliga a que flujo sanguíneo se eleve con el objetivo de canalizar todo el exceso de temperatura interna

hacia los vasos capilares con el fin de elevar la temperatura de la piel y conseguir liberar calor mediante convección o radiación.

#### 2.2.7.1. Factores de exposición a temperaturas elevadas.

La exposición a las temperaturas elevadas está ligada a ciertos factores tales como las condiciones del trabajo, las condiciones del medioambiente laboral, las actividades que se desarrollan y también uno factores más determinantes son las directrices que ha determinado la OMS como medidas de protección estándar para reducir el riesgo de contagios del virus en el personal médico, estas medidas son el uso de:

- (1) Protección ocular
- (2) Tapabocas o mascarar N95
- (3) Caretas
- (4) Gorros
- (5) Guantes
- (6) Batas o trajes especiales.

#### 2.2.7.2. Tiempo de exposición a condiciones de temperatura extrema por calor y metodología de cálculo.

El tiempo de exposición a temperaturas elevadas se verá determinado por el conjunto de condiciones a las que el trabajador se encuentre expuesto, tanto como ambientales, así como las actividades e intensidad en las que se realicen y los diferentes conjuntos de ropa utilizada.

#### 2.2.7.3. Estudio del puesto de trabajo

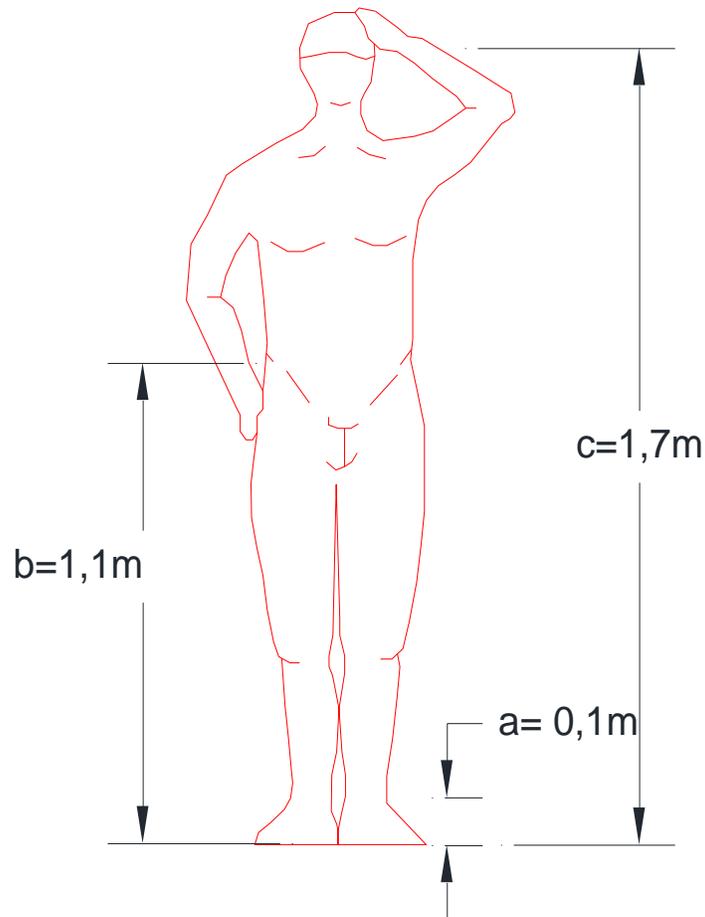
Etapas de la investigación en la que se refiere al estudio de las diferentes actividades que se tiene en el puesto de trabajo dentro de las Unidades de cuidados intensivos, dichas condiciones de estudio son aquellas actividades donde el medico se encuentra expuesto a temperaturas elevadas, así como nivel de gasto energético que realiza en dicha actividad y el tipo de ropa que utiliza.

#### 2.2.7.4. Metodología para obtención de datos

La metodología para recabar los datos necesarios con los equipos reglamentados según la norma ISO 27243:1995 para los trabajos que se realizan de pie en la cual se coloca el equipo a la postura del abdomen determinándose para mediciones homogéneas, altura que se muestra en la siguiente Figura 1.

**Figura 1.**

*Ubicación para la toma de datos según la metodología UNE EN ISO 27243:1995*



*Nota.* Se muestran las alturas a la que se coloca el equipo según lo determinado en la norma ISO 27243:1995

#### 2.2.7.5. Tasa metabólica (M)

La tasa metabólica se determina como el la energía muscular empleada por el individuo al momento de desenvolverse en las actividades a las cuales está expuesto en su área de trabajo, determinante a nivel de análisis para la iteración de tiempo. Según la Norma UNE-EN ISO 8996:2004 se define como “Una conversión de energía química en energía mecánica y térmica, como tal, constituye una medida del coste energético asociado al esfuerzo muscular y proporciona un índice numérico de actividad. La tasa metabólica es un elemento determinante del confort o la sobrecarga resultantes de la exposición a un ambiente térmico”(UNE-EN, 2005, p. 7)

$$M = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n M_i t_i \quad (1)$$

Donde:

*M*: es la tasa metabólica media para el ciclo de trabajo, en vatios por metro cuadrado;

*M<sub>i</sub>*: es la tasa metabólica asociada a la actividad *i*, en vatios por metro cuadrado;

*t<sub>i</sub>*: es la duración de la actividad *i*, en minutos;

*T*: es la duración en minutos del ciclo de trabajo considerado, igual a la suma de las duraciones parciales *t<sub>i</sub>*.

De acuerdo con la Norma UNE-EN8996:2004, la potencia efectiva mecánica o también llamada como trabajo útil (W) la categoriza como trabajo muscular bajo en diversos tipos de actividades considerando el valor de la potencia mecánica efectiva como despreciable.

#### 2.2.7.6. Aislamiento térmico de la ropa de trabajo

Se determina como el aislamiento térmico que tiene la ropa utilizada por el individuo al momento de desarrollar sus actividades medidos en unidades (clo), es un dato necesario para calcular ambientes térmicos debido a las diferentes combinaciones de los vestuarios en un trabajador provocara en el individuo diferentes sensaciones térmicas tomando en cuenta el ambiente de trabajo, pudiendo ocasionar en un trabajador sensaciones de congelamiento en el caso de encontrarse expuesto a temperaturas bajas o a su vez, sensaciones calurosas o de fatiga causado por el entorno o por el calor generado del cuerpo en actividades que ameriten intensidad continua, estas unidades clo son medidas según indica los procesos de la Norma UNE-EN ISO 7730:2006, en la tabla de anexos C.2, en la que hace referencia a un diferentes tipos de vestimenta.

**Tabla 1.**

*Aislamiento térmico para prendas y cambios de temperatura operativa óptima*

<i>Prenda</i>	<i>* I cl</i>		<i>Cambio de temperatura operativa óptima, °C</i>
	<i>**clo</i>	<i>**m2 · K/W</i>	
<b>Ropa interior</b>			
Bragas	0,03	0,005	0,2
Calzoncillos de perneras largas	0,10	0,016	0,6
Camisetas sin mangas	0,04	0,006	0,3
Camisetas de manga corta	0,09	0,014	0,6
Camiseta de manga larga	0,12	0,019	0,8
Bragas y sujetador	0,03	0,005	0,2
<b>Camisas/blusas</b>			
Mangas cortas	0,15	0,023	0,9
Ligeras, mangas largas	0,20	0,031	1,3
Normales, mangas largas	0,25	0,039	1,6
De franela, mangas largas	0,30	0,047	1,9
Blusa ligera, mangas largas	0,15	0,023	0,9

<b>Pantalones</b>			
Cortos	0,06	0,009	0,4
Ligeros	0,20	0,031	1,3
Normales	0,25	0,039	1,6
De franela	0,28	0,043	1,7
<b>Vestidos/Faldas</b>			
Faldas ligeras (verano)	0,15	0,023	0,9
Faldas gruesas (invierno)	0,25	0,039	1,6
Vestidos ligeros, magas cortas	0,20	0,031	1,3
Vestido de invierno, mangas largas	0,40	0,062	2,5
Monos	0,55	0,085	3,4
<b>Jerseys</b>			
Chalecos sin mangas	0,12	0,019	0,8
Jersey fino	0,20	0,031	1,3
Jersey	0,28	0,043	1,7
Jersey grueso	0,35	0,054	2,2
<b>Chaquetas</b>			
Ligeras, de verano	0,25	0,039	1,6
Chaquetas	0,35	0,054	2,2
Batas	0,30	0,047	1,9
<b>Muy aislantes, de fieltro</b>			
Mono	0,90	0,140	5,6
Pantalones	0,35	0,054	2,2
Chaqueta	0,40	0,062	2,5
Chaleco	0,20	0,031	1,3
<b>Ropa de abrigo</b>			
Chaquetón	0,60	0,093	3,7
Cazadora	0,55	0,085	3,4
Parka	0,70	0,109	4,3
Pantalones de fieltro	0,55	0,085	3,4
<b>Varios</b>			
Calcetines	0,02	0,003	0,1
Calcetines gruesos, tobilleros	0,05	0,008	0,3
Calcetines gruesos, largos	0,10	0,016	0,6
Medias de nilón	0,03	0,005	0,2
Zapatos (suela fina)	0,02	0,003	0,1
Zapatos (suela gruesa)	0,04	0,006	0,3
Botas	0,10	0,016	0,6
Guantes	0,05	0,008	0,3

*Nota.* \*Icl: Aislamiento térmico de la ropa, \*\*clo o m<sup>2</sup>·K/W: la unidad de medida de aislamiento térmico. Los diferentes valores clo para los distintos tipos de ropa de trabajo que hace uso el trabajador durante una jornada laboral. Tomado de UNE-EN ISO 7730:2006, p. 26

### 2.2.7.7. Porcentaje de satisfechos.

Determinar un porcentaje de satisfechos con efecto de adecuar el porcentaje a la iteración de tiempo de ciclo en el cálculo de la ecuación de tasa metabólica, donde se define al porcentaje de satisfechos como “La sensación térmica experimentada por un ser humano está relacionada, principalmente, con el equilibrio térmico global de su cuerpo. Tal equilibrio depende de la actividad física y de la vestimenta del sujeto, la sensación térmica global del cuerpo puede ser estimada mediante el cálculo del voto medio estimado” (UNE-EN, 2006, p. 7).

**Tabla 2.**

*Escala de sensación térmica de siete niveles*

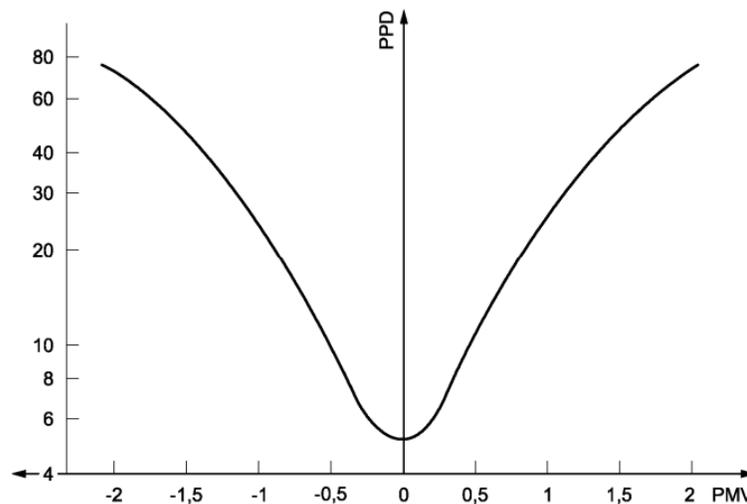
<i>Escala</i>	<i>Sensación</i>
+ 3	Muy caluroso
+ 2	Caluroso
+ 1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
- 1	Ligeramente fresco
- 2	Fresco
- 3	Frío

*Nota.* Tomado de *UNE-EN ISO 7730:2006, p. 9*

Con la escala de sensación térmica y según los índices PMV (Voto medio estimado) y PPD (Porcentaje de insatisfechos), se procede a la estimación de un porcentaje de satisfechos en el puesto de trabajo, este valor muestra cuantas personas del total de la población experimentan una sensación térmica adecuada.

**Figura 2.**

*Porcentaje de insatisfechos PPD en función de Voto medio estimado PMV*



*Nota.* El gráfico mostrado representa la relación que tiene los índices PMV y PPD%. Tomado de *Ergonomía del ambiente térmico* p. 12, por *UNE-EN ISO 7730, 2005. AENOR.*

### **2.2.8. Niveles para determinar la tasa metabólica.**

Para determinar la tasa metabólica de la actividad que se desarrolla existen diferentes niveles para el cálculo:

- (1) Tanteo.
- (2) Observación.
- (3) Análisis.
- (4) Actuación experta.

Empleando para esta investigación el nivel (2) de observación donde existe dos métodos para el cálculo siendo estas las tablas de:

- (1) evaluación por grupo.
- (2) para actividades específicas.

### **2.2.9. Confort térmico**

El confort térmico según la norma UNE-EN ISO 7730:2006 la define como la condición mental para la cual el individuo adopta la sensación de satisfacción térmica con respecto al ambiente de trabajo en el que desarrolla sus actividades, determinándolo como un ambiente térmico aceptable para el bienestar.(UNE-EN, 2006)

### **2.2.10. Disconfort térmico**

(UNE-EN, 2006) Hace referencia al disconfort térmico como la insatisfacción a un ambiente térmico el cual está causado por factores de frío o calor que provocan una sensación de incomodidad general en el cuerpo.

### **2.2.11. Tiempo de exposición**

El tiempo de exposición se define como la variable de tiempo, ya sea minutos u horas a la cual se recomienda que el individuo este expuesto a factores que causen problemas en el organismo tanto a corto como largo plazo.

### **2.2.12. Cálculo del tiempo de exposición**

Es el cálculo del tiempo de exposición adecuado en minutos para que un individuo este en sensación térmica confortable en un ambiente de trabajo mediante:

- Medir las condiciones termohigrométricas de trabajo utilizando la norma ISO 27243:1995.
- Determinar un porcentaje de personas satisfechas, factor de radiación, factor de humedad, índice IMV y temperatura radiante mediante la norma ISO 7730:2005.

- Iterar el valor de tiempo de exposición de la ecuación 1, hasta determinar un valor de tasa metabólica adecuada para porcentaje de satisfechos establecidos considerando la norma ISO 8996:2004.

### 2.3. Términos básicos

2.3.1. **Factores ambientales:** Condiciones térmicas del ambiente de trabajo donde el individuo desarrolla sus actividades.

2.3.2. **PMV:** Es el voto medio estimado “refleja el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala de sensación térmica de 7 niveles” (UNE-EN, 2006, p. 8)

**PPD:** Es el porcentaje estimado de satisfechos el cual según la norma UNE-EN ISO 7730:2006 es la “predicción cuantitativa del porcentaje de personas que se sentirán insatisfechas por notar demasiado frío o demasiado calor. (UNE-EN, 2006, p. 9)

2.3.3. **Temperatura del aire:** Temperatura de bulbo seco del aire que rodea a un ocupante (UNE-EN, 2001, p. 6s).

2.3.4. **Humedad relativa (RH):** “Relación (X 100) entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la presión de saturación del vapor de agua, a la misma temperatura y a la misma presión total” (UNE-EN, 2001)

2.3.5. **Ropa de trabajo:** Conjunto de prendas que utiliza el trabajador y que influye de manera directa dependiendo del aislamiento térmico que tenga.

2.3.6. **Iteración de datos:** Iterar datos del ciclo de tiempo para la obtención del valor de tiempo adecuado al ajuste de la carga metabólica requerida para cumplir con el porcentaje de satisfechos.

2.3.7. **Velocidad media del aire:** “Promedio de la velocidad del aire, del módulo del vector velocidad del flujo en el punto de medición considerado” (UNE-EN, 2001, p. 6)

2.3.8. **Factor de área de la ropa:** “Área de la superficie del cuerpo con ropa, incluyendo las partes no cubiertas y el área de la superficie del cuerpo desnudo”(UNE-EN, 2001, p. 7).

2.3.9. **Ganancia o pérdida de calor corporal:** “Disminución del contenido de calor del cuerpo causado por un desequilibrio entre la producción y la pérdida de calor” (UNE-EN, 2001, p. 7).

2.3.10. **Temperatura de globo:** “Temperatura indicada por un sensor de temperatura localizado en el centro de un globo de características normalizadas”(UNE-EN, 2001, p. 7).

### **3. CAPITULO III: Marco Metodológico**

#### **3.1. Metodología**

##### ***3.1.1. Tipo de investigación.***

3.1.1.1. Investigación Exploratoria: debido a que el tema o problema investigado en este documento, como el tiempo de exposición a temperaturas elevadas en las Unidades de cuidados intensivos, es una variable poco conocida, estudiada o analizada con anterioridad.

##### ***3.1.2. Diseño de la investigación.***

3.1.2.1. No Experimental: el diseño de la presente investigación será no experimental debido a que no se determinará una variable independiente, en el cual se observará el contexto de la investigación para posteriormente analizar y obtener resultados.

#### **3.2. Población de estudio.**

##### ***3.2.1. Población***

Población: 30

La población determinada para esta investigación se establece con todos los médicos que laboran dentro de las Unidades de cuidados intensivos en las ciudades de Ambato, Riobamba y Latacunga.

#### **3.3. Técnicas**

##### ***3.3.1. Técnicas de investigación***

Las técnicas empleadas en la investigación:

Observación de campo; técnica en la que se realiza la observación de las actividades que se desarrollan dentro del puesto de trabajo considerando los tiempos, tipo de actividad, genero, así también como la ropa de trabajo.

Revisión bibliográfica; técnica utilizada para la investigación y entendimiento de las metodologías a utilizar haciendo uso de diferentes fuentes para generar conocimiento.

##### ***3.3.2. Técnicas de análisis de datos***

Análisis de datos mediante software:

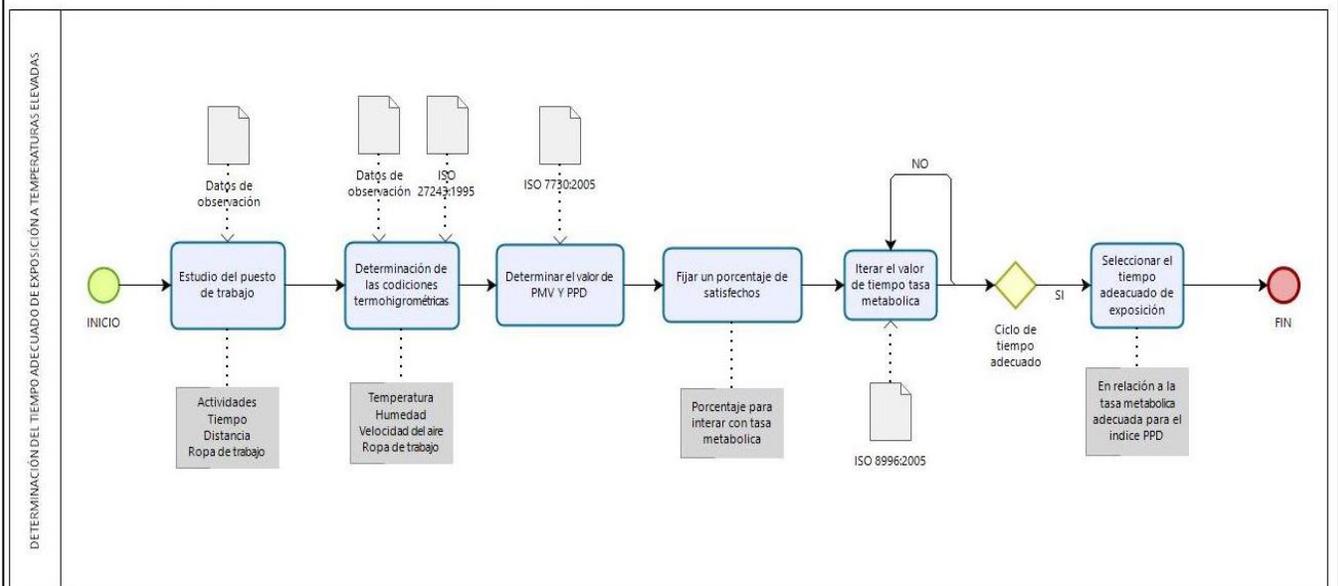
Excel: Software que analizará y procesará los mediante haciendo uso de las fórmulas que detallan las diferente normas utilizadas en la investigación.

### 3.4. Procedimiento de la investigación

El siguiente diagrama de flujo de procesos, Figura 3. Se desarrolla el flujo de procesos que utilizaremos con el cual se seguirán las actividades con la finalidad de cumplir la metodología para determinar un tiempo de exposición que cumpla con el porcentaje de satisfechos requerido para que los médicos de las Unidades de cuidados intensivos de los Hospitales del IESS de Riobamba, Latacunga y Ambato se encuentren en confort térmico durante su jornada laboral de 8 horas.

**Figura 3.**

*Diagrama de flujo del cálculo de tiempo de exposición*



*Nota.* El grafico mostrado representa el proceso que utilizara para seleccionar un tiempo adecuado en base a la iteración de tiempo para la tasa metabólica requerida para cumplir con el porcentaje de satisfechos fijados.

#### 3.4.1. Inicio

Etapa en la cual se investiga problema a estudiar, así como la definición final del tema del proyecto de investigación definitivo.

#### 3.4.2. Estudio del puesto de trabajo.

Utilizando la técnica de observación de campo se realiza el estudio del puesto de trabajo con el objetivo de encontrar las actividades principales que realizan los médicos, así como el tiempo, las distancias, condiciones de trabajo y a su vez un dato muy importante como el conjunto de ropa de trabajo que utilizan durante una jornada laboral.

De esta manera se obtiene datos como el conjunto de ropa de trabajo: calzoncillos, calcetines largos, camisa manga corta, camiseta manga larga, pantalón ligero, mono de trabajo, zapatos suela delgada, guantes gorra nylon. Teniendo en cuenta que este tipo de ropa

de trabajo retiene el calor que irradia el cuerpo, llevando a elevar la temperatura de los trabajadores y conduciendo a problemas, uno de los más evidentes, la fatiga y deshidratación.

### 3.4.3. *Determinación de las condiciones termohigrometricas*

De acuerdo con la norma UNE-EN ISO 27243:1995 se determinó los parámetros termohigrométricos necesarios para determinar el cálculo de los índices PMV y PPD, donde se determina un porcentaje general adecuado de satisfechos de la muestra estudiada. Las condiciones termohigrometricas determinadas para esta investigación son:

- (1) Temperatura seca del aire
- (2) velocidad del aire

Estos datos se obtendrán mediante la aplicación de la metodología recomendada en la norma ISO 27243:1995 p10, para condiciones homogéneas a una sola posición de medida a la altura del abdomen con tres toma de datos y según el protocolo del Anexo N1 (Formato del Protocolo de recolección de datos termohigrométricos)

### 3.4.4. *Determinación de un porcentaje de satisfechos (juicio de expertos)*

Se fijó un 90% de satisfechos según juicio de expertos, haciendo uso de la norma UNE-EN ISO 7730:2006 por lo cual se determina como máximo un porcentaje para el índice PPD (Porcentaje de insatisfechos) del 10% con el cual se realizará la investigación al momento de realizar los cálculos de iteración de tiempo según la fórmula de la Ecuación (1) de la *Tasa Metabólica (M)*.

**Tabla 3.**

*Porcentajes de Insatisfechos y satisfechos.*

<i>Índice</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Detalle</i>
PPD Porcentaje de insatisfechos	10%	Es el índice máximo de personas insatisfechas a la sensación térmica en el puesto de trabajo en un grupo estudiado
STF Porcentaje de satisfechos	90%	Se determina como el porcentaje de satisfechos requeridos para realizar los cálculos de iteración de exposición de tiempo a la actividad realizada

*Nota.* Se muestran los porcentajes requeridos para el cálculo de iteración de tiempo.

### 3.4.5. *Cálculo del tiempo de exposición*

Según la norma UNE-EN ISO 8996:2005 se dispone de una ecuación para el cálculo de la tasa metabólica para un ciclo de trabajo. De donde se tomará el valor de tiempo para la iteración de los ciclos de tiempo, considerando fijo los valores de las tasas metabólicas de cada actividad y solo variando el tiempo hasta que el cálculo final determine el 90% de satisfacción.

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

(1)

Donde:

*M*: es la tasa metabólica media para el ciclo de trabajo, en vatios por metro cuadrado;

*M<sub>i</sub>*: es la tasa metabólica asociada a la actividad *i*, en vatios por metro cuadrado;

*t<sub>i</sub>*: es la duración de la actividad *i*, en minutos;

*T*: es la duración en minutos del ciclo de trabajo considerado, igual a la suma de las duraciones parciales *t<sub>i</sub>*. (UNE-EN, 2005)

### 3.4.6. Evaluar si el dato iterado es correcto

Se selecciona el valor de tasa metabólica para el tiempo de ciclo seleccionado en la iteración de tiempos del paso 3.4.4 y llevar el dato de la tasa metabólica en unidades (met) en conjunto con los parámetros termohigrométricas y evaluar el porcentaje PPD sea máximo del 10%, de tal manera que podamos determinar que el porcentaje de satisfechos en el total de la muestra es del 90%.

## 3.5. Operacionalización de variables

**Tabla 4.**

*Operacionalización de variables*

<i>Variable</i>	<i>Conceptualización</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Técnicas</i>	<i>Instrumentos</i>
Confort térmico	Cuando las personas no experimentan sensación ni de frío ni calor, cuando las condiciones termohigrométricas son favorables para el desarrollo de las actividades	Temperatura Movimiento del aire Humedad Relativa Factores ambientales	Observación y medición de las condiciones termohigrométricas Toma de apuntes	Ficha de toma de datos Computador Fotografías Equipos de medición ISO 27243
Tiempo de exposición	Es el tiempo apropiado para que una persona este expuesta a altas temperaturas de trabajo y al gasto metabólico relacionado a la actividad.	PMV Tiempo en minutos Carga Metabólica PPD	Observación de campo Estudio del puesto de trabajo Análisis de datos Cálculos de datos	Ficha de toma de datos ISO 7730 ISO 8996

*Nota.* Tabla de operacionalización de variables.

## 4. CAPITULO IV: Resultados De La Investigación

### 4.1. Análisis, Interpretación y representación de resultados

#### 4.1.1. Estudio del puesto de trabajo

Según el estudio de trabajo, en el puesto se encontró la siguiente información de acuerdo con el puesto de trabajo del médico, datos necesarios como la actividad, el tipo de trabajo, edades promedio y tipo de desplazamiento que se realiza en cada actividad. (Ver Tabla 5.)

#### **Tabla 5.**

*Resumen del estudio de puesto de trabajo.*

<i>Actividad</i>	<i>Posición del cuerpo</i>	<i>Tipo de trabajo</i>
Valoración del paciente	Agachado	Trabajo con las manos medio
Sedoanalgesia del paciente	Agachado	Trabajo con las manos medio
Intubación del paciente	De pie inclinado	Trabajo con dos brazo medio
Colocación del catéter	De pie inclinado	Trabajo con las manos medio
Ventilación mecánica	Agachado	Trabajo con dos brazo medio

Edad promedio: 35 – 39 años de edad

Genero: Masculino

Jornada laboral 8 horas de trabajo continuo

*Nota.* Valores requeridos para el cálculo del gasto metabólico en función del ciclo de tiempo.

#### 4.1.2. Aislamiento térmico de la ropa de trabajo.

**Figura 4.**  
*Ropa de trabajo.*



De acuerdo con la ropa de trabajo, véase la Figura 4. Se toma en cuenta el conjunto de ropa de trabajo que usan los médicos durante su jornada laboral, los cuales ayudaron a establecer el aislamiento de la ropa de trabajo en índices clo. (Ver la Tabla 1.), mediante el uso de la Anexo, Tabla C.2 de la normativa para la determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730: 2005), se obtuvo los siguientes datos.

**Tabla 6.**

*Conjunto de ropa de trabajo y aislamiento térmico de un médico de una Unidad de cuidados intensivos.*

<i>Ropa de trabajo</i>	<i>Icl* (clo)</i>
Calzoncillos	0,03

Calcetines largos	0,10
Camisa manga corta	0,15
Camiseta manga larga	0,12
Pantalón ligero	0,20
Mono de trabajo	0,55
Zapatos suela delgada	0,02
Guantes	0,05
Gorra nylon	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>1,25 clo</b>

*Nota.* Icl\* Es el aislamiento de la ropa, en metros cuadrados kelvin por vatio.(UNE-EN, 2006)

#### **4.1.3. Condiciones termohigrometricas necesarias**

Se determinó las condiciones termohigrometricas necesarias para los índices PMV y PPD que permiten desarrollar el porcentaje de satisfechos, así como el gasto metabólico requerido para conseguir ajustarlo mediante iteración al porcentaje determinado mediante las siguientes condiciones (Ver Tabla 7) determinándose como condiciones homogéneas de trabajo debido al entorno aislado dentro de las Unidades de cuidados intensivos donde se preservan las condiciones termohigrometricas estableces.

**Tabla 7.**

*Condiciones promedio de las Unidades de cuidados intensivos.*

<i>Condición</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Unidades</i>	<i>Valor promediado de los hospitales</i>
Temperatura seca	Ts*	°C	20°C
Velocidad del aire	Va**	m/s	0,3 m/s

*Nota.* \*Ts: temperatura del aire seco, \*\*Va: velocidad del aire. Datos requeridos para el cálculo del PMV.

#### **4.1.4. Recopilación de datos requeridos para la investigación**

Mediante la aplicación de la metodología de medición según la norma internacional ISO 27243:1995 se recabó los siguientes datos necesarios de los hospitales del IESS que disponen de Unidades de cuidados intensivos en las ciudades de Riobamba, Latacunga y Ambato para determinar el tiempo de exposición. (Ver la Tabla 8.)

**Tabla 8.**

*Tabla de datos de condiciones termohigrometricas homogéneas.*

<i>Ciudad Hospital IESS</i>	<i>Lugar de medición</i>	<i>Ts* °C</i>	<i>Promedio Ts °C</i>	<i>Va* m/s</i>
UCI IESS Riobamba	Abdomen	19,8	20,03	0,3
		20,2		0,3
		20,1		0,3

UCI IESS		19,9		0,3
Latacunga	Abdomen	19,9	19,97	0,3
		20,1		0,3
UCI IESS		19,8		0,3
Ambato	Abdomen	20,1	20,00	0,3
		20,1		0,3

*Nota.* Ts\* Es la temperatura de aire seco dentro del ambiente de trabajo en condiciones homogéneas, Va\* es la velocidad del aire dentro del espacio de trabajo.

#### **4.1.5. El porcentaje de satisfechos**

Se fijó el porcentaje de satisfechos según la curva PMV-PPD presente en la norma UNE-EN ISO 7730:2006, y mediante la opinión de expertos se determina un 90% de satisfechos para conseguir confort en la población de médicos evaluados, por ello se ajusta a un 10% de insatisfechos en la Curva PMV-PPD

#### **4.1.6. Gasto metabólico para conseguir confort en el puesto de trabajo.**

Se fijó un gasto metabólico de acuerdo con el porcentaje de satisfechos, según los valores obtenidos de las tablas de niveles de actividad según el gasto metabólico en unidades de kcal/h de la norma NTP 074 Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación (Castejón, 1983)

#### **Tabla 9.**

*Voto medio estimado en relación de la tasa metabólica requerida*

PMV	TM
0,33	145 kcal/h
0,45	156,4285kcal/h
0,54	165 kcal/h

*Nota.* Se requiere un PMV (voto medio estimado) de 0,45 para cumplir el 90% satisfechos por lo cual se requiere una interpolación de datos para obtener la tasa metabólica requerida (TM) en base al PMV.

Se fijó para conseguir un 90% de satisfechos el gasto metabólico promedio que debe realizar un médico para estar en confort térmico debe ser de 156,4285kcal/h. Las unidades comunes para el cálculo de la tasa metabólica son en *met* y  $W/m^2$ , por lo tanto, se determinó como la tasa metabólica necesaria  $\approx 100,74 W/m^2$ .

#### **4.1.7. Consumo metabólico global.**

Se elaboró un cálculo del consumo metabólico global de cada actividad con el objeto de realizar el cálculo para un ciclo de tiempo determinado, como se muestra en la siguiente Tabla 10.

**Tabla 10.***Actividades que realizan dentro de una Unidad de cuidados intensivos.*

Consumo metabólico global						
Categoría	MB*	PC*	TT*	D*	Tasa Metabólica	
1 Valoración	44,869	20	30	0	94,869	
2 Sedoanalgesia	44,869	20	30	0	94,869	
3 Intubación	44,869	30	85	0	159,869	
4 Colocación de catéter	44,869	30	30	0	104,869	
5 Ventilación mecánica	44,869	20	85	0	149,869	

*Nota.* \*Metabolismo basal (MB), Posición del cuerpo (PC), Tipo de trabajo (TT) Desplazamiento(D). Se determina la tasa metabólica global para las actividades que realiza un médico dentro de las Unidades de cuidados intensivos.

#### 4.1.8. Resultado del tiempo del tiempo de exposición para los médicos.

**Tabla 11.***Cálculo de la tasa metabólica para un ciclo de tiempo de 96 minutos.*

Tasa metabólica para un ciclo de tiempo				
Categoría	TM	Tiempo	=	Total
	W/m <sup>2</sup>	Min		
1 Valoración	94,869	96	=	9107,424
2 Sedoanalgesia	94,869	96	=	9107,424
3 Intubación	159,869	96	=	15347,424
4 Colocación de catéter	104,869	96	=	10067,424
5 Ventilación mecánica	149,869	96	=	14387,424
Total		480*		58017,12
Tasa metabólica media ponderada en el tiempo				120,869 W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 96 minutos y 8 horas de jornada laboral sin tiempos determinados para descansos.

#### 4.1.9. Tasa metabólica en relación de un ciclo de trabajo

Se estableció una tasa metabólica media ponderada en relación del tiempo de descanso y el ciclo de tiempo de trabajo.

**Tabla 12.**

*Relación del tiempo de ciclos de exposición y la tasa metabólica media ponderada en el tiempo*

<i>Tiempo de descanso</i>	<i>Ciclo de tiempo de trabajo</i>	<i>Tasa Metabólica media ponderada en el tiempo</i>	<i>PMV</i>	<i>% satisfechos</i>
-	96	120,869 W/m <sup>2</sup>	1.12	69%
30	90	113,315 W/m <sup>2</sup>	1.05	70.5%
40	88	110,797 W/m <sup>2</sup>	1.01	72%
50	86	108,278 W/m <sup>2</sup>	0.75	79%
60	84	105,760 W/m <sup>2</sup>	0.64	80%
70	82	103,242 W/m <sup>2</sup>	0.54	86%
80	80	100,724 W/m <sup>2</sup>	0,45	90%
90	78	98,206 W/m <sup>2</sup>	0.40	90,9%
120	72	90,652 W/m <sup>2</sup>	0.37	92,1%

*Nota.* Se determinó el tiempo de descanso, los ciclos de tiempo de exposición y su tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ajustar al valor de TM (tasa metabólica) requerida para alcanzar un PMV=0,45 para un 90% de satisfechos.

#### ***4.1.10. Definición del tiempo de exposición a temperaturas elevadas de los médicos para las Unidades de cuidados intensivos de los Hospitales del IESS de las ciudades de Riobamba, Ambato y Latacunga.***

Se definieron los siguientes tiempos de exposición adecuados para las actividades realizadas con exposición a temperaturas elevadas y de descanso en una jornada laboral según los cálculos aplicados.

**Tabla 13.**

*Definición del tiempo de exposición a temperaturas elevadas.*

<i>Tiempo de exposición recomendado</i>	
<i>Categoría</i>	<i>Tiempo de Exposición</i>
1 <i>Valoración</i>	80
2 <i>Sedoanalgesia</i>	80
3 <i>Intubación</i>	80
4 <i>Colocación de catéter</i>	80
5 <i>Ventilación mecánica</i>	80
6 <i>Descanso</i>	80
<b>Total</b>	<b>480 minutos</b>

*Nota.* Se define el tiempo de 80 minutos por ciclo o actividad con un total de 400 minutos de exposición a temperaturas elevadas y un tiempo de descanso de 80 minutos.

## **5. CAPÍTULO V: Conclusiones Y Recomendaciones**

### **5.1. Conclusiones**

Se determinó el estudio del puesto de trabajo donde se observó cinco actividades con exposición a temperatura de trabajo en los médicos de las Unidades de cuidados intensivos de los hospitales (LAR): a) valoración b) sedoanalgesia c) intubación d) colocación de catéter 5) ventilación mecánica, en trabajo continuo sin descanso con promedio de 96 minutos por cada actividad, que en condiciones normales incumplen la legislación ya que el Decreto Ejecutivo 2393, en el art. 54 referente al calor, con un porcentaje del 69% de satisfechos sin medidas de control.

Se calculó el gasto metabólico usando la norma UNE EN ISO 8996:2005 en la cual los médicos llegan a obtener una tasa metabólica global promedio ponderada en el tiempo de 120,869 W/m<sup>2</sup> la cual ubica a este valor dentro del porcentaje de 69% de satisfechos.

Se establecieron los requerimientos de las condiciones termo-higrométricas en el puesto necesarias para los cálculos del tiempo de exposición, estas condiciones son la velocidad del aire y la temperatura seca dentro del puesto de trabajo de los médicos.

Se determinaron las condiciones termohigrometricas usando el REED R6200 con número de serie 130935W-001 en el puesto de trabajo de las Unidades de cuidados intensivos, cumpliendo con las normas, encontrando las condiciones requeridas de velocidad del aire y temperatura del aire seco en 0,3m/s y 20°C, respectivamente.

El cálculo del tiempo de exposición a condiciones extremas de trabajo para los médicos de las Unidades de cuidados intensivos de los hospitales del IESS de Riobamba, Ambato y Latacunga se ha encontrado un tiempo de exposición de 80 minutos para cada actividad realizada por el medico logrando un porcentaje de satisfechos del 90% con tiempos de descanso de 80 minutos distribuidos durante dos ciclos en toda la jornada laboral o un solo ciclo de descanso después de cumplir la tercera actividad llegando a obtener un 21% de incremento en el porcentaje de satisfacción .

### **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda considerar los tiempos establecidos para futuras investigaciones relacionadas a confort térmico en personal que hace uso de trajes de protección personal que genera insatisfacción al momento de realizar las actividades laborales.

Considerar los tiempos determinados en la investigación como posible solución al confort térmico de los médicos de las diferentes Unidades de cuidados intensivos.

Se recomienda un estudio de carga y fatiga mentales debido a las largas jornadas que en ocasiones se pueden extender a 2 jornadas laborales de 8 horas, así también como las actividades que realizan o lo que se enfrentan psicológicamente cada médico.

## 6. CAPITULO VI: Bibliografía y anexos

### 6.1. Referencias

- Castejón, E. (1983). Confort térmico-Método de Fanger para su evaluación. *Instituto Nacional de la Salud e Higiene en el Trabajo*, 2.
- Diego-Mas, J. A. (2015). Evaluación Del Confort Térmico Con El Método De Fanger. *Universidad Politécnica de Valencia*. Retrieved from <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php>
- Espinoza Guano, M. P. (2017). *El estrés térmico por calor y su incidencia en la salud de los trabajadores*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, IESS, C., Seguro General de Riesgos del Trabajo (2016). Resolución CD 513 reglamento del seguro general de riesgo del trabajo. *Reglamento Del Seguro General De Riesgos Del Trabajo*.
- Lee, J., Venugopal, V., Latha, P. K., Alhadad, S. B., Leow, C. H. W., Goh, N. Y. D., . . . Lee, J. K. W. (2020). Heat Stress and Thermal Perception amongst Healthcare Workers during the COVID-19 Pandemic in India and Singapore. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8100. doi:10.3390/ijerph17218100
- Martí, E. M., & Mendaza, P. L. (2011). Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (II).
- Mondelo, P. R., Torada, E. G., Vilella, E. C., Úriz, S. C., & Lacambra, E. B. (2004). *Ergonomía 2: confort y estrés térmico* (Vol. 2): Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politécnica.
- UNE-EN, I. (2001). *Ergonomía del ambiente térmico, Vocabulario y Símbolos (ISO 13731:2001)*: AENOR.
- UNE-EN, I. (2005). *Ergonomía del ambiente térmico, Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996: 2004)*: AENOR.
- UNE-EN, I. (2006). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730: 2005)*: AENOR.

### 6.2. Bibliografía

- Alvear Melgar, F. A., Castaneda Nolasco, S. E., & Martínez Lopez, D. S. (2015). *Estudio de estrés térmico en los ambientes laborales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la universidad de El Salvador*. Tesis Pregrado.
- Castro Núñez, C. M., Ferris Ruiz, S., Calderón Domínguez, D., & Benítez Sánchez, E. (2017). Evaluación de la influencia del estrés térmico en el absentismo laboral de los trabajadores de una factoría de acero inoxidable. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 10.
- Espinoza Guano, M. P. (2017). *EL ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD*. Tesis de Maestría, Ambato.

### 6.3. Anexos

#### 6.3.1. Formato del Protocolo de recolección de datos termohigrométricos

 <h2 style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</h2> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA INDUSTRIAL</p> 	
<h3>PROTOCOLO DE RECOLECCION DE DATOS TERMOHIGROMETRICOS</h3>	
Tipo de datos: Normativa aplicada: Responsable: Investigadores:	<i>Condiciones termohigometricas</i> <i>ISO 27243:1995</i>  Ing. <i>Manolo</i> <i>Córdova</i> <i>Sr. José Luis Rodríguez</i>
Ubicación: Puesto de trabajo estudiado: Horarios/Turnos de trabajo	Provincia: <i>Medico de Unidad de Cuidados Intensivos</i>
<b>Datos del registro de medición</b>	
Equipo medidor de estrés térmico:  Parámetros requeridos:  Metodología usada para la medición:  Periodo de obtención de datos:  Fecha de medición: Hora de inicio: Hora de finalización:	Marca: Modelo: Tolerancia: Temperatura del aire <i>Ta (°C)</i> Humedad Relativa <i>HR (%)</i> Temperatura radiante <i>Tmr (°C)</i> media <i>Según la Norma ISO 27243: 1993, se realizarán tres mediciones cuando el trabajador esté de Pie, a 0,1 m, 1,1 m y 1,7 m del suelo; y cuando esté sentado a 0,1 m, 0,6 m y 1,1 m del suelo, aproximadamente a nivel de tobillos, abdomen y cabeza.</i> <i>Periodo de actividades con alta actividad</i> <i>Periodos de sensación máximo de estrés térmico</i>

.....	.....	.....
Firma Responsable	Tutor	Estudiante

**6.3.2. Protocolo de recolección de datos del cálculo del gasto metabólico**

	<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b></p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA INDUSTRIAL</p>	
<p><b>PROTOCOLO PARA CÁLCULO DE TASA METABÓLICA PARA UN CICLO DE TIEMPO</b></p>		

Tipo de datos:	<i>Tasa Metabólica</i>		
Normativa aplicada:	<i>UNE-EN ISO 8996:2005</i>		
Responsable	<i>José Luis Rodríguez</i>		
Investigadores:	<i>Ing. Manolo</i>	<i>Córdova</i>	
	<i>Sr. José Luis Rodríguez</i>		
Ubicación1:	<i>Riobamba</i>	Provincia:	<i>Chimborazo</i>
Ubicación2:	<i>Ambato</i>	Provincia:	<i>Tungurahua</i>
Ubicación3:	<i>Latacunga</i>	Provincia:	<i>Cotopaxi</i>
Puesto de trabajo estudiado:	<i>Medico de Unidad de Cuidados Intensivos</i>		
Tiempo de estudio	<i>2-3 horas</i>		

<p>Datos del registro de medición</p>		
Parámetros requeridos:	Tasa Metabólica Media	<i>W/m<sup>2</sup></i>
	Tasa Metabólica asociada a la actividad	<i>W/m<sup>2</sup></i>
	Duración de la actividad	<i>mins</i>
	Duración del ciclo de trabajo	<i>mins</i>
<p>Procedimiento</p>		
1	<i>Anotar nombres y detalles del individuo estudiado</i>	
2	<i>Observación de las actividades que realiza el individuo de estudio</i>	
3	<i>Se fija las actividades y la tasa metabólica para dicha actividad, la tasa metabólica se estima según las tablas B.1, B.2 o B3 de la Norma UNE-EN ISO 8996:2005</i>	
4	<i>Calcular el tiempo total invertido en la actividad</i>	
5	<i>Multiplicar el tiempo empleado en cada actividad por la tasa metabólica.</i>	



Tabla de resumen de valores

Categoría	M W/m <sup>2</sup>	x Tiempo Min	=	Total
1 <i>Tareal</i>				
2 <i>Tareal</i>				
3 <i>Tareal</i>				
4 <i>Tareal</i>				
5 <i>Tareal</i>				
6 <i>Tareal</i>				
7 <i>Tareal</i>				
Tasa metabólica media ponderada en el tiempo				
..... Firma Responsable	..... Tutor	..... Estudiante		

#### 6.3.4. Evidencia fotográfica





Médico usando medidor de estrés térmico



Médico usando epps y medidor de estrés térmico





Lecturas del medidor de estrés térmico



Toma de datos con el medidor de estrés térmico

### 6.3.5. *Calculo representativo de la carga metabólica*

#### *Estudio del puesto de trabajo*

El puesto de trabajo del médico de las Unidades de cuidados intensivos las principales actividades se desarrollan dentro del área de cuidados de pacientes contagiados de Covid-19, en un entorno controlado donde los médicos se encuentran expuestos a temperaturas elevadas derivadas del uso de los trajes de protección personal que utilizan, así como las actividades que cumplen al momento de tratar a un paciente crítico de Covid-19.

De tal forma en el puesto de trabajo se realizan las siguientes actividades.

**Tabla 14.**

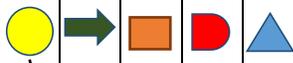
*Caracterización de las actividades.*

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA INDUSTRIAL			
CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES					
<b>Proceso:</b>	Cuidado de pacientes Covid-19	<b>Departamento:</b>	Unidad de Cuidados Intensivos		
<b>Responsable:</b>	Medico UCI	<b>Fecha:</b>	16-08-2021		
<b>Edad:</b>	38 años				
Entrada	Actividad	Responsable	Salida	Cliente	
Paciente Covid-19	Valoración del paciente: En la siguiente actividad el medico realiza la valoración del estado del paciente en el cual se coloca en una postura agachada para realizar las respectivas mediciones llevando un trabajo de tipo medio con las manos, no realiza desplazamientos.	Medico UCI	Valuación del paciente	Paciente	
Valuación del paciente	Sedoanalgesia: Una vez valorado el paciente es llevado a sedar de manera voluntaria en el cual el medico realiza la actividad en una postura agachada utilizando las manos en un trabajo medio sin realizar desplazamientos	Medico UCI	Paciente sedado	Paciente	
Paciente sedado	Intubación: El paciente es preparado para la intubación en el cual se realiza en una postura inclinada de pie procedente a intubar haciendo uso de los dos brazos en un trabajo medio sin realizar desplazamientos.	Medico UCI	Paciente intubado	Paciente	
Paciente catéter	Colocación del catéter: En la misma ubicación y en postura de pie e inclinado haciendo uso de las dos manos en un trabajo medio se lleva la colocación del catéter sin	Medico UCI	Paciente con catéter	Paciente	

	realizar desplazamientos.			
Paciente con catéter	Ventilación mecánica: Una vez realizado todas las actividades anteriores, el medico procede en una postura agachada haciendo uso de los dos brazos en un tipo de actividad media y sin desplazamientos se procede a colocar el catéter.	Medico UCI	Paciente con ventilación mecánica	Paciente

**Tabla 15.**

*Estudio del puesto de trabajo*

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA INDUSTRIAL						
<b>ESTUDIO DE PUESTO DE TRABAJO</b>								
<b>HOSPITALES DEL IESS</b>		<b>OPERACIÓN:</b> CUIDADO DE PACIENTES COVID-19			<b>ESTUDIO N.-</b> <b>01</b>	<b>HOJA N.</b> <b>01</b>		
<b>DEPARTAMENTO:</b> UNIDAD DE CUIDADO INTENSIVOS		<b>PERSONAL:</b> MEDICO			<b>FECHA:</b> 16-08-2021			
<b>SÍMBOLOS</b>		DISTANCI A EN METROS	<b>TIEMPO (minutos)</b>					<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>
			Operación*	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	
								
			96				Valoración del paciente	
		6,5	96				Sedoanalgesia del paciente	
			96				Intubación del paciente	
		1,27	96				Colocación del catéter	
			96				Ventilación mecánica	

	7,7 7	480					TOTAL
	Me tro s	Horas Total:		8 horas			

*Nota.* Operación\* Es la actividad realizada medida en unidades de tiempo de minutos.

### **6.3.6. Determinación del aislamiento térmico de la ropa de trabajo.**

**Tabla 16.**

*Media de ropa de trabajo de un médico de Unidades de cuidados intensivos*

<b>Ropa de trabajo</b>	<b>Icl* (clo)</b>
Calzoncillos	0,03
Calcetines largos	0,10
Camisa manga corta	0,15
Camiseta manga larga	0,12
Pantalón ligero	0,20
Mono de trabajo	0,55
Zapatos suela delgada	0,02
Guantes	0,05
Gorra nylon	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>1,25 clo</b>

*Nota.* Nota. Icl\* Es el aislamiento de la ropa, en metros cuadrados kelvin por vatio. (UNE-EN, 2006)

**Tabla C.2 – Aislamiento térmico para prendas y cambios de temperatura operativa óptima**

Prenda	$I_{ch}$		Cambio de temperatura operativa óptima, °C
	clo	m <sup>2</sup> · K/W	
<b>Ropa interior</b>			
Bragas	0,03	0,005	0,2
Calzoncillos de perneras largas	0,10	0,016	0,6
Camisetas sin mangas	0,04	0,006	0,3
Camisetas de manga corta	0,09	0,014	0,6
Camiseta de manga larga	0,12	0,019	0,8
Bragas y sujetador	0,03	0,005	0,2
<b>Camisas/blusas</b>			
Mangas cortas	0,15	0,023	0,9
Ligeras, mangas largas	0,20	0,031	1,3
Normales, mangas largas	0,25	0,039	1,6
De franela, mangas largas	0,30	0,047	1,9
Blusa ligera, mangas largas	0,15	0,023	0,9
<b>Pantalones</b>			
Cortos	0,06	0,009	0,4
Ligeros	0,20	0,031	1,3
Normales	0,25	0,039	1,6
De franela	0,28	0,043	1,7
<b>Vestidos/Faldas</b>			
Faldas ligeras (verano)	0,15	0,023	0,9
Faldas gruesas (invierno)	0,25	0,039	1,6
Vestidos ligeros, mangas cortas	0,20	0,031	1,3
Vestido de invierno, mangas largas	0,40	0,062	2,5
Monos	0,55	0,085	3,4
<b>Jerseys</b>			
Chalecos sin mangas	0,12	0,019	0,8
Jersey fino	0,20	0,031	1,3
Jersey	0,28	0,043	1,7
Jersey grueso	0,35	0,054	2,2
<b>Chaquetas</b>			
Ligeras, de verano	0,25	0,039	1,6
Chaquetas	0,35	0,054	2,2
Batas	0,30	0,047	1,9
<b>Muy aislantes, de fieltro</b>			
Mono	0,90	0,140	5,6
Pantalones	0,35	0,054	2,2
Chaqueta	0,40	0,062	2,5
Chaleco	0,20	0,031	1,3
<b>Ropa de abrigo</b>			
Chaquetón	0,60	0,093	3,7
Cazadora	0,55	0,085	3,4
Parka	0,70	0,109	4,3
Pantalones de fieltro	0,55	0,085	3,4
<b>Varios</b>			
Calcetines	0,02	0,003	0,1
Calcetines gruesos, tobilleros	0,05	0,008	0,3
Calcetines gruesos, largos	0,10	0,016	0,6
Medias de nilón	0,03	0,005	0,2
Zapatos (suela fina)	0,02	0,003	0,1
Zapatos (suela gruesa)	0,04	0,006	0,3
Botas	0,10	0,016	0,6
Guantes	0,05	0,008	0,3

### 6.3.7. Determinación de las condiciones termohigrometricas necesarias

En el cálculo de tiempo de exposición a temperaturas elevadas de los médicos de Unidades de cuidados intensivos de los hospitales del IESS de las ciudades de Ambato, Riobamba y Latacunga se determinaron las condiciones termohigrometricas necesarias para realizar los índices PMV y PPD que nos permitieron determinar el porcentaje de satisfechos, así como el gasto metabólico requerido para conseguir ajustarlo mediante iteración al porcentaje determinado mediante las siguientes condiciones

**Tabla 17.**

*Condiciones promedio de las Unidades de cuidados intensivos*

<i>Condición</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Unidades</i>	<i>Valor promediado de los hospitales</i>
Temperatura seca	Ts	°C	20°C
Velocidad del aire	Va	m/s	0,3 m/s

*Nota.* Datos requeridos para el cálculo del PMV

### 6.3.8. Recopilación de datos requeridos para la investigación

Mediante la aplicación de la metodología de medición según la norma internacional ISO 27243:1995 se recabó los siguientes datos necesarios de los hospitales del IESS que disponen de Unidades de cuidados intensivos en las ciudades de Riobamba, Latacunga y Ambato para la determinación del tiempo de exposición.

**Tabla 18.**

Tabla de datos de condiciones termohigrometricas

<i>Ciudad Hospital IESS</i>	<i>Lugar de medición</i>	<i>Ts °C</i>	<i>Promedio Ts °C</i>	<i>Va* m/s</i>
UCI IESS Riobamba	Abdomen	19,8	20,03	0,3
		20,2		0,3
		20,1		0,3
UCI IESS Latacunga	Abdomen	19,9	19,97	0,3
		19,9		0,3
		20,1		0,3
UCI IESS Ambato	Abdomen	19,8	20,00	0,3
		20,1		0,3
		20,1		0,3

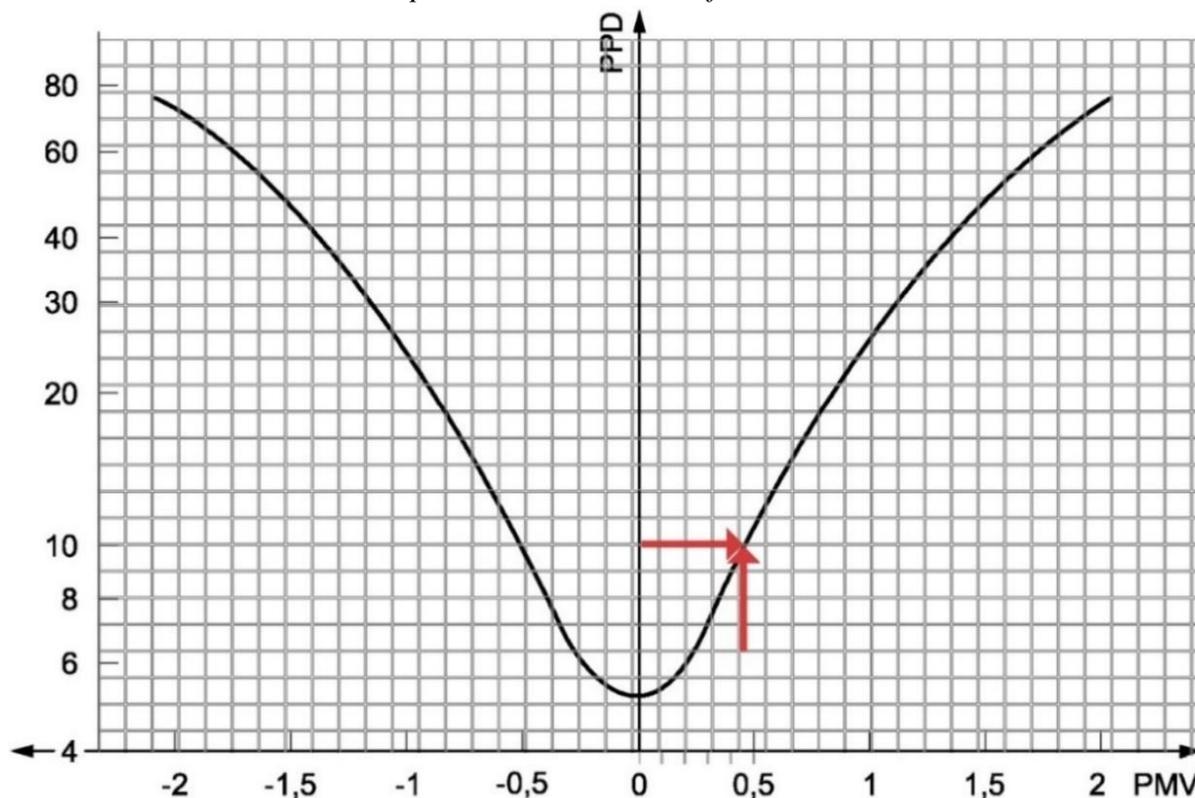
*Nota.* Ts\* Es la temperatura de aire seco dentro del ambiente de trabajo, Va\* es la velocidad del aire dentro del espacio de trabajo

### 6.3.1. Determinación del porcentaje de satisfechos

Se determina el porcentaje de satisfechos según la curva PMV-PPD presente en la norma UNE-EN ISO 7730:2006, como la figura 4.

**Figura 1.**

*Curva PMV-PPD determinada para un 10% de Insatisfechos*



*Nota.* Se determina un 90% de satisfechos para conseguir confort en la muestra de médicos evaluados, por ello se ajusta a un 10% de insatisfechos en la Curva PMV-PPD *Elaborado por:* Rodríguez J. (2021) *Obtenido de:* UNE-EN ISO 7730:2006

### **6.3.2. Determinación del gasto metabólico para conseguir confort en el puesto de trabajo.**

Se determina mediante el uso de tablas de la NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación, en las cuales se relaciona; el vestido(clo), la temperatura seca (°C) y la velocidad relativa del aire.

Método que se desarrolla para conseguir el gasto metabólico necesario para que el medico se encuentre en confort térmico al momento de desarrollar sus actividades dentro de las Unidades de cuidados intensivos.

Valores requeridos para ingresar valores a las tablas de gasto metabólico

**Tabla 19.**

*Valores para ingresar valores del gasto metabólico*

Datos necesarios:	Valor
Temperatura seca	20 °C
Vestido	1,25 clo
Velocidad relativa del aire	0,3 m/s
PMV relacionado en base a un 10% de insatisfechos	0,45 → 90% satisfechos

**Tabla 20.***Tabla para un gasto metabólico de 145kcal/h*

Vestido clo	Temp seca °C	Velocidad relativa (m/s)						
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
0	23	-0,12	-1,12	-1,29	-1,52			
	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	0,33	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
	24	-0,01	-0,01	-0,17	-0,31	-0,53	-0,70	-0,84
	26	0,56	0,53	0,39	0,29	0,12	-0,02	-0,13
	28	1,12	1,06	0,96	0,89	0,77	0,67	0,59
	30	1,66	1,60	1,54	1,49	1,42	1,36	1,31
	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.
1,25	10	-0,90	-0,90	-0,98	-1,06	-1,18	-1,27	-1,33
	12	-0,62	-0,62	-0,70	-0,77	-0,88	-0,96	-1,02
	14	-0,33	-0,33	-0,42	-0,48	-0,58	-0,65	-0,70
	16	-0,05	-0,05	-0,13	-0,19	-0,28	-0,34	-0,39
	18	0,24	0,22	0,35	0,10	0,03	-0,03	-0,07
	20	0,52	0,50	0,44	0,40	0,33	0,29	0,25
	22	0,82	0,79	0,74	0,71	0,66	0,61	0,58
	24	1,12	1,09	1,05	1,02	0,97	0,94	0,92

Nota. Según las condiciones obtenidas en los cálculos anteriores se tiene un PMV de 0,33

Obtenido de: NTP 074: Confort Térmico

**Tabla 21.***Tabla para un gasto metabólico de 165kcal/h*

Vestido clo	Temp seca °C	Velocidad relativa (m/s)					
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40

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	-2,42	
	18	-1,28	-1,28	-1,38	-1,58	-1,90	-2,16
	20	-0,76	-0,76	-0,89	-1,06	-1,34	-1,56
	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
1	10	-0,97	-0,97	-1,04	-1,14	-1,28	-1,39
	12	-0,68	-0,68	-0,76	-0,84	-0,97	-1,07
	14	-0,38	-0,38	-0,46	-0,54	-0,66	-0,74
	16	-0,09	-0,09	-0,13	-0,24	-0,35	-0,42
	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
1,25	8	-0,84	-0,84	-0,91	-0,99	-1,10	-1,39
	10	-0,59	-0,59	-0,66	-0,73	-0,84	-0,91
	12	-0,33	-0,33	-0,40	-0,47	-0,56	-0,63
	14	-0,07	-0,07	-0,14	-0,20	-0,29	-0,35
	16	0,19	0,18	0,12	0,06	-0,01	-0,07
	18	0,45	0,44	0,38	0,33	0,26	0,22
	20	0,71	0,69	0,64	0,60	<b>0,54</b>	0,50
	22	0,98	0,96	0,91	0,88	0,83	0,80

Nota. Según las condiciones obtenidas en los cálculos anteriores se tiene un PMV de 0,54  
Obtenido de: NTP 074: Confort Térmico

Valores obtenidos:

PMV	TM
0,33	145 kcal/h
0,54	165 kcal/h

Para un porcentaje de satisfechos del 90% se requiere que el índice PMV sea de valor: 0,45 debido a que no se encuentra el valor requerido en las tablas se realiza una interpolación lineal de los datos para obtener la gasto metabólico (TM) requerido para obtener un porcentaje de satisfechos del 90%

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}(x - x_0) \quad (2)$$

$x_0 = 0,33$	$y_0 = 145$
$x = 0,45$	$y = ?$
$x_1 = 0,54$	$y_1 = 165$

$$y = 145 + \frac{165 - 145}{0,54 - 0,33}(0,45 - 0,33)$$

$$y = 156,4285 \text{ kcal/h}$$

Se determina que para conseguir un 90% de satisfechos el gasto metabólico promedio que debe realizar un médico para estar en confort térmico debe ser de 156,4285kcal/h. Las unidades comunes para el cálculo de la tasa metabólica son en *met* y  $W/m^2$ , por lo cual se presenta la tabla de conversión de unidades.

**Tabla 22.**

*Tabla de conversión de unidades*

Valor	Equivalente
1 Kcal	4,184 KJ
1 Kcal/h	1,161 W
1 W	0,861 Kcal/h
1 Kcal/h	0,644 $W/m^2$
1 $W/m^2$	1,553 Kcal/hora (*)
1 met	0,239 Kcal
1 met	58,15 $W/m^2$

*Nota.* (\*) para una superficie corporal estándar de 1,8 m<sup>2</sup> *Obtenido de:* (Diego-Mas, 2015)

*Conversión de kcal/h → W/m<sup>2</sup>*

$$156,4285 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,644 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}$$

$$= 100,7399 W/m^2$$

$$\approx 100,74 W/m^2$$

El valor obtenido de 100,74  $W/m^2$  será el valor necesario con el cual se deberá realizar la iteración del tiempo, ya que este valor de gasto metabólico requerido para cumplir con un PMV de 0,45 el cual nos ofrecerá un porcentaje de satisfechos del 90% en los médicos que laboran dentro de las Unidades de cuidados intensivos de los Hospitales del IESS de las ciudades de Riobamba, Ambato y Latacunga.

**Cálculo de la tasa metabólica para un ciclo de trabajo**

**Tabla 23.**

*Actividades que realizan dentro de una UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS*



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL



## REGISTRO DE ACTIVIDADES CONSUMO METABOLICO GLOBAL

Tipo de datos:	<i>Registro de actividades del individuo de estudio y consumo metabólico global según las actividades que se realiza en el puesto de trabajo.</i>	
Normativa aplicada:	<i>UNE-EN ISO 8996:2005</i>	
Investigadores:	<i>Ing. Manolo Córdova Sr. José Luis Rodríguez</i>	
Hospitales:	<i>Riobamba-Ambato-Latacunga</i>	
Fecha:	<i>03 de octubre de 2021</i>	
Objeto:	<i>Determinar las actividades que realiza un médico dentro de una Unidad de cuidados intensivos.</i>	
Puesto de trabajo:	<i>Medico de Unidad de Cuidados Intensivos</i>	
Temperatura del aire:	°C	<i>20°C</i>
Velocidad del aire:	m/s	<i>0,3m/s</i>
Edad Promedio	Años	<i>37años</i>
Ropa de trabajo:	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Calzoncillos</i></li><li>- <i>Calcetines largos</i></li><li>- <i>Camisa manga corta</i></li><li>- <i>Camiseta manga larga</i></li><li>- <i>Pantalón ligero</i></li><li>- <i>Mono de trabajo</i></li><li>- <i>Zapatos suela delgada</i></li><li>- <i>Guantes</i></li><li>- <i>Gorra nylon</i></li></ul>	

### Actividades y consumo metabólico global

	Categoría	MB*	PC*	TT*	D*	=	Total
1	<i>Valoración</i>	44,869	20	30	0	=	94,869
2	<i>Sedoanalgesia</i>	44,869	20	30	0	=	94,869
3	<i>Intubación</i>	44,869	30	85	0	=	159,869
4	<i>Colocación de catéter</i>	44,869	30	30	0	=	104,869
5	<i>Ventilación mecánica</i>	44,869	20	85	0	=	149,869

*Nota.* \*Metabolismo basal (MB), Posición del cuerpo (PC), Tipo de trabajo (TT) Desplazamiento(D). Se determina la tasa metabólica global para las actividades que realiza un médico dentro de las Unidades de cuidados intensivos.

**Tabla 24.**

*Cálculo de la tasa metabólica para un ciclo de tiempo de 96 minutos.*

<b>Tasa metabólica para un ciclo de tiempo</b>					
<b>Categoría</b>	<b>M</b> W/m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>Tiempo</b> Min	<b>=</b>	<b>Total</b>
1 <i>Valoración</i>	94,869	x	96	=	9107,424
2 <i>Sedoanalgesia</i>	94,869	x	96	=	9107,424
3 <i>Intubación</i>	159,869	x	96	=	15347,424
4 <i>Colocación de catéter</i>	104,869	x	96	=	10067,424
5 <i>Ventilación mecánica</i>	149,869	x	96	=	14387,424
Total			480*		58017,12
Tasa metabólica media ponderada en el tiempo					120,869 W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 96 minutos y 8 horas de jornada laboral sin tiempos determinados para descansos.

### **6.3.3. Iteración del ciclo de trabajo**

**Tabla 25.**

*Iteración 1, para ciclos de tiempo de exposición de 90 minutos.*

<b>Tasa metabólica para un ciclo de tiempo</b>					
<b>Categoría</b>	<b>M</b> W/m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>Tiempo</b> Min	<b>=</b>	<b>Total</b>
1 <i>Valoración</i>	94,869	x	90	=	8538,21
2 <i>Sedoanalgesia</i>	94,869	x	90	=	8538,21
3 <i>Intubación</i>	159,869	x	90	=	14388,21
4 <i>Colocación de catéter</i>	104,869	x	90	=	9438,21
5 <i>Ventilación mecánica</i>	149,869	x	90	=	13488,21
Jornada 8 horas laborales			480	T=	54391,05
Tasa metabólica media ponderada en el tiempo					113,315 W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 90 minutos y 30 minutos de descanso durante 8 horas de jornada laboral.

**Tabla 26.**

*Iteración 2, para ciclos de tiempo de exposición de 88 minutos.*

<b>Tasa metabólica para un ciclo de tiempo</b>						
	<b>Categoría</b>	<b>M</b> W/m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>Tiempo</b> Min	<b>=</b>	<b>Total</b>
1	<i>Valoración</i>	94,869	x	88	=	8348,472
2	<i>Sedoanalgesia</i>	94,869	x	88	=	8348,472
3	<i>Intubación</i>	159,869	x	88	=	14068,472
4	<i>Colocación de catéter</i>	104,869	x	88	=	9228,472
5	<i>Ventilación mecánica</i>	149,869	x	88	=	13188,472
	Jornada 8 horas laborales			480	T=	53182,36
	Tasa metabólica media ponderada en el tiempo					110,797 W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 88 minutos y 40 minutos de descanso durante 8 horas de jornada laboral.

**Tabla 27.**

*Iteración 3, para ciclos de tiempo de exposición de 86 minutos.*

<b>Tasa metabólica para un ciclo de tiempo</b>						
	<b>Categoría</b>	<b>M</b> W/m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>Tiempo</b> Min	<b>=</b>	<b>Total</b>
1	<i>Valoración</i>	94,869	x	86	=	8158,734
2	<i>Sedoanalgesia</i>	94,869	x	86	=	8158,734
3	<i>Intubación</i>	159,869	x	86	=	13748,734
4	<i>Colocación de catéter</i>	104,869	x	86	=	9018,734
5	<i>Ventilación mecánica</i>	149,869	x	86	=	12888,734
	Jornada 8 horas laborales			480	T=	51973,67
	Tasa metabólica media ponderada en el tiempo					108,278 W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 86 minutos y 50 minutos de descanso durante 8 horas de jornada laboral.

**Tabla 28.***Iteración 4, para ciclos de tiempo de exposición de 84 minutos.*

<b>Tasa metabólica para un ciclo de tiempo</b>					
<b>Categoría</b>	<b>M</b> W/m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>Tiempo</b> Min	<b>=</b>	<b>Total</b>
1 <i>Valoración</i>	94,869	x	84	=	7968,996
2 <i>Sedoanalgesia</i>	94,869	x	84	=	7968,996
3 <i>Intubación</i>	159,869	x	84	=	13428,996
4 <i>Colocación de catéter</i>	104,869	x	84	=	8808,996
5 <i>Ventilación mecánica</i>	149,869	x	84	=	12588,996
Jornada 8 horas laborales			480	T=	50764,98
Tasa metabólica media ponderada en el tiempo					105,760 W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 84 minutos y 60 minutos de descanso durante 8 horas de jornada laboral.

**Tabla 29.***Iteración 5, para ciclos de tiempo de exposición de 82 minutos.*

<b>Tasa metabólica para un ciclo de tiempo</b>					
<b>Categoría</b>	<b>M</b> W/m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>Tiempo</b> Min	<b>=</b>	<b>Total</b>
1 <i>Valoración</i>	94,869	x	82	=	7779,258
2 <i>Sedoanalgesia</i>	94,869	x	82	=	7779,258
3 <i>Intubación</i>	159,869	x	82	=	13109,258
4 <i>Colocación de catéter</i>	104,869	x	82	=	8599,258
5 <i>Ventilación mecánica</i>	149,869	x	82	=	12289,258
Jornada 8 horas laborales			480	T=	49556,29
Tasa metabólica media ponderada en el tiempo					103,242 W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 82 minutos y 70 minutos de descanso durante 8 horas de jornada laboral.

**Tabla 30.***Iteración 6, para ciclos de tiempo de exposición de 80 minutos.*

**Tasa metabólica para un ciclo de tiempo**

	<b>Categoría</b>	<b>M</b> W/m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>Tiempo</b> Min	<b>=</b>	<b>Total</b>
1	<i>Valoración</i>	94,869	x	80	=	7589,52
2	<i>Sedoanalgesia</i>	94,869	x	80	=	7589,52
3	<i>Intubación</i>	159,869	x	80	=	12789,52
4	<i>Colocación de catéter</i>	104,869	x	80	=	8389,52
5	<i>Ventilación mecánica</i>	149,869	x	80	=	11989,52
Jornada 8 horas laborales				480	T=	48347,6
Tasa metabólica media ponderada en el tiempo						100,724 W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 80 minutos y 80 minutos de descanso durante 8 horas de jornada laboral.

**Tabla 31.**

*Iteración 7, para ciclos de tiempo de exposición de 78 minutos.*

<b>Tasa metabólica para un ciclo de tiempo</b>						
	<b>Categoría</b>	<b>M</b> W/m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>Tiempo</b> Min	<b>=</b>	<b>Total</b>
1	<i>Valoración</i>	94,869	x	78	=	7399,782
2	<i>Sedoanalgesia</i>	94,869	x	78	=	7399,782
3	<i>Intubación</i>	159,869	x	78	=	12469,782
4	<i>Colocación de catéter</i>	104,869	x	78	=	8179,782
5	<i>Ventilación mecánica</i>	149,869	x	78	=	11689,782
Jornada 8 horas laborales				480	T=	47138,91
Tasa metabólica media ponderada en el tiempo						98,206 W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 78 minutos y 90 minutos de descanso durante 8 horas de jornada laboral.

**Tabla 32.**

*Iteración 8, para ciclos de tiempo de exposición de 72 minutos.*

<b>Tasa metabólica para un ciclo de tiempo</b>						
	<b>Categoría</b>	<b>M</b> W/m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>Tiempo</b> Min	<b>=</b>	<b>Total</b>
1	<i>Valoración</i>	94,869	x	72	=	6830,568

2	<i>Sedoanalgesia</i>	94,869	x	72	=	6830,568
3	<i>Intubación</i>	159,869	x	72	=	11510,568
4	<i>Colocación de catéter</i>	104,869	x	72	=	7550,568
5	<i>Ventilación mecánica</i>	149,869	x	72	=	10790,568
Jornada 8 horas laborales				480	T=	43512,84

Tasa metabólica media ponderada en el tiempo 90,652 W/m<sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 78 minutos y 90 minutos de descanso durante 8 horas de jornada laboral.

**Tabla 33.**

*Relación del tiempo de ciclos de exposición y la tasa metabólica media ponderada en el tiempo*

<i>Tiempo de descanso</i>	<i>Ciclo de tiempo de trabajo</i>	<i>Tasa Metabólica media ponderada en el tiempo</i>
-	96	120,869 W/m <sup>2</sup>
30	90	113,315 W/m <sup>2</sup>
40	88	110,797 W/m <sup>2</sup>
50	86	108,278 W/m <sup>2</sup>
60	84	105,760 W/m <sup>2</sup>
70	82	103,242 W/m <sup>2</sup>
80	80	100,724 W/m <sup>2</sup>
90	78	98,206 W/m <sup>2</sup>
120	72	90,652 W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se determina el tiempo de descanso, los ciclos de tiempo de exposición y su tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ajustar al valor de Tasa Metabólica requerida para alcanzar un PMV=0,45 para un 90% de satisfechos.

Interpolación para determinar el ciclo de descanso necesario para ajustar el tiempo de exposición a temperaturas elevadas.

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0) \quad (2)$$

$x_0 = 103,242$	$y_0 = 70$
$x = 100,74$	$y = ?$
$x_1 = 100,724$	$y_1 = 80$

$$y = 70 + \frac{80 - 70}{100,724 - 103,242} (100,74 - 103,242)$$

$$y = 79.9365 \text{ minutos de descanso}$$

#### 6.3.4. Ajuste de la carga metabólica al porcentaje de satisfechos.

El valor obtenido de 100,74 W/m<sup>2</sup> será el valor necesario con el cual se deberá realizar la iteración del tiempo, ya que este valor de gasto metabólico requerido para ajustar y cumplir con un PMV de 0,45 el cual nos ofrecerá un porcentaje de satisfechos del 90%.

**Tabla 34.**

*Iteración final para un ciclo de tiempo de exposición de 80,0127 minutos para cada actividad.*

<b>Tasa metabólica para un ciclo de tiempo</b>					
<b>Categoría</b>	<b>M</b> W/m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>Tiempo</b> Min	<b>=</b>	<b>Total</b>
1 <i>Valoración</i>	94,869	x	80,0127	=	7590,724836
2 <i>Sedoanalgesia</i>	94,869	x	80,0127	=	7590,724836
3 <i>Intubación</i>	159,869	x	80,0127	=	12791,55034
4 <i>Colocación de catéter</i>	104,869	x	80,0127	=	8390,851836
5 <i>Ventilación mecánica</i>	149,869	x	80,0127	=	11991,42334
Jornada 8 horas laborales			480	T=	48355,275
Tasa metabólica media ponderada en el tiempo					100,740* W/m <sup>2</sup>

*Nota.* Se desarrolla el cálculo de la tasa metabólica media ponderada en el tiempo para ciclos de tiempo de 80,0127 minutos de trabajo para cada actividad y 79,9365 minutos de descanso durante 8 horas de jornada laboral. La cual se obtiene un valor de tasa metabólica media ponderada en el tiempo de 100,74 W/m<sup>2</sup>\*; la cual es Tasa Metabólica requerida para cumplir con un PMV de 0,45, el cual nos proporciona el 90% de satisfechos dentro de los ambientes laborales de las diferentes Unidades de cuidados intensivos.

#### 6.3.5. Definición del tiempo de exposición a temperaturas elevadas de los médicos para las Unidades de cuidados intensivos de los Hospitales del IESS de las ciudades de Riobamba, Ambato y Latacunga.

Se define los siguientes tiempos de exposición adecuados para las actividades realizadas con exposición a temperaturas elevadas y de descanso en una jornada laboral según los cálculos aplicados.

**Tabla 35.**

*Definición del tiempo de exposición a temperaturas elevadas.*



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL



## TIEMPOS DE EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS ELEVADAS

Investigadores: *Ing. Manolo Córdova*  
*Sr. José Luis Rodríguez*

Hospitales: *Riobamba-Ambato-Latacunga*

Objeto: *Determinar los tiempos de exposición a temperaturas elevadas de los médicos que laboran dentro de una Unidad de Cuidados Intensivos bajo el margen del Covid-19.*

Edad Promedio      Años      *37 años*

Ropa de trabajo:

- *Calzoncillos*
- *Calcetines largos*
- *Camisa manga corta*
- *Camiseta manga larga*
- *Pantalón ligero*
- *Mono de trabajo*
- *Zapatos suela delgada*
- *Guantes*
- *Gorra nylon*

Actividades y tiempos de exposición.

	Categoría	Tiempo de Exposición
1	<i>Valoración</i>	80
2	<i>Sedoanalgesia</i>	80
3	<i>Intubación</i>	80
4	<i>Colocación de catéter</i>	80
5	<i>Ventilación mecánica</i>	80
6	<i>Descanso</i>	80
	Total	480 minutos

*Nota.* Se define el tiempo de 80 minutos por ciclo o actividad con un total de 400 minutos de exposición a temperaturas elevadas y un tiempo de descanso de 80 minutos.

### ***6.3.6. Certificado de calibración del equipo de medición.***



CC-045-070322

FECHA: 07/03/2022

www.hes.com.ec

REV: 01

Señores:

**Descripción del equipo:** Medidor de estrés térmico**Fabricante:** REED Instruments**Modelo/Tipo:** R6200**N° de serie:** 130935W-001**Código asignado:** NO ESPECIFICA**Unidad de medida Temperatura:** °C**Resolución Temperatura:** 0,1°C**Rango Temperatura:** NO ESPECIFICA**1. Calibración:**

Descripción	Unidad	Patrón	Corrección	Incertidumbre
Temperatura sensor bulbo seco-punto1	°C	19,97	-0,2	0,90
Temperatura sensor bulbo seco-punto2	°C	25,02	-0,1	0,44
Temperatura sensor bulbo seco-punto3	°C	30,04	0,2	0,40
Temperatura sensor bulbo humedo-punto1	°C	17,60	-0,3	0,90
Temperatura sensor bulbo humedo-punto2	°C	23,71	0,4	0,44
Temperatura sensor bulbo humedo-punto3	°C	27,48	0,0	0,44
Temperatura sensor de globo humedo-punto1	°C	19,97	-0,1	0,90
Temperatura sensor de globo humedo-punto2	°C	25,02	-0,2	0,44
Temperatura sensor de globo humedo-punto3	°C	30,04	0,2	0,40
Temperatura sensor Punto de rocío - punto1	°C	18,10	0,4	0,90
Temperatura sensor Punto de rocío - punto2	°C	22,93	0,2	0,44
Temperatura sensor Punto de rocío - punto3	°C	26,75	0,1	0,44

**Nota:** La estimación de la incertidumbre se realizó en base al documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2,00$  con una probabilidad de 95,45 % para una prueba t de student.

Panamericana Norte Km. 16, calle Adolfo Flores, Cel.: 098 413 9882; 0987166794

	CC-045-070322	FECHA: 07/03/2022
	www.hes.com.ec	REV: 01

**2.- Nota Importante:**

Ninguna calibración preventiva tiene garantía (garantía solamente aplica para venta de equipos y mantenimiento, ninguno de los dos es objeto de esta oferta), la calibración solamente se limita a certificar el nivel de exactitud (incertidumbre y corrección) del equipo intervenido en el momento del ensayo o calibración sugerido por el proveedor, o algún parámetro aprobado por el SAE o su equivalencia.

Usted puede enviar los equipos/instrumentos de inmediato se apruebe la cotización, una vez en nuestro laboratorio la calibración se realizará en los siguientes 7 - 14 días hábiles.

**3. Firma técnico:**



  
 MANOLO ALEXANDER  
 CORDOVA SUAREZ  
 Manolo Alexander Córdova  
 Atentamente:  
 LABORATORIO&HES LAB&HES CIA. LTDA.

CC:/ AP