



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

TEMA:

**“ANÁLISIS Y MEDICIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO Y LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE APOYO PARA EL
LABORATORIO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI”**

Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor:

José Esteban Molina Cajas

Director:

Ing. Gustavo Plaza Tapia.

Tutor:

Lic. Susana Pallasco

Latacunga-Ecuador

2016

AUTORÍA

Yo, José Esteban Molina Cajas con CI.: 050251772-5, informo que los datos y resultados obtenidos en la investigación del presente trabajo de investigación **“ANÁLISIS Y MEDICIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO Y LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE APOYO PARA EL LABORATORIO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, son de exclusiva responsabilidad del autor.

José Esteban Molina Cajas

CI.: 050251772-5

CERTIFICACIÓN:

**HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI.**

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que el postulante Molina Cajas José Esteban, ha desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“ANÁLISIS Y MEDICIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO Y LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE APOYO PARA EL LABORATORIO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitado para presentarse al acto de defensa.

Latacunga,

EL DIRECTOR

.....
Ing. Gustavo Adolfo Plaza Tapia.

C.I. 0501761605

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Quiero hacer llegar mi agradecimiento a las personas que me han apoyado durante mis estudios, a mis padres que han sido el pilar fundamental durante el transcurso de esta etapa y han estado en los buenos y malos momentos, a mi familia, a la Universidad Técnica de Cotopaxi q me recibió en sus aulas como uno más de sus estudiantes, a mis maestros que en las aulas me han transmitido sus conocimientos y a la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A. q me abrió sus puertas para poder desarrollar esta investigación.

JOSÉ ESTEBAN.

DEDICATORIA

Esta tesis de grado está dedicada a todas las personas que necesiten hacer evaluaciones y estudios de Estrés Térmico, a estudiantes, profesionales y empresas que necesiten evaluar las condiciones de trabajo en sus procesos de producción para así evitar enfermedades profesionales en sus trabajadores.

JOSÉ ESTEBAN.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN:	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I.....	1
LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y LAS CONDICIONES DE CONFORT Y ESTRÉS TÉRMICO	1
1. Antecedentes generales de la seguridad industrial.....	1
1.1 Aspectos históricos de la seguridad industrial	2
1.2. Definiciones de confort y estrés térmico.....	5
1.2.1 Confort Térmico.....	5
1.2.2. Estrés térmico.....	8
1.3. Diferencias entre confort y estrés térmico	9
1.4. Tipos de estrés térmico.....	10
1.4.1. Estrés térmico por calor	10
1.4.2. Estrés térmico por frío.....	11
1.5. Factores que inciden en el estrés térmico.....	12
CAPÍTULO II	¡Error! Marcador no definido.
ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO.	¡Error! Marcador no definido.
2. Aspectos generales de la medición del estrés térmico.;	¡Error! Marcador no definido.
2.1 Metodología para el cálculo de estrés térmico.;	¡Error! Marcador no definido.

2.1.1. Descripción de los métodos para medir el estrés térmico.	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2 Instrumentos de medición.	¡Error! Marcador no definido.
2.2. Fórmulas para calcular el estrés térmico	¡Error! Marcador no definido.
2.3. Efectos que causa el estrés térmico en la salud ocupacional	¡Error! Marcador no definido.
2.4. Resultados de medición del estrés térmico aplicado en la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL y en el proceso de construcción del teatro universitario de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1 Instrumentos de investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2 Análisis e Interpretación de Resultados.	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3. Reseña histórica de CEDAL S.A.	¡Error! Marcador no definido.
2.4.4. Informe técnico de medición de estrés térmico en la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A. y en la construcción del teatro universitario de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III	¡Error! Marcador no definido.
PROPUESTA	¡Error! Marcador no definido.
3.1. Presentación	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Justificación.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3. Objetivos	¡Error! Marcador no definido.
3.4 Protocolo para mediciones de estrés térmico. .	¡Error! Marcador no definido.
3.5. Descripción y procedimiento de medición de estrés térmico.....	¡Error! Marcador no definido.
Marcador no definido.	
Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
Recomendaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1 Primeras organizaciones de defensa de los trabajadores.....	4
Tabla N° 1.2 Diferencias entre el confort y el estrés térmico.....	9
Tabla N° 1.3 Ejemplos de calor y frío en los animales.....	12
Tabla N° 2.1 Índices de estreses más importantes. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.2 Índices de confort más importantes. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.3 Especificaciones técnicas del medidor de estrés térmico. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.4 Resultados de la medición de estrés térmico en los puestos de trabajo del área de despachos ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.5 Resultados de la medición de estrés térmico en los puestos de trabajo del área de pintura ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.6 Resultados de la medición de estrés térmico en los puestos de trabajo del área de Anodizado ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.7 Resultados de la medición de estrés térmico en los puestos de trabajo del área de Extrusión (PRENSA I)..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.8 Resultados de la medición de estrés térmico en los puestos de trabajo del área de Extrusión (PRENSA II) ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.9 Resultados de la medición de estrés térmico en los puestos de trabajo de la construcción del teatro universitario de la Universidad técnica de Cotopaxi ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.10 Población en extrusión. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.11 Población en fundición. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.12 Pregunta N° 1 ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla N° 2.13 Pregunta N° 2 ¡Error! Marcador no definido.	

Tabla N° 2.14 Pregunta N° 3 **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N° 2.15 Pregunta N° 4 **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N° 2.16 Pregunta N° 5 **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N° 2.17 Pregunta N° 6 **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N° 2.18 Análisis e interpretación del resultado de la evaluación cualitativa de exposición al calor..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N° 2.19 Aplicación de evaluación cualitativa de exposición al calor. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N° 2.20 Tabla resumen de las mediciones tomadas en la empresa..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N° 2.21 Especificaciones técnicas del medidor de estrés térmico. **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Formas de intercambio de calor	6
Figura N° 1.2 Intercambio por conducción.....	6
Figura N° 1.3 Intercambio por convección	7
Figura N° 1.4 Intercambio por radiación	7
Figura N° 1.5 Intercambio por evaporación.....	8
Figura N° 2.1 Medidor de estrés térmico vista trasera; ¡Error!	Marcador no
definido.	
Figura N° 2.2 Medidor de estrés térmico vista lateral; ¡Error!	Marcador no
definido.	
Figura N° 2.3 Medidor de estrés térmico vista frontal; ¡Error!	Marcador no
definido.	
Figura N° 2.4 Mapa de monitoreo y medición de estrés térmico en CEDAL S.A.	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 2.5 Mapa de monitoreo y medición de estrés térmico en el teatro universitario de la Universidad Técnica de Cotopaxi; ¡Error!	Marcador no
definido.	
Figura N° 2.6 Pregunta N° 1	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 2.7 Pregunta N° 2	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 2.8 Pregunta N° 3	¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 2.9 Pregunta N° 4	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 2.10 Pregunta N° 5	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 2.11 Pregunta N° 6	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 2.12 Resultados de la evaluación cualitativa de exposición al calor	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 2.13 Ubicación geográfica	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 2.14 Operador de prensa “Extrusión” ..	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 2.15 Equipo de Medición	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

Hablar de estrés térmico, indiscutiblemente nos remite a las condiciones de frío o calor a las que están expuestos los trabajadores. El objetivo de este estudio estuvo orientado en la necesidad de proponer un protocolo de apoyo para el Laboratorio de Seguridad Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Este protocolo permitió establecer los pasos metodológicos y estandarizados que deben aplicarse al momento de medir las condiciones térmicas para el desempeño laboral.

Durante la investigación, se efectuó un estudio a la planta de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A., la misma que cuenta con varios procesos de producción en los que los trabajadores están expuestos a máquinas que generan elevadas temperaturas y que pueden ocasionar perjuicios a su integridad física y mental. Así como también en la construcción del teatro universitario de la Universidad Técnica de Cotopaxi en donde existen varios procesos en los que

interviene el calor y es importante indicar que sus trabajadores no están expuestos a riesgos en su salud durante su jornada laboral.

Con el apoyo del personal administrativo y técnico de la compañía, se realizaron encuestas y entrevistas y se desarrollaron capacitaciones respecto al manejo del estrés térmico. Como resultado de la validación de los referidos instrumentos, fue posible determinar las áreas donde se requería medir el estrés térmico de ciertos lugares de trabajo, encontrándose que las temperaturas en las áreas de producción estaban dentro de los límites permitidos para trabajos en calor. No obstante lo dicho anteriormente, considero necesario que a través del departamento médico, se haga un estudio del gasto metabólico basal, que permita determinar los tiempos de trabajo continuo en los lugares de trabajo.

ABSTRACT

Speaking of heat stress undoubtedly reminds us of the conditions of heat or cold to which workers are exposed. The main objective of this investigation was focused on the need to propose a protocol to support the Laboratory of Industrial Security at Universidad Técnica de Cotopaxi. This protocol contributed to establish the methodological and standardized steps that should be applied at the time of measuring the thermal conditions for labor performance.

During the investigation, a study was performed to the plant of the Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A., same that has several production processes in which workers are exposed to machines that generate high temperatures and can cause damage to their physical and mental integrity. As well as the construction of university theater of the Universidad Técnica de Cotopaxi where there are several

processes involved in heat and is important to note that workers are not exposed to health risks during their workday.

With the support of the administrative and technical staff of the company, surveys and interviews were conducted, and training was developed regarding the management of heat stress. The validation of these instruments made possible to determine the areas where it was required to measure the heat stress of certain workplaces, finding that temperatures in the production areas were within allowable limits for working in heat. Notwithstanding the above, I consider it is necessary to carry out a study of the basal metabolic rate through the medical department of the company, that allows to determine the time of continuous work in the workplaces.

INTRODUCCIÓN

“El estrés térmico por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan. Es decir, el estrés térmico por calor no es un efecto patológico que el calor puede originar en los trabajadores, sino la causa de los diversos efectos patológicos que se producen cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo”. (ARMENDARIZ , 2004)

Consecuentemente, la exposición constante a distintos niveles de temperatura provoca incomodidad a las personas, reduciendo por tanto la capacidad de concentración, lo que conlleva un mayor costo al momento de realizar una actividad específica, por lo que el estado ecuatoriano mediante decreto ejecutivo No 2393 denominado “REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO “en el Art. 54. Señala que “se regularán los períodos de actividad, de conformidad al (TGBH), índice de temperatura de Globo y Bulbo Húmedo, cargas de trabajo (liviana, moderada, pesada).” (FEBRES-CORDERO, 1986 pág. Art 54)

El Capítulo I, trata todo lo concerniente al marco teórico comenzando desde los conceptos básicos como son el confort térmico, estrés térmico, las magnitudes en las que se les puede representar, la medición, los tipos, de manera que se pueda establecer y comenzar desde lo más básico con la finalidad que el lector tenga claro los conceptos para que se pueda adentrar en este trabajo investigativo.

El Capítulo II, aborda la caracterización de la empresa, su misión y visión, el análisis de la encuesta y de la evaluación cualitativa de exposición al calor con los resultados obtenidos en la medición del estrés térmico en las distintas áreas de producción de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A.

En el Capítulo III, contiene el protocolo de apoyo para la medición del estrés térmico a ser utilizado en el laboratorio de Seguridad Industria de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Finalmente, se plantea conclusiones y recomendaciones resultantes de la presente investigación, así como la respectiva bibliografía que sirvió de fuente de consulta durante el desarrollo del presente trabajo.

CAPÍTULO I

LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y LAS CONDICIONES DE CONFORT Y ESTRÉS TÉRMICO

1. Antecedentes generales de la seguridad industrial

Cuando se habla de Seguridad Industrial se debe resaltar que este término, engloba un aspecto muy importante que las empresas deberían considerar vital, si acaso están en la búsqueda de establecer un sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo eficiente y exitoso, con lo cual se logrará beneficiar no solo al progreso de la compañía, sino que también se logrará cuidar la integridad de los trabajadores, ya que se tendrá la posibilidad de seguir las recomendaciones básicas no solo durante el desarrollo de las tareas cotidianas en el trabajo, sino también las que se desempeñen en el hogar, club, lugar de esparcimiento (BSI, 2007)

Conceptualmente a la seguridad industrial la definen como: “una disciplina que establece normas preventivas con el fin de evitar Accidentes y Enfermedades-Ocupacionales, causados por diferentes tipos de agentes”. (wordpress.com, 2013) Consecuentemente la seguridad industrial, constituye un área trascendental para una organización, pues en ella se contemplarán los lineamientos básicos de seguridad y salud, en que deban desarrollar sus actividades los trabajadores, por cuanto el no contar con las condiciones mínimas requeridas se estaría exponiendo a un elevado riesgo para la salud y seguridad del personal, producto de las excesivas condiciones de calor a las que en ciertos casos son sometidos.

En los tiempos actuales el confort térmico depende del calor producido por el cuerpo y de los intercambios térmicos entre el hombre y el medio ambiente. Consecuentemente el trabajo físico genera un calor extra que varía la temperatura normal del individuo el cual se elimina mediante la transpiración frente a un exceso de calor.

1.1 Aspectos históricos de la seguridad industrial

Con la breve descripción realizada sobre lo que deberá entenderse por seguridad industrial, considero pertinente comentar los avances históricos que esta disciplina ha logrado con el paso del tiempo.

La primera norma legal que contempla accidentes en la construcción fue el Código de Hamurabi (1792 – 1750 a. C.), rey de Babilonia. En Egipto las primeras muestras de lesiones musculo esqueléticas se detallan en los papiros médicos (1600 a.C.)

Si evocamos la antigua Grecia, el padre de la medicina Hipócrates realizó los primeros hallazgos referentes a la intoxicación por plomo (saturnismo), en el año 370 a.C. entre los obreros de las minas y fundiciones.

En la Edad Media comprendida entre el siglo V y XV, surgen las primeras manifestaciones de las agrupaciones de gremios, dando inicio al trabajo asalariado y su regulación, con el fin de evitar los accidentes de oficio.

En el siglo XIV, inicio la Seguridad e Higiene del Trabajo al asociarse artesanos europeos, quienes emitieron normas para proteger y regular sus profesiones.

Para el año 1608, surgen las primeras ordenanzas que estipulaban horarios de trabajo y se invocaba la obligación de velar por el perfecto estado de salud de los trabajadores.

Es el doctor Bernardo Ramazzini, médico italiano quien publicó en el año de 1713, un tratado de análisis de la medicina ocupacional donde se describe 52 enfermedades profesionales, siendo una de ellas la silicosis.

Con el establecimiento de las dos clases sociales: burguesía industrial (industriales) y el proletariado industrial (trabajadores), se da paso a grandes injusticias sociales, pues se conoce que los hijos de los obreros desde una muy corta edad eran obligados a trabajar en condiciones de total insalubridad.

Con la llegada de la llamada “Era de la Máquina” se comenzó a ver la necesidad de organizar la seguridad industrial en los centros laborales. La primera Revolución Industrial tuvo lugar en Reino Unido a finales del siglo XVII y principio del siglo XVIII, los británicos tuvieron grandes progreso en lo que respecta a sus industrias manuales, especialmente en el área textil; la aparición y uso de la fuerza del vapor de agua y la mecanización de la industria ocasionó un aumento de la mano de obra en las hiladoras y los telares mecánicos lo que produjo un incremento considerable de accidentes y enfermedades.

Los datos recopilados nos presentan fábricas en las que se puede apreciar que las dos tercera parte de la fuerza laboral eran mujeres y niños con jornadas de trabajo de 12 y 14 horas diarias y seria deficiencia de iluminación, ventilación y sanitaria. En esa época las máquinas operaban sin ningún tipo de protección y las muertes y mutilaciones ocurrían con frecuencia. En el año 1871 el 50% de los trabajadores moría antes de cumplir los 20 años de edad debido a las pésimas condiciones de trabajo.

En el siglo XIX, en los Estados Unidos de América las fabricas se encontraban en rápida y significativa expansión, al mismo tiempo se incrementaban los accidentes laborales. En 1867, comienzan a prestar servicio en Massachusetts los inspectores industriales o fabriles. En 1877 se promulga la primera Ley que obliga resguardar toda maquinaria peligrosa. Más tarde, se realizan esfuerzos para establecer responsabilidades económicas al respecto.

En 1883 se pone la primera piedra de la seguridad industrial moderna cuando en París se establece una firma que asesora a los industriales. Pero es en este siglo que el tema de la seguridad en el trabajo alcanza su máxima expresión al crearse la Asociación Internacional de Protección de los Trabajadores. En la actualidad la OIT, Oficina

Internacional del Trabajo, constituye el organismo rector y guardián de los principios e inquietudes referente a la seguridad del trabajador.

De este breve repaso en la historia, sobre la seguridad industrial el Ecuador no ha podido estar al margen, pues a raíz de su independencia el 10 de agosto de 1809, se iniciaron cambios importantes en las regiones de la Costa que puso especial énfasis al sector agro – exportador (banano y cacao) y en la Sierra con el apareamiento de grandes espacios de tierra denominadas haciendas. Precisamente estas actividades derivaron en la necesidad de contratar trabajadores, quienes fueron víctimas de explotación con extensas horas de trabajo que llegaban a ser hasta de catorce por día, condiciones precarias de trabajo, problemas de salud tales como: parasitismo, anemia y el paludismo, sin contar con los constantes abusos físicos de los que eran objeto que derivaban en lesiones físicas. Las primeras organizaciones de defensa a los trabajadores y los primeros indicios de normativa las resumo en el siguiente cuadro:

Tabla N° 1.1 Primeras organizaciones de defensa de los trabajadores.

AÑO	DENOMINACIÓN
1887	Beneficencia Estatal y Municipal, actualmente denominada Junta de Beneficencia de Guayaquil
1892	Sociedad Artística e Industrial de Pichincha en Quito
1892	Sociedad de Amantes del Progreso
1909	Primer Congreso Obrero en el que se analizó los accidentes del trabajo y se planteó el pago de indemnizaciones por los accidentes de trabajo
1913	En Guayaquil se plantea un proyecto de Ley el cual prevé el cobro a los empleadores en caso de surgir un accidente laboral, el cual obedeció a los elevados índices de fallecidos en la construcción del ferrocarril.
1921	Ley de Accidentes de Trabajo
1928	Se crea el Instituto de Pensiones actualmente Instituto de Seguridad Social (IESS)
1935	Ley de Sanidad y aparece el Servicio Sanitario Nacional
1944	Confederación de Trabajadores del Ecuador (CTE)

Elaborado por: Esteban Molina

Es el año de 1986 que mediante Decreto Ejecutivo No. 2393, se expide el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, él recogió entre otros aspectos la necesidad de que los trabajadores cuenten con ropa de trabajo adecuada.

Como ya lo deje señalado en líneas anteriores, el país no ha podido estar al margen de una realidad que debe ser asumida con gran responsabilidad por parte de los empleadores,

a quienes les compete generar el marco legal de protección, pero del otro lado está también la obligación que tienen los trabajadores de acatar las disposiciones inherentes a la seguridad industrial.

1.2. Definiciones de confort y estrés térmico

1.2.1 Confort Térmico

Al respecto puedo mencionar algunas definiciones:

- El confort térmico depende del calor producido por el cuerpo y de los intercambios entre el hombre y el medio ambiente. Consecuentemente el trabajo físico genera un calor extra que varía de la temperatura normal del individuo el cual se elimina mediante la transpiración frente a un exceso de calor.
- “El confort térmico depende de varios parámetros globales externos, como la temperatura del aire, la velocidad del mismo y la humedad relativa, y otros específicos internos como la actividad física desarrollada, la cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo”. (Mexico, 2011)
- El Confort térmico se puede definir como la sensación de bienestar que se experimenta cuando la permanencia en un ambiente determinado no exige esfuerzos desmesurados a los mecanismos de que dispone el organismo para mantener la temperatura interna en 37° C. Para estar térmicamente confortables depende de tres aspectos: de las condiciones ambientales, de la actividad física y del tipo de vestido que utilizemos.
- “Se denomina Confort Térmico cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son agradables confortables en referencia a actividad que desarrollan es decir las personas no experimentan sensación de calor ni de frío.” (INSHT, 2014)

Por las definiciones dadas, se colige que el ambiente es capaz de influir en nuestra sensación de confort y sí nos encontramos en la temperatura adecuada y contamos con la

vestimenta pertinente podremos manejar de forma adecuada lo que ya en hemos definido en líneas anteriores.

Tipos de intercambio de calor que inciden en el confort térmico

➤ **Formas de intercambio de calor**

Existen varios tipos de Intercambio de calor, tal como se describe en la figura 1 que inciden en el confort térmico.

Figura N° 1.1 Formas de intercambio de calor

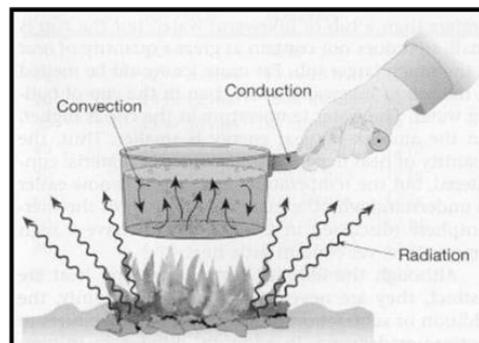


Fuente: Álvarez, Mayo 2014

➤ **Intercambio por conducción**

Tiene lugar cuando la transferencia de calor se realiza a través de sólidos o fluidos que no están en movimiento, el proceso recibe el nombre de conducción.

Figura N° 1.2 Intercambio por conducción



Fuente: Álvarez, Mayo 2014

➤ **Intercambio por convección**

Se produce a través de la piel y el aire que lo rodea. El cuerpo pierde calor por convección cuando la temperatura de la piel es superior a la del aire que lo rodea y viceversa.

Figura N° 1.3 Intercambio por convección



Fuente: Álvarez, Mayo 2014

➤ **Intercambio por radiación**

Se produce entre la piel y los objetos que rodean el cuerpo en forma de rayos infrarrojos, el cuerpo pierde calor cuando la temperatura de la piel es superior a la temperatura media que lo rodea.

Figura N° 1.4 Intercambio por radiación



Fuente: Álvarez, Mayo 2014

➤ **Intercambio por evaporación**

El intercambio por evaporación se produce entre la piel y el aire mediante la evaporación del sudor.

Figura N° 1.5 Intercambio por evaporación



Fuente: Álvarez, Mayo 2014

1.2.2. Estrés térmico

El estrés térmico se lo puede definir de la siguiente manera:

- “El estrés térmico por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan. Es decir, el estrés térmico por calor no es un efecto patológico que el calor puede originar en los trabajadores, sino la causa de los diversos efectos

patológicos que se producen cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo”.
(ARMENDARIZ , 2004)

- “El estrés térmico por calor es la carga de calor que los trabajadores y trabajadoras reciben y acumulan en su cuerpo por la interacción entre las condiciones ambientales (temperatura, radiaciones, velocidad del aire y humedad) de su lugar de trabajo, la actividad física que realizan, y la ropa que llevan.” (ARMENDARIZ , 2004)
- “El estrés térmico independientemente de si es moderado o severo logra manifestaciones en el cuerpo humano como señales de alerta, situación que conduce a poner en marcha mecanismos de termorregulación como defensa para eliminarlos.” (SGS, 2008)

Con base a estas definiciones el estrés térmico está asociado con las condiciones ambientales, el calor corporal, condiciones trabajo y vestimenta, generando una acción térmica, que causa afectación en su salud física y mental.

“La valoración del confort y del estrés térmico es de mayor importancia cada día, un ambiente térmico inadecuado causa reducciones de los rendimientos físicos y mental y por lo tanto de la productividad; provoca irritabilidad, incremento de la agresividad, de las distracciones, de los errores, incomodidad al sudar o temblar, aumento o disminución de la frecuencia cardiaca, etc.; lo que repercute negativamente en la salud e incluso, en situaciones límite, puede desembocar en la muerte”. (MONDELO, 1995 pág. 11)

1.3. Diferencias entre confort y estrés térmico

Con base en las definiciones contempladas en líneas anteriores, las diferencias que surgen entre el confort y estrés térmico son las que a continuación menciono:

Tabla N° 1.2 Diferencias entre el confort y el estrés térmico.

CONFORT TÉRMICO	ESTRES TÉRMICO
Sensación de bienestar, cuando la permanencia en un lugar no demanda esfuerzos físicos.	Carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo.
Temperatura adecuada y contamos con la vestimenta pertinente.	Interacción entre las condiciones ambientales (temperatura, radiaciones, velocidad del aire y humedad) de su lugar de

	trabajo, la actividad física que realizan, y la ropa que llevan.
Temperatura y movimientos de aire agradable	Situación de incomodidad e insatisfacción

Elaborado por: Esteban Molina

1.4. Tipos de estrés térmico

La tratadista Pilar Armendáriz, señala: “Al trabajar en condiciones de estrés térmico, el cuerpo del individuo se altera. Sufre una sobrecarga fisiológica, debido a que, al aumentar su temperatura, los mecanismos fisiológicos de pérdida de calor (sudoración y vasodilatación periférica, fundamentalmente) tratan de que se pierda el exceso de calor.

La intensidad del estrés térmico y la gravedad de sus efectos dependen de la intensidad de los tres factores que lo determinan y, lógicamente, será mayor cuando se sumen los tres, como puede ocurrir, sobre todo en verano, en algunos trabajos al aire libre (agricultura, construcción, etc.); también a lo largo de todo el año o gran parte del mismo en sitios cerrados o semicerrados, donde el calor y la humedad son inherentes al proceso de trabajo, como fundiciones, hornos, ladrilleras, conserveras, en los trabajos de emergencias en invernaderos, etc.”

En consecuencia la gravedad del estrés térmico, dependerá de la concurrencia de los factores que lo provocan, y se ha clasificado en dos tipos: estrés térmico por calor y estrés térmico por frío, los cuales serán analizados a continuación.

1.4.1. Estrés térmico por calor

“El calor es una forma de energía muy frecuente en diferentes actividades laborales, bien sea por la generación del mismo en el propio proceso productivo o bien porque las condiciones climatológicas propias de estaciones calurosas lo aportan de forma natural. Como tal fuente de energía es capaz bajo determinadas circunstancias, de ocasionar situaciones laborales adversas para los trabajadores, pudiendo llegar incluso a poner en

grave riesgo la salud de los mismos.” (PÉREZ, Diciembre 2010)

Por lo tanto se entenderá que el estrés térmico por calor, causará diversos tipos de riesgos y consecuente afectación a los trabajadores, cuya manifestación puede ser inmediata, paulatina y provocar situaciones irreversibles.

Cuando existe demasiado calor corporal los efectos que se producen son:

- Acumulación de calor en el cuerpo.
- Se activan los mecanismos de termorregulación fisiológica (sudoración excesiva).
- Incremento del flujo de la sangre.

El sudor excesivo constituye sin lugar a dudas, uno de los mayores inconvenientes pues esto representa una pérdida sustancial de cloruro de sodio, causando de esta manera deshidratación e incrementando la frecuencia cardíaca, siendo necesario que el personal pueda acceder a fuentes de hidratación (agua potable).

1.4.2. Estrés térmico por frío

“Se recomienda evaluar el riesgo de estrés térmico por frío cuando la temperatura de los lugares de trabajo es inferior a 10 °C y especialmente en los trabajos que, por las características del proceso y las operaciones a desarrollar, se tengan que realizar en ambientes fríos.” (PÉREZ, Diciembre 2010)

Para efectuar la evaluación del estrés por frío, los datos de partida son las medidas ambientales de temperatura, velocidad del aire, humedad, radiación y la estimación de la carga metabólica de enfriamiento general del cuerpo como de enfriamiento local de ciertas partes del cuerpo, como por ejemplo las extremidades y la cara.

El método que se aplica para la medición del estrés térmico por frío es el Índice Experimental WCI.

1.5. Factores que inciden en el estrés térmico

La doctrina señala varios factores que intervienen en el estrés térmico y así puedo enlistar los siguientes:

a) Sexo

El hombre muestra mayor facilidad que la mujer para soportar temperaturas elevadas y sobrecarga calórica, la disminución en la capacidad cardiovascular de la mujer hace que se aclimate durante un periodo mas largo de tiempo, la temperatura de la piel, la capacidad evaporativa y su metabolismo son ligeramente inferiores de las de los hombres, por lo tanto el hombre mostrará mayor resistencia a la sobrecarga calórica.

b) Constitución Corporal.

La constitución corporal es otro aspecto significativo dentro de los factores que inciden en el estrés térmico, así tenemos el caso: del elefante y el ratón:

Tabla N° 1.3 Ejemplos de calor y frio en los animales.

Calor	Frio
 A photograph showing two adult elephants and a calf in a savanna environment. They are standing near a small pool of water. The background shows a dry landscape with some trees under a blue sky with light clouds.	 A close-up photograph of a brown mouse eating. The mouse is positioned in a snowy or icy environment, with its mouth open and food visible. The background is dark and out of focus.

Fuente: Enciclopedia Ilustrada Circulo

Como vemos en la gráfica que antecede, la constitución corporal del elefante hace que este sienta más calor y requiera constantemente ducharse con su trompa, en cambio el ratón por su pequeño tamaño sufre de frío, requiriendo alimentarse constantemente, para conservar una elevada producción metabólica y no morir de frío.

Lo mismo ocurre con las personas, así quien tiene una complexión corpulenta se coloca en condición de desventaja en ambientes cálidos pero en ventaja en los ambientes fríos, frente a las personas menos corpulentas, esto se debe a que la producción de un cuerpo es proporcional a su volumen (W/m^3), mientras que la disipación es proporcional a la superficie (W/m^2), por lo que, a medida que aumenta el tamaño corporal la relación superficie-volumen se hace cada vez menor, dado que la superficie crece con el cuadrado de sus medidas y el volumen crece al cubo.

c) Edad

Con el pasar de los años, los mecanismos termorreguladores del organismo se hacen menos productivos, la frecuencia cardíaca máxima y la capacidad de trabajo físico disminuyen, y la producción de calor metabólico correspondiente a una determinada cantidad de trabajo aumenta poco o nada con la edad.

En ambientes muy calurosos, las personas de mayor edad encuentran dificultades para disipar la carga calorífica en relación con los jóvenes, esto se debe a un retraso en la respuesta de sudoración, que se muestra lenta, y a una disminución de la capacidad de disipar calor, dando como resultado un almacenamiento superior de calor durante la actividad, y un aumento de tiempo necesario para la recuperación.

d) Etnia

Las diferencias étnicas frente al calor son sumamente sutiles y no se ha podido comprobar que el color de la piel tenga efectos importantes en la absorción de las radiaciones infrarrojas. Por otra parte cuando sujetos nórdicos, por ejemplo, se exponen por primera vez a los climas calurosos del trópico sus organismos sufren notablemente, hasta que se

aclimaten, por lo que seguramente las diferencias se deban más a problemas de aclimatación.

e) Vestimenta.

Un factor muy importante es la vestimenta porque esta actúa como frontera que amortigua o incrementa la transmisión de los efectos climáticos entre el ambiente térmico y la persona. La ropa crea una capa protectora ante el calor radiante del sol o de un horno y en caso de frío limita el contacto de la piel con el frío, creando colchón de aire caliente entre el aire frío y la piel.

f) Aclimatación al Calor

La adaptación a condiciones climáticas calurosas dura entre 7 y 14 días, de exposición a las mismas. Pero ninguna aclimatación puede garantizar que una persona esté totalmente protegida en situaciones extremas. Cuando una persona inicialmente se expone a un ambiente caluroso, se manifiesta en ella una tensión calórica mayor a la que presenta una persona ya aclimatada a este tipo de ambiente, su temperatura corporal y su frecuencia cardíaca sufren aumentos rápidos y muy pronunciados, y presentan malestares que pueden llegar a ser muy severos y hasta alcanzar situaciones de angustia.