



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

## Programa de Posgrados en Riesgos Laborales

**EVALUACIÓN DEL DISCONFORT TÉRMICO POR FRÍO PARA EL  
MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE LABORAL EN LA SALA DE CONTROL  
(BÚNKER).**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

**GESTIÓN DE RIESGOS: SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE**

Tesis de grado previo a la obtención del título de  
Magister en Gestión de Riesgos, Mención Prevención de  
Riesgos Laborales

Autor: Ing. Lorena Macias Aveiga

Asesor: Mgt. Fausto Rovalino Tello

Esmeraldas, Ecuador, enero 2021

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por los reglamentos de grado de la PUCESE previo a la obtención del título de Magíster en Gestión de Riesgos, mención Prevención de Riesgos Laborales.

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

**Tema: “Evaluación del disconfort térmico por frio para el mejoramiento del ambiente laboral en la sala de control (búnker)”.**

**Autor: Lorena Monserrate Macias Aveiga**

**Mgt. Fausto Rovalino Tello**  
**ASESOR DE TESIS**

f. \_\_\_\_\_

**Mgt. Marc Grob**  
**LECTOR 1**

f. \_\_\_\_\_

**Mgt. Xavier Quiñonez Ku**  
**LECTOR 2**

f. \_\_\_\_\_

**Mgt. Luis Hidalgo Solórzano**  
**COORDINADOR DE POSGRADOS**

f. \_\_\_\_\_

**Mgt. Alex Guashpa Gómez**  
**SECRETARIO GENERAL PUCESE**

f. \_\_\_\_\_

**Esmeraldas, Ecuador, enero 2021**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo, Lorena Monserrate Macias Aveiga, portadora de la cedula de ciudadanía No. 0802949594 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo la obtención del título de Magister en Gestión de Riesgos, Mención Prevención de Riesgos Laborales son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

---

**Ing. Lorena Monserrate Macias Aveiga**  
**CI. 0802949594**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Evaluación del discomfort térmico por frío para el mejoramiento del ambiente laboral en la sala de control (Búnker)**”, para la obtención al título de Magister en Gestión de Riesgos, Mención Prevención de Riesgos Laborales fue desarrollado por Lorena Monserrate Macias Aveiga, bajo mi dirección y supervisión; en la Dirección General de Postgrados y cumple los requisitos de calidad, originalidad y presentación exigibles y que se han incorporado las sugerencias del tribunal, al trabajo de grado.

---

**Mgt. Fausto Rovalino Tello**  
**CI. 1704065638**  
**ASESOR DEL PROYECTO**

## **DEDICATORIA**

A mi amado Dios, mi Creador que, sin él, nada podría haber logrado. Que me dado las fuerzas necesarias para seguir adelante en la vida y siempre contar con su divina protección.

A mis queridos hijos, mis chicos bellos que han tenido la paciencia, el tiempo y sobre todo el amor para apoyarme y fortalecerme en este reto que emprendimos juntos.

A mis apreciados padres Gregorio Macias y Maria Elena Aveiga, por el empuje, aliento y esfuerzo que me han permitido avanzar en este camino llamado vida; por enseñarme el sentido de responsabilidad y compromiso personal.

A mis hermanos, Ana Maria y Sergio, quienes forman parte de mi vida y me han alentado a seguir adelante.

Lorena M. Macias A.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por la vida y todas sus bendiciones derramadas, por acompañarme en todo momento.

A mis chicos bellos, por estar siempre a mi lado y recibir su incondicional y apreciado apoyo.

A mis Padres, hermanos, familiares y amigos por su apoyo siempre constante.

A mi compañero de vida, por su especial soporte y respaldo transmitido.

A la EP PETROECUADOR, por su contribución y aporte en la realización de este proyecto.

A la Universidad Católica del Ecuador, por su excelencia académica.

A mi Asesor de Tesis Ing. Fausto Rovalino, por su apreciable aporte y sugerencias en la realización de este proyecto.

A todos mis profesores de la Maestría en Gestión de Riesgos, Mención Prevención de Riesgos Laborales, por su valiosa enseñanza en mi crecimiento profesional.

Lorena M. Macias A.

“Evaluación del disconfort térmico por frío para el mejoramiento del ambiente laboral en la sala de control (Búnker).”

## **RESUMEN**

La presente investigación en la sala de control del BUNKER, evalúa el efecto del disconfort térmico en una muestra tomada de 54 trabajadores. Las mediciones se realizaron en la sala de control del turno 1 (11:00 p.m. – 07:00 a.m.), por presentar condiciones ambientales y fisiológicas más vulnerables al frío a los operadores, por consiguiente el estrés térmico se evaluó mediante los métodos del WBGT, IREQ y el método de FANGER, dichos valores junto a los datos recolectados en una encuesta aplicada a los mismos trabajadores, permitió relacionar las condiciones de temperatura del puesto de trabajo con el confort o disconfort que representa las temperaturas en el trabajador de la sala de control. La jornada laboral de los tableristas corresponden a un tiempo de 8 horas en la sala de control, los mismos que realizan funciones de monitoreo y control de las variables de los procesos de las diferentes áreas operativas. Cabe señalar que la actividad física desarrollada de los trabajadores de la sala de control representa un 83% en trabajo sedentario (reposado), lo cual representa un factor que favorece que el trabajador tenga una sensación térmica diferente a la que existe en un ambiente de trabajo normal (administrativo y operativo), el segundo factor predominante son las condiciones ambientales en las que se encuentran realizando sus actividades como la temperatura, humedad entre otras. Por otra parte, la ropa de trabajo es otro factor de análisis, para la actividad física desarrollada en la sala de control. Todas estas variables influyen en los intercambios térmicos a los que están expuesto los operadores en el entorno. Como resultado se encontró que no existe estrés térmico por frío en el área evaluada, sin embargo, existe valores bajos de disconfort térmico causando de esta manera la sensación de malestar del confort térmico al momento de realizar sus actividades laborales.

**Palabras Claves:** Disconfort térmico, trabajo en bajas temperaturas, sensación térmica.

“Evaluation of cold thermal discomfort for the improvement of the work environment in the control room (Bunker).”

## ABSTRACT

The present investigation in the control room of the BUNKER, evaluates the effect of thermal discomfort in a sample taken from 54 workers. The measurements were made in the control room of shift 1 (11:00 pm - 07:00 am), as it presented environmental and physiological conditions more vulnerable to cold to the operators, therefore thermal stress was evaluated using the WBGT methods, IREQ and the FANGER method, these values together with the data collected in a survey applied to the same workers, made it possible to relate the temperature conditions of the workplace with the comfort or discomfort represented by the temperatures in the worker in the workplace. control. The panelists' working hours correspond to 8 hours in the control room, who perform monitoring and control functions of the variables of the processes in the different operating areas. It should be noted that the physical activity carried out by the workers in the control room represents 83% in sedentary work (resting), which represents a factor that favors the worker having a thermal sensation different from that which exists in a work environment normal (administrative and operational), the second predominant factor is the environmental conditions in which they are carrying out their activities such as temperature, humidity among others. On the other hand, work clothes are another analysis factor for physical activity carried out in the control room. All these variables influence the heat exchanges to which operators are exposed in the environment. As a result, it was found that there is no cold thermal stress in the evaluated area, however, there are low values of thermal discomfort, thus causing the sensation of thermal comfort discomfort at the time of carrying out their work activities.

**Descriptors:** Thermal discomfort, work at low temperatures, thermal sensation.

## INDICE GENERAL

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD.....	iii
CERTIFICACION.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
TITULO EN INGLES.....	viii
ABSTRACT.....	viii
INDICE.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xi
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1. Presentación del Tema de Investigación.....	13
1.2. Planteamiento del problema.....	14
1.3. Justificación.....	17
1.4. Objetivos Generales y Especificos.....	18
<b>2. MARCO TEORICO</b>	
2.1. Fundamentación Teórico - Científica.....	20
2.1.1. Variables que determinan el ambiente térmico .....	22
2.2. Evaluación del Ambiente Térmico.....	23
2.3. Mecanismo de Termorregulación .....	33
2.4. Confort Térmico .....	35
2.4.1. Principios de Confort Térmico .....	38
2.4.2. Tipos de Estrés por Frio .....	39
2.5. Metabolismo .....	41
2.6. Antecedentes.....	43
2.7. Marco Legal.....	46
<b>3. METODOLOGIA</b>	
3.1. Tipo de Estudio.....	49

3.2.	Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables.....	50
3.3.	Población y Muestra.....	51
3.4.	Selección de Métodos para evaluación del ambiente laboral .....	53
3.5.	Caracterización del puesto de trabajo .....	55
3.6.	Técnicas e Instrumentos.....	56
3.6.1.	Instrumentación.....	56
3.6.2.	Armado del Equipo y Sondas de Temperatura .....	57
3.7.	Análisis de Datos .....	58
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b>	
4.1.	Desarrollo del Estudio y Evaluación .....	59
4.1.1.	Encuestas Realizadas .....	59
4.2.	Mediciones.....	65
4.3.	Calculo Índice WBGT.....	67
4.4.	Calculo Índice IREQ .....	70
4.5.	Calculo de Discomfort Térmico por el Método Fanger .....	72
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1.	Conclusiones.....	77
6.2.	Recomendaciones.....	78

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de recomendaciones – métodos .....	32
Tabla 2. Ambiente térmico .....	34
Tabla 3. Efectos de la temperatura .....	37
Tabla 4. Nivel de ropa .....	39
Tabla 5. Operacionalización de la variable desconfort térmico por frio.....	50
Tabla 6. Áreas de la Empresa.....	52
Tabla 7. Selección de métodos .....	54
Tabla 8. Fases – desarrollo de estudio .....	54
Tabla 9. Descripción - Tarea.....	56
Tabla 10. Turno 1 .....	66
Tabla 11. Turno 2 .....	66
Tabla 12. Turno 3 .....	66
Tabla 13. Evaluación de riesgo por estrés térmico .....	69
Tabla 14. Índice de Clo .....	71
Tabla 15. Iclr .....	71

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valores límite del índice WBGT (ISO 7243) .....	27
Figura 2. Escala numérica de sensación térmica usada por Fanger.....	30
Figura 3. Porcentaje previsto de insatisfechos (PPD) en relación al voto medio Previsto (PMV).....	31
Figura 4. Confort térmico.....	38
Figura 5. Efectos del frio.....	40
Figura 6. Tipos de estrés térmico.....	41
Figura 7. Tasa metabólica .....	42
Figura 8. Ubicación de la Empresa.....	51
Figura 9. Ubicación - Bunker .....	52
Figura 10. Puesto de trabajo – Actividad.....	55

Figura 11. Armado del equipo y sondas de Temperatura.....	57
Figura 12. Armado de sonda – Temperatura globo.....	57
Figura 13. Armado de sonda – Temperatura de bulbo húmedo.....	57
Figura 14. Genero.....	60
Figura 15. Edad.....	60
Figura 16. Estatura. ....	61
Figura 17. Peso.....	61
Figura 18. Nacionalidad.....	62
Figura 19. Sensación térmica.....	62
Figura 20. Actividad física desarrollada.....	63
Figura 21. Características de la ropa.....	63
Figura 22. Confort térmico – horas de trabajo.....	64
Figura 23. Ingesta de comida.....	64
Figura 24. Sala de Control – Bunker.....	65
Figura 25. Resultados obtenidos WBGT.....	67
Figura 26. Valores límites de WBGT.....	69
Figura 27. Valores de IREQ.....	70
Figura 28. Resultado método Fanger.....	73
Figura 29. Valores de Referencia – Método Fanger.....	73

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

# CAPITULO I

## 1. Introducción:

### 1.1. Presentación del Tema

El confort térmico tiene que ver con la sensación térmica que tiene un trabajador al interior de un espacio determinado. En el mundo la búsqueda de la calidad referente al confort térmico dentro de los espacios de trabajo, edificios u oficina, cada vez va ganando terreno a nivel mundial, es por ello que corresponde a una necesidad de crear, diseñar o mejorar espacios confortables para obtener una excelente productividad en el ambiente laboral de los trabajadores o usuarios.

Al principio de los orígenes de la civilización, la humanidad ha tenido que desarrollar medios naturales de adaptación a las condiciones térmicas de su entorno.

Así mismo, es preciso señalar que el hombre viene desde la antigüedad investigando la manera de crear un ambiente térmicamente cómodo, agradable para realizar sus actividades ya que es uno de los parámetros más importantes que es considerado al momento del diseño y estructura de su lugar de trabajo.

“En el ámbito laboral hay numerosos empleos que implican la realización de tareas en ambientes fríos, de origen natural o artificial, lo cual puede generar riesgos más o menos graves para la salud. Las bajas temperaturas en el trabajo pueden ocasionar desde incomodidad, problemas musculoesqueléticos, deterioro de la ejecución física y manual de las tareas, a congelación en los dedos de las manos y los pies, mejillas, nariz y orejas (enfriamiento local del cuerpo), hasta la hipotermia, que es la consecuencia más grave. Ésta se produce cuando el cuerpo pierde más calor del que puede generar y la temperatura empieza a descender por debajo de los 35° C. Cuando esto ocurre, si no se facilita el tratamiento oportuno, la persona afectada puede sufrir desde un desvanecimiento a un paro cardíaco, hasta entrar en un estado de coma o morir”. (Mendoza, 2007)

Para la correcta evaluación del confort térmico en un ambiente laboral, es necesario valorar aspectos fundamentales que contribuyen a la sensación de confort, entre las cuales son: la temperatura del aire, la temperatura de las paredes y objetos que nos rodean, la humedad del aire, la actividad física, la clase de vestido y la velocidad del aire.

Todo ambiente térmico que provoque tensiones en la persona que activen sus mecanismos de defensas naturales para mantener su temperatura interna dentro de su intervalo normal, constituye una sobrecarga, estas sobrecargas térmicas (por calor o frío) provocan en el hombre las tensiones térmicas.

Se considera, que se produce confort térmico ambiental cuando no existe ningún tipo de incomodidad térmica, por tanto, no sentimos ni frío ni calor; “esta sensación es definida como la ausencia de irritación o malestar térmico” (Anguita et al., 2016)

Naturalmente, existen varias metodologías, procedimientos y controles para adquirir o mantener un ambiente térmico donde el individuo no esté expuesto a posibles riesgos físicos por frío, lo que conlleva a que el confort térmico sea un elemento fundamental en cualquier actividad del ser humano. Por lo tanto, todo espacio físico donde se desarrollen actividades laborales, debe mantener un confort térmico que brinde condiciones adecuadas y seguras debe mantener a fin de evitar una mala concentración, incidentes/accidentes y enfermedades profesionales que pueden verse reflejadas por temperaturas altas o bajas. En el caso del frío, las enfermedades cardiovasculares aumentan al estar expuestos a bajas temperaturas constantemente.

## **1.2. Planteamiento del Problema:**

Conforme a la información adquirida mediante diálogo con el Supervisor de Instrumentación y Automatización en base a la situación térmica que sienten los operadores de la sala de control Bunker, se ostenta una breve síntesis de los mecanismos técnicos que se enmarcan en este escenario.

Los instrumentistas utilizaban cartillas que mostraban las variables de los procesos como: temperatura, presión, etc.); estos equipos eran de diseño tipo mecánico conformado de piñones, eslabones, levas, etc.

En el año de 1993, se implementa la primera instrumentación electrónica en las áreas de Catalíticas I – FCC (Craqueo Catalítico Fluido) y Utilidades, fueron los primeros controladores electrónicos de marca FOXBOROS - LINEA 76. Para el año de 1994, en el área de Setria se instala el primer sistema DCS (Sistema de Control Distribuido) FOXBORO AI, el cual se utilizaba para el sistema de BLENDING que consiste en un sistema de mezclas de naftas para la obtención de un producto terminado, junto a este sistema se instaló el WORK STATION en la caseta/área de SETRIA B, posteriormente se realiza la ampliación en el año 1995, donde se construyó las áreas de Catalíticas II, Catalíticas III: HDS, planta de Azufre, planta de Nitrógeno entre otras, además de otros circuitos en el área de Efluentes, Estaciones Subeléctricas y se construye el Edificio BUNKER, con las siguientes distribuciones.

- Parte baja: Se instaló el gabinete MARSHALLING, donde se instala el sistema DCS marca HONEYWELL, modelo TDC 3000; donde se unifica todo el sistema de control de la Planta Industrial: Cables, tableros y controladores electrónicos de las diferentes áreas de procesos.
  
- Parte alta: se instala el WORK ESTACIÓN, para el operador (tablerista).  
Este sistema de, necesita una interface entre el work station y los controladores los cuales son los servidores fabricados y personalizados por HONEYWELL este software cumple con el objetivo de monitorear y controlar automáticamente las variables de los procesos como: temperatura, presión, nivel, flujos y de manera analítica como: PH, oxígeno, NOX, CO, CO2, etc.) de que pueda analizar todas las variables.

Una vez instalados los equipos, las especificaciones técnicas de la guía de Honeywell indica que deben tener una climatización de temperatura y humedad adecuada de manera que no afecte el funcionamiento de la instrumentación electrónica, por esta razón los españoles instalaron aire acondicionado de sistema normal on/off de aproximadamente 300.000 BTU, este sistema no era el más óptimo ya que dependía o variaba mucho del medio ambiente y dañaba los equipos (tarjetas electrónicas).

En el año 2015, el edificio del BUNKER es reacondicionado y se cambia el sistema del aire acondicionado por un sistema de climatización más sofisticado que utilizaba sensores

de humedad y temperatura, esto se debe a que cada cierto periodo el software de los equipos tecnológicos se actualizan - RELEASE.

Dada la importancia de cuidar y mantener la integridad de los equipos y a fin de evitar fallas en las tarjetas electrónicas, los equipos deben cumplir con la guía de condiciones de operación de la marca – Honeywell considerando los controles de temperatura lo que expone a los trabajadores a disminuir sus niveles de confort.

Para Honeywell Process Solutions, Release 110, establece que se “prefiere un aire acondicionado de tamaño insuficiente en climas húmedos porque tenderá a funcionar continuamente y secar el aire. Esto minimiza la corrosión. Se prefiere un aire acondicionado de gran tamaño en climas secos porque funciona con menos frecuencia. Esto ayuda a minimizar los problemas de ESD al dejar humedad en el aire”.

En ese sentido, toda la instrumentación referente a la sala de control BUNKER y DCS, debe cumplir con todos los lineamientos de operación a fin de que los circuitos electrónicos no estén continuamente expuestos a suciedad, corrosivos, humos y evitar que factores ambientales como la temperatura y la humedad puedan reducir el rango operativo del equipo.

Desde esa perspectiva, los trabajadores (operadores) de la sala de control BUNKER están expuestos a factores de temperatura y humedad óptimos para salvaguardar la integridad de los equipos electrónicos que se operan en la sala de control, por lo que los operadores se exponen a un ambiente de disconfort térmico el mismo que debe ser evaluado y examinado a fin de proteger la salud de los que operan diariamente en la sala de control; de esta forma se podrá minimizar y controlar los posibles riesgos ergonómicos y físicos logrando un confort térmico apropiado para los operadores.

“Se define la sobrecarga calórica (Heat Stress) como la causa que provoca en el individuo el efecto psicofisiológico que se denomina tensión calórica (Heat Strain), mientras que la sobrecarga por frío (Cool Stress) es la causa que provoca en el hombre el efecto psicofisiológico que se denomina tensión por frío (Cold Strain).” (Mondelo, 1999)

Por lo expuesto, para la conservación, mantenimiento, y operación en condiciones normales de los equipos del bunker, tableros y del Sistema Distributivo de Control (DCS),

estos deben trabajar con una humedad relativa de 30-50%, necesitan una climatización especial, que ha establecido la Norma ASHRAE-2012 (Sociedad Americana de los Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado), y determina que el aire saliente de cada equipo debe oscilar los 22°C para un óptimo funcionamiento. En ese sentido el aire ambiente que ingresa a los equipos debe ser de 19°C aproximadamente.

Además, el calor generado por todo el cableado colocado en el piso y la generada por los trabajadores deben ser controladas con la finalidad de evitar daños en las tarjetas electrónicas. De esta manera al no contar con un pasillo frío de aislamiento segmentado para los equipos, los trabajadores se exponen a bajas temperaturas durante toda la jornada laboral e incluso aquellas que doblan turno, lo cual contribuye a la generación de un riesgo importante.

En la sala de control (Bunker), los operadores presentan una sensación de malestar o disconfort por exposición térmica a temperaturas bajas de todo el personal expuesto en ese ambiente laboral el cual oscila entre los 19 a 20°C, esto debido a la conservación, mantenimiento y operación de los equipos, instrumentos y herramientas que se utilizan para ejecutar sus actividades, las cuales deben mantener una climatización especial de los equipos del bunker, tableros y del Sistema Distributivo de Control (DCS). En ese sentido los trabajadores expuestos a ese ambiente laboral pueden presentar consecuencias a la salud por este riesgo ergonómico el cual impide tener un confort térmico a los trabajadores en su área de trabajo.

Teniendo en cuenta la problemática expuesta anteriormente, se formula como pregunta científica a dar respuesta ¿Cómo reducir el disconfort térmico del ambiente laboral de los tableristas de la sala de control (Búnker)?

### **1.3. Justificación**

Dentro de las actividades económicas del país, el petróleo ha sido indudablemente el producto de mayor importancia en la economía y sociedad ecuatoriana. La empresa produce actualmente varios tipos de derivados mediante procesos de refinación con la mayor eficiencia empresarial.

El presente estudio se realizó a los operadores de la sala de control, los cuales pasan por una jornada laboral dentro de un ambiente frío, esto por la conservación e integridad física de los equipos e instrumentos, los cuales necesitan de ciertas condiciones ambientales para su preservación. Es importante demostrar que existen métodos, controles y/o alternativas que se pueden implementar a fin de mantener un ambiente laboral seguro para los trabajadores en su lugar de trabajo, minimizando la generación de patologías adversas para la salud del trabajador.

Adicionalmente, con los resultados de la investigación, quienes saldrán beneficiados implementando medidas de control ante este discomfort por exposición a temperaturas bajas, será todo el personal (Tableristas) de la sala de control, mejorando el bienestar de los trabajadores. “La vestimenta reduce la pérdida de calor corporal, por lo tanto, se clasifica según su valor de aislamiento. La unidad normalmente usada para medir el aislamiento de ropa es la unidad de Clo, pero también se utiliza una unidad más técnica que es la de  $m^2C/W$  ( $1\text{ Clo}=0.155\text{ m}^2C/W$ .” (Chávez del Valle, 2002, p. 9), además es preciso resaltar que la temperatura de confort para las personas oscila entre los 23 a 26°C para ejecutar trabajos en oficina, considerando que los operadores de la sala de control trabajan en un ambiente relativamente frío por los equipos del bunker, es significativo realizar una evaluación térmica del ambiente.

Por estos motivos realizar un estudio para el discomfort térmico con las características de trabajo señaladas resulta necesaria, a fin de tener una perspectiva más detallada y precisa de las condiciones en la que los operadores realizan sus actividades laborales.

#### **1.4. Objetivos Generales y Específicos:**

Para dar respuesta a la problemática formulada se planteó como objetivo general:

Evaluar el ambiente térmico laboral de los tableristas de la sala de control (Búnker), implementando medidas de control térmico.

Con la finalidad de complementar el objetivo general se procede a plantear los siguientes objetivos específicos:

1. Conocer los diferentes métodos de medición para la evaluación del confort en ambientes térmicos.
2. Seleccionar los métodos y técnicas de evaluación para el ambiente térmico de la sala de control Búnker.
3. Aplicar los métodos seleccionados para obtener los resultados del ambiente térmico de la sala de control Bunker.

## CAPITULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Fundamentación teórico-científica

A inicios de la civilización, el ser humano en la búsqueda de la supervivencia climática se refugiaba en ambientes regularmente adaptables de su entorno (cuevas) para protegerse de las condiciones térmicas. Con el paso de la evolución el hombre no tenía conocimiento concreto del confort térmico; “A finales de la edad media estas condiciones fueron cambiando donde apareció la conciencia individual y con ello una idea distinta del hábitat, en donde se empieza a buscar lo íntimo, el desarrollo de lo individual, lo privado y lo familiar; para el siglo XVIII fue que cambio la forma de identificarse con el bienestar doméstico de lo que anteriormente la palabra comfortable significaba Confortar Consolar o Reforzar, de su raíz latina Confortare” (Chavez de Valle & Francisco Javier, 2002, p. 13)

Con el avance de la revolución industrial, los habitantes de distintas zonas y en particular trabajadores u operadores de áreas operativas y de producción, ha incrementado la necesidad de implementar mejores sitios o lugares de trabajo que brinden un ambiente laboral más comfortable para la clase obrera. Además de los cambios en el transcurso del tiempo ha generado la construcción de ambientes térmicos más adecuado y convenientes a fin de mejorar la calidad laboral de los trabajadores.

Actualmente, con la aplicación de normativas, reglamentos, procedimientos, estándares internacionales e instructivos, ha desarrollado óptimos sistemas para reducir y mejorar el confort en el ambiente laboral creando un modelo de vida más adecuado y comfortable mediante sistemas de climatización modernos y más estructurados.

A su vez, el confort térmico ha desarrollado una importante evolución a nivel sociocultural, profesional y laboral; por lo cual es relativamente significativo analizar y evaluar parámetros físicos a fin de evaluar la magnitud del riesgo en el trabajo en

ambientes fríos, por lo cual se han realizado estudios que contribuyen a obtener mejor sensación de confort del ambiente que nos rodea.

El ambiente térmico en el centro laboral, resulta determinante para crear las condiciones óptimas para lograr un máximo rendimiento de los trabajadores a la hora de ejercer sus actividades laborales, así mismo las diferentes variables en combinación con otros parámetros empleados en el desarrollo de estas tareas está influenciada por el tipo de indumentaria y otras características individuales de cada trabajador, llegando a crear diferentes grados de adaptabilidad al ambiente térmico.

“Cuando la temperatura de la piel cae debajo de 34° C, nuestros sensores fríos empiezan a enviar los impulsos al cerebro; y cuando la temperatura continúa cayéndose, los impulsos aumentan en número. El número de impulsos también es una función de la velocidad con que desciende la temperatura de la piel, una rápida caída de la temperatura resulta en muchos impulsos enviados” (Chavez & Javier, 2002).

Lo que explica que el hombre tiene un sistema regulador muy eficaz de temperatura que asegura que esta temperatura del centro del cuerpo se mantenga en aproximadamente 37°C.

De este modo el ambiente térmico del lugar de trabajo resulta ser un factor fundamental para mejorar la adaptabilidad del trabajador a su puesto de trabajo, puesto que en un ambiente térmico poco favorable influye negativamente en el bienestar de los trabajadores, generando una disconformidad de parte de ellos.

Por lo expuesto anteriormente, un ambiente térmico inadecuado y hostil produce una reducción significativa del rendimiento físico y mental, ocasionando una considerable y alarmante disminución de la productividad, perturbando constantemente al trabajador, por las molestias generadas, lo cual podría incurrir en el suceso de incidentes/accidentes laborales y/o enfermedades profesionales.

### **2.1.1. Variables que Determinan el Ambiente Térmico:**

El ambiente térmico en el trabajo o en cualquier otra situación, produce las sensaciones de bienestar, malestar, de calor o frío dependiendo de Las variables que determinan el ambiente térmico. “Estas variables son debidas a las características físicas del entorno, la actividad física de la persona y la ropa de la persona” (Salud Laboral – Boletín Informativo N°22).

#### **- Características físicas del entorno:**

- a) La temperatura del aire. Cuanto mayor sea la diferencia entre la temperatura del aire y la temperatura corporal, mayor será el intercambio de calor entre el cuerpo y el aire (convección térmica). Se mide en grados Celsius
- b) La velocidad del aire. Favorece los intercambios de calor por convección entre el cuerpo y el medio exterior. Se mide en metros por segundo.
- c) La humedad del aire. La evaporación del sudor corporal permite liberar calor. Esta evaporación depende de la humedad en el ambiente, de tal modo que cuanto más alta es la humedad, más difícil es que se evapore el sudor y, por el contrario, cuanto más baja es la humedad, más fácil resulta la evaporación del sudor. La humedad relativa se expresa en tanto Por ciento (%).
- d) La temperatura de las paredes y objetos del espacio físico. El cuerpo humano recibe también calor por radiación si la temperatura del mismo es inferior a la de los objetos o superficies próximas. Por supuesto que también recibe calor por radiación del sol. Por el contrario, el cuerpo cede calor por radiación si su temperatura es mayor que la de los objetos o superficies próximas.

#### **- La actividad física de las personas**

Independientemente de las condiciones ambientales, trabajar con más actividad física nos da una mayor sensación de calor. La actividad física se expresa en watio por metro cuadrado de superficie corporal.

### - Ropa de la persona

La ropa del trabajador/a, aísla en mayor o menor grado su cuerpo, e interviene en la cantidad de calor que el cuerpo humano intercambia con el ambiente exterior por radiación, convección y por evaporación. En el caso de ambientes térmicos extremos, es necesario proveerse de trajes de protección especial. (Confederación General del Trabajo, 2012, p. 5-6).

Un ambiente térmico inadecuado, causa bajo rendimiento físico 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.

## **2.2. Evaluación del Ambiente Térmico**

Evaluar el confort térmico, es una tarea compleja ya que valorar sensaciones térmicas en el ambiente laboral es el resultado de un exhaustivo análisis considerando variables como espacio, turnos de trabajo, ropa de trabajo entre otras.

La exposición de los trabajadores a los ambientes térmicos por frío o calor pueden llevar a ocasionar riesgos profesionales, por lo que está relacionado dentro del área de la Higiene Industrial. Otro aspecto que diferencia a este factor de riesgo con los demás, es que los efectos producidos de la exposición a temperaturas extremas pueden provocar síntomas que son reversibles que pueden aparecer y desaparecer en espacios cortos de tiempo a diferencia de otras enfermedades profesionales, originadas por otro tipo de agente físicos que en muchos casos los efectos son irreversibles.

Para determinar si el ambiente térmico no cumple con las condiciones necesarias, se debe contar con una metodología de evaluación, a fin de identificar y evaluar el riesgo físico asociado al ambiente térmico. Para realizar un análisis seguro de los peligros relacionados con el ambiente térmico, primero se debería realizar la identificación de los factores de riesgo, para lo cual se debe realizar un estudio, análisis y encuesta para determinar la existencia de molestias causadas por el ambiente térmico. Luego se procede a realizar una evaluación sencilla del riesgo, mediante la observación directa de las condiciones de trabajo, sin necesidad de realizar mediciones.

Adicionalmente se determinará la posibilidad de optar por una evaluación más detallada del riesgo a fin de cuantificar la gravedad de los factores de riesgo basándose en estándares, normativas vigentes, procedimientos, reglamentos, metodologías, etc. A fin de considerarlos como prioridad para mejorarlos.

Para la identificación de riesgos en la sala de control, por el ambiente térmico se puede utilizar como herramienta practica un check list o lista de chequeo a todo el personal de la sala de control del Bunker, la cual permita confirmar o descartar los riesgos producidos o provocados por factores térmicos.

Asimismo, se podrá determinar mediante esta técnica el nivel de tolerancia por parte del trabajador y dar a conocer las condiciones que provocan cierto grado de incomodidad, causadas por ambientes térmicos de calor o frío.

Existen algunos factores principales denominados variables, que se consideran al momento de evaluar el ambiente Dentro de la determinación de estas variables que definen la evaluación del ambiente térmico de un lugar o área determinada.

térmico se requiere el conocimiento de las magnitudes físicas asociadas al medio ambiente las mismas que se clasifican en:

- Magnitudes físicas básicas: se emplean para definir los índices de confort o estrés térmico basados en el establecimiento del equilibrio térmico de una persona en un ambiente térmico determinado.
- Magnitudes físicas derivadas: caracterizan a un conjunto de factores ambientales, ponderados según las características de los sensores empleados.

De la misma manera el frío intenso también implica un riesgo y puede resultar perjudicial para la salud del trabajador. este tipo de riesgo depende fundamentalmente de la temperatura y la velocidad del aire, es así que el cuerpo humano sufre con las temperaturas altas, del mismo modo cuando la temperatura corporal desciende por debajo de los 33 °C, se puede producir un fuerte cuadro de hipotermia, cuyas consecuencias para la salud del trabajador resultarían graves y algunas veces irreversibles.

De este modo, y bajo las premisas ya expuestas se debe realizar una detallada evaluación de los factores de riesgo más significativos, relacionados a los riesgos térmicos, para

posteriormente adoptar las medidas correctivas más idóneas para adecuar los ambientes de trabajo, bajo los estándares más óptimos. Además, como complemento se pueden adoptar algunas medidas muy generales como, evitar el uso excesivo de los sistemas de aire acondicionado en el vehículo o ambientes de trabajo, asimismo evitar beber alcohol y bebidas con cafeína, las cuales favorecen la deshidratación corporal, y por supuesto evitar ingerir alimentos con excesivo contenido de grasa.

Existen muchos métodos para valorar ambientes térmicos en sus diferentes grados de agresividad, de manera general se puede afirmar que para evaluar el confort, el método más adecuado es el Fanger, para el estrés por calor es el de la sudoración requerida (SWreq) y para estrés por frío es el de aislamiento de vestido requerido (IREQ). Además de manera global dentro del contexto para evaluar ambientes térmicos según lo detallado en el libro de ergonomía 2, confort y estrés térmico citamos los siguientes métodos.

“El Método de Fanger es uno de los más empleados para la valoración del confort térmico o ambientes térmicos que no disten excesivamente del confort (valores de PMV entre 2 y -2). Para valores de PMV cercanos a  $\pm 3$ , se recomienda aplicar cualquiera de los otros métodos, para desarrollo de este método es necesario contar con los siguientes parámetros: actividad metabólica, aislamiento térmico de la ropa, temperatura del aire, temperatura radiante media y velocidad del aire.

Otro Método de valoración es el índice de sobrecarga calórica (ISC), que se lo aplica para valorar el confort y el estrés térmico por calor, es importante señalar que no es aconsejable para ambientes muy secos con humedades relativas inferiores al 30%, dado que no considera la excesiva pérdida de agua por sudoración y para aislamientos térmicos de la ropa muy diferentes de 0,6 Clo o de 0 Clo.

Por otro lado encontramos el método del índice de temperatura de globo y de bulbo húmedo (WBGT), que es recomendable para una primera valoración o un primer diagnóstico o proximidad del estrés térmico ambiental, el mismo que debe complementarse con otro método.

Así mismo, se menciona el método del índice de sudoración requerida (SW req), el mismo que se lo aplica para la valoración del estrés térmico por exposición al calor. El Método del índice del aislamiento del vestido requerido (IREQ), es ideal para la valoración del estrés térmico por exposición al frío.

Por último, encontramos el método del índice de viento frío (WCI), que es recomendable para la valoración del estrés térmico por frío en aquellas partes del cuerpo humano no protegidas por el vestido". (Mondelo, 1999)

Es preciso resaltar que el análisis y evaluación de un determinado ambiente térmico se lo realiza con el propósito de efectuar un diagnóstico a fin de detectar si existen condiciones inseguras, críticas o fuera de la zona de confort y a partir de ese diagnóstico determinar los factores que provocan dichas condiciones para poder actuar sobre los mismos, acorde a las normativas establecidas de bienestar, seguridad y salud de los trabajadores en los ambientes de trabajo.

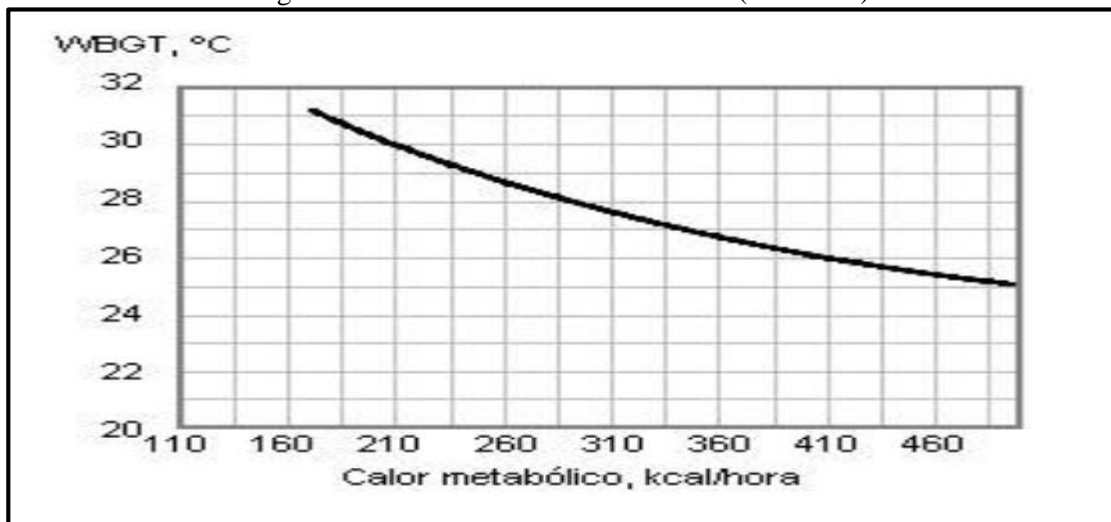
Dentro de los principales métodos para evaluar el ambiente térmico de un lugar o área determinada encontramos el índice WBGT, que se encarga de la valoración del riesgo de estrés térmico como punto inicial ante una fuente de dificultades o molestias que se materializan en quejas por falta de confort en el trabajo ocasionando, bajo rendimiento y posibles riesgos para la salud. Es un índice que a diferencia de los demás, se orienta en diversas variables (humedad, viento, temperatura y radiación tanto directa como el sol e infrarroja que emiten los cuerpos), este método relaciona las variables meteorológicas con el estrés térmico que padecen las personas en relación a las actividades que desarrollan, así como del enfriamiento que sufre o padece el trabajador por la emisión de IR (radiación infrarroja) por lo que su uso es recomendado para actividades que sean de larga exposición. (Kirchner, 2011).

El índice WBGT, se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN, en ciertas ocasiones se emplea la temperatura seca del aire TA. Este índice, se obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

- WBGT: = 0.7 THN + 0.3 TG (en el interior o exterior de edificaciones, sin radiación solar)
- WBGT: 0.7 THN + 0.2 TG + 0.1 TA ( en exteriores con radiación solar)

“El índice hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un determinado valor límite que depende del calor metabólico que el trabajador genera durante el trabajo, la lectura de la curva( Fig.1) señala el máximo que puede alcanzar el índice WBGT según el valor que adopta el Metabolismo”. (INSHT NTP 322, 1993).

Fig. 1. Valores límites del índice WBGT (ISO 7243)



Fuente: NTP 322

Por consiguiente, para la evaluación del estrés térmico por frío considerado para este estudio encontramos el índice de aislamiento térmico – IREQ, según estudios, investigaciones y normativas técnicas realizadas establecen que “se emplea para la evaluación del riesgo por enfriamiento general y se lo puntualiza como el aislamiento resultante requerido de la vestimenta, durante las condiciones medioambientales reales, a fin de mantener el cuerpo en un estado de equilibrio térmico con niveles aceptables de temperatura del cuerpo y la piel, aplicable para mediciones de estrés por frío con la integración de los efectos de la temperatura del aire, temperatura radiante media, humedad velocidad del aire y producción de calor metabólico, este método de análisis conllevan a tomar medidas de mejora así como la selección de vestimenta más adecuada en las condiciones ambientales evaluadas”. (Jordán, 2014).

Para la obtención de los resultados es importante señalar tres fases que se requieren para el empleo de este método, las cuales son:

- Cálculo del IREQ
- Comparación del índice IREQ con el nivel de protección proporcionado por la ropa
- Determinación del tiempo de exposición, si el nivel de protección es inferior a IREQ.

Según, lo establecido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “los cálculos de IREQ están definidos en función de la velocidad, la temperatura del aire y del nivel de actividad que se refiere al consumo metabólico, este último es calculado en base a la determinación del metabolismo energético el cual está relacionado a los distintos tipos de actividad, esfuerzo y movimiento” (INSHT NTP 462, 1994).

“La ecuación del balance de calor entre la persona y el ambiente se resuelve según el aislamiento del vestido requerido (IREQ), necesario para mantener el balance de calor en equilibrio bajo un criterio específico de esfuerzo fisiológico, y después se calcula una duración límite de exposición (DLE) para un aislamiento del vestido disponible en base a los niveles aceptables de enfriamiento corporal”. (Mondelo, 1999).

Cabe señalar, que según la NTP 462 “el IREQ es el aislamiento del vestido necesario para que se cumpla la ecuación de balance térmico cuya expresión es la siguiente:

$$M - W = E_{res} + C_{res} + E + K + R + C + S$$

Donde:

M: Es la actividad Metabólica del trabajo

W: Es la potencia mecánica

Eres y Cres: Son los términos de calor sensible y latente respectivamente debido a la diferencia de temperatura y humedad del aire inspirado y exhalado

E: Es el calor cedido por evaporación del sudor

K: Es el calor intercambiado entre el cuerpo y superficies en contacto con él (también es despreciable su valor frente a los otros términos y se considera asumida su influencia en el balance a través de los términos C y R, que son los términos de intercambio de calor por convección y radiación respectivamente)

S: Es el calor acumulado por el organismo, cuyo valor permite conocer tiempos máximos de permanencia en un ambiente determinado”. (INSHT NTP 462, 1994).

Sin embargo, el método de Fanger es el método mas completo, práctico y operativo para la evaluación del confort térmico en espacios cerrados o interiores, además examina todas las variables presentes en los intercambios térmicos persona – ambiente, como la actividad desarrollada, características de la vestimenta, temperatura seca del aire, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad relativa del aire. Es por ello es incluido en la norma ISO 7730, asociando los factores indicados y reflejando el porcentaje de personas insastifechas (PPD) con las condiciones térmicas del ambiente.

La evaluación del bienestar térmico en locales de trabajo cerrado mediante los índices térmicos PMV y PPD, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), conseguirá analizar los espacios, donde el trabajo o la actividad que se realiza es de tipo sedentario o ligero. “Las condiciones termohigrométricas no suelen ser tan extremas de manera que los trabajadores puedan sufrir trastornos patológicos. Sin embargo, cabe indicar que son muy frecuentes las situaciones de falta de confort o bienestar térmico debido al frio al que están expuestos, lo que da lugar a muchas quejas” (INSHT PMV Y PMD, 2001).

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, respecto a la evaluación del Bienestar térmico en locales de trabajo cerrados menciona que “ Fanger desarrolló su método a partir de los experimentos que realizó con un grupo de más de 1300 personas, donde encontró las correlaciones matemáticas entre su sensación termica general, expresada con un número de los comprendidos en una escala numérica de senasación térmica y los valores medidos o estimados de los 4 parámetros ambientales, la ropa y la actividad” (INSHT PMV Y PMD, 2001).

Fig. 2. Escala numérica de sensación térmica usada por Fanger

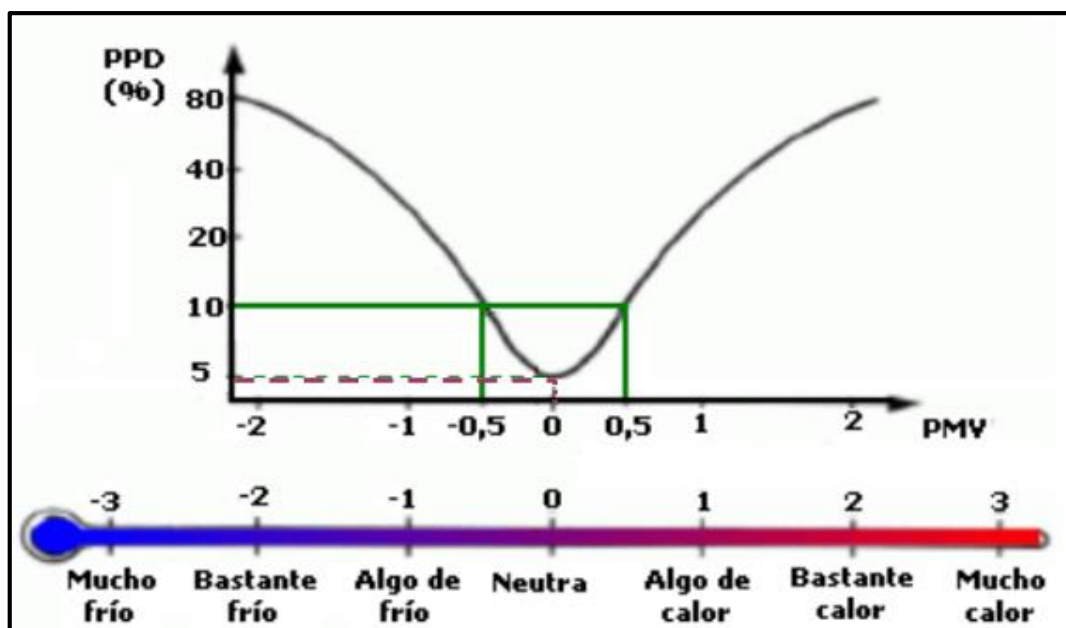
PUNTUACIÓN	SENSACIÓN TÉRMICA
<b>+3</b>	<b>Mucho calor</b>
<b>+2</b>	<b>Bastante calor</b>
<b>+1</b>	<b>Algo de calor</b>
<b>0</b>	<b>Neutra</b>
<b>-1</b>	<b>Algo de frío</b>
<b>-2</b>	<b>Bastante frío</b>
<b>-3</b>	<b>Mucho frío</b>

Fuente: INSHT

“El índice PMV, refleja el valor medio de los votos sobre la sensación termica general de un grupo de personas, mientras que el índice PPD, esta relacionado con el indice PMV y representa el porcentaje de personas insatisfechas térmicamente. Fanger lo estableció cuantificando el porcentaje de personas del grupo de 1300, que al puntuar su sensación térmica para obtener el PMV, sentian incomodidad térmica por calor o por frio, dieron puntuaciones positivas a partir de +2 y negativas a partir de – 2”. (INSHT NTP 74, 1983).

Por otra parte, hay que tener en cuenta que, aunque las condiciones de trabajo sean las adecuadas para el bienestar y confort térmico general del cuerpo, puede haber partes del mismo sometidas al frio o calor, lo que genera falta de confort térmico, por lo cual mediante este método de evaluación se conseguirá determinar una apropiada observación para los trabajos sedentarios, ligeros y moderados que se desarrollan en lugares cerrados. Los valores de PMV y PPD de referencia recomendados en estos casos, aseguraran el nivel de confort a los trabajadores (operadores).

Fig. 3. Porcentaje previsto de insatisfechos (PPD) en relación al voto medio previsto (PMV)



Fuente: INSHT

Como muestra la fig.3, la norma técnica de la INSHT establece que “aunque el índice PMV sea 0 lo que corresponde a una sensación térmica neutra (ni frío ni calor), hay un PPD=5%, es decir que un 5% de personas sienten el ambiente térmico como no confortable, es por ello que se deduce que no es posible especificar ni conseguir unas condiciones termohigrométricas que satisfagan a todas las personas debido a sus características individuales, lo que sí es posible conseguir es que dichas condiciones satisfagan a un gran porcentaje de personas”. (INSHT NTP 74, 1983).

En ese sentido, bajo lo señalado en el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo se consideran aceptables para el bienestar térmico global de los trabajadores unas condiciones ambientales de locales o áreas cerradas, para la actividad física que desarrollen y la ropa que lleven den lugar a:

- Una sensación térmica neutra (PMV=0)
- Una sensación térmica de “un poco de frío” (PMV entre 0 y - 0,5)
- Una sensación térmica de “algo de calor” (PMV entre 0 y + 0,5)

En la siguiente tabla, se muestra un resumen de los métodos recomendados para evaluar ambientes térmicos con el fin de efectuar un diagnóstico y detectar si existen condiciones

críticas o fuera de la zona de confort, donde se presenta sus ventajas e inconvenientes a la hora de seleccionar el método más adecuado para un determinado ambiente.

Tabla I. Tabla de recomendaciones

<i>MÉTODOS</i>	<i>APLICACIÓN</i>	<i>VENTAJAS</i>	<i>INCONVENIENTES</i>
Fanger	Confort	Muy completo Práctico	Población no muy representativa
ISC	Estrés por calor y/o disconfort	Práctico	No considera pérdidas por sudoración No considera variaciones en el vestido
WBGT	Estrés por calor	Muy práctico	Incompleto
SW <sub>req</sub>	Estrés por calor y/o disconfort	Muy completo	Cálculo complicado
IREQ	Estrés por frío y/o disconfort	Muy completo	Cálculo complicado
WCI	Estrés por frío	Práctico	Incompleto. Considera únicamente partes de piel no protegidas por el vestido

Fuente: Ergonomía 2, Confort y estrés térmico

Conocidos los diferentes métodos de medición para ambientes térmicos, la tabla I nos muestra que el método de Fanger es aplicable para Confort estableciendo ventajas al ser muy completo y práctico aunque presenta inconvenientes por la población que no es muy representativa, el método ISC es aplicable para estrés por calor y/o confort es muy práctico aunque presenta inconvenientes ya que no considera pérdidas por sudoración y tampoco considera variaciones en el vestido, el método WBGT es aplicable para estrés por calor es muy práctico aunque es incompleto para evaluaciones, el método SW<sub>req</sub> es aplicable para estrés por calor y/o disconfort es un método muy completo aunque su cálculo es complicado, el método de IREQ es aplicable para estrés por frío y/o disconfort es un método muy completo y de cálculo complicado y por último el método de WCI aplicado en situaciones de estrés por frío es un método muy práctico aunque presenta inconvenientes al ser incompleto. Una vez conocidos los diferentes métodos de medición con su respectivas ventajas e inconvenientes, es importante la selección adecuada y correcta del método idóneo, considerando su aplicación para el estudio requerido.

### **2.3. Mecanismo de Termorregulación**

Como se ha manifestado anteriormente, cabe recalcar que “el ambiente térmico es un elemento que desempeña un papel importante sobre la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores, incluyendo tanto el calor como el frío y se ve afectado por la humedad del aire.” (Confederación General del Trabajo, 2012, p. 3)

Por lo regular las sensaciones provocadas por el ambiente térmico se manifiestan generalmente por calor, ahogo y frío; lo que origina la sudoración abundante, escalofríos entre otras características.

Además, “el ambiente térmico en los lugares de trabajo está determinado por la actividad o carga laboral que realizan los trabajadores en sus puestos de trabajo y sus inmediaciones, así como por las condiciones climáticas, que pueden variar continuamente.” (Confederación General del Trabajo, 2012, p. 3)

Se plantea que “La exposición de los trabajadores a ambientes térmicos adversos (frío/calor) tiene cabida dentro del área de Higiene Industrial debido a que la exposición a estos factores, cuando se trata de temperaturas extremas puede llevar a la aparición de riesgos profesionales importantes.” (Hidalgo, 2015, p. 1048).

Además, expresa que “A veces podemos encontrarnos situaciones de disconfort térmico, lo cual lleva a confusión sobre qué es lo que se pretende evaluar: una situación de estrés térmico por temperaturas elevadas (calor) o muy bajas (frío) como factores de riesgo susceptibles de ocasionar una enfermedad profesional, va precedida o asociada a una situación falta de confort en el ambiente laboral, si bien una situación de disconfort térmico no siempre puede interpretarse como una exposición a estrés térmico”. (Hidalgo, 2015, p. 1048).

Aunque las condiciones ambientales cambien, el cuerpo humano debe de mantener su temperatura interna en torno a los 37°C. para ello dispone de mecanismos de regulación térmica: la sangre y la sudoración.

En ambientes calurosos, la sangre aumenta la irrigación de los tejidos periféricos (piel y tejidos próximos) para eliminar el exceso de calor. Por el contrario, en ambientes fríos

disminuye la irrigación sanguínea de los tejidos periféricos para no perder el calor producido por el cuerpo. A través de la sudoración, cuando el sudor se evapora se produce también la termorregulación eliminando el exceso de calor.

Esta regulación térmica puede llegar a ser perjudicial para la salud de los trabajadores cuando es desproporcionada, en la siguiente tabla se describe los siguientes síntomas y molestias.

Existen otros factores ajenos a las características individuales de cada trabajador, como la vestimenta o la temperatura entre otros que influyen también en los efectos térmicos sobre el trabajador y que habría que analizar al momento de adecuar las condiciones termohigrométricas de los lugares de trabajo cerrados a fin de no causar incomodidad al trabajador.

Tabla II. Ambientes Térmicos

<b>AMBIENTES CALUROSOS</b>	<b>AMBIENTES FRIOS</b>
Aumento de ritmo cardíaco, que puede producir un síncope.	Palidez debido a la falta de riego sanguíneo en la piel.
Sudoración excesiva, provoca un déficit de agua y sales en el organismo que ocasionan un aumento de la temperatura interior del cuerpo	Congelaciones superficiales
Afecciones cutáneas, quemaduras, irritaciones.	Entumecimiento de las extremidades.

Fuente: Salud Laboral – Boletín Informativo

De manera general, estos efectos van acompañados de una disminución de las capacidades mentales y físicas. Además, cuando el organismo a causa de condiciones ambientales extremas, no puede autorregular la temperatura del cuerpo, es posible que se produzcan importantes trastornos para la salud como: Golpe de calor, con pérdida del conocimiento, que puede ocasionar la muerte y descenso térmico importante, que puede conducir a un ataque del sistema nervioso y a una perturbación de tipo respiratorio.

“A su vez, el hombre pierde calor por las siguientes vías:

- Por radiación de calor, que emite hacia los cuerpos de su entorno.
- Por convección, al entregar calor al aire que está en contacto con él.
- Por la respiración, al espirar el aire durante la respiración y el jadeo.
- Por trabajo externo, al realizar una actividad con un trabajo externo positivo.
- Por evaporación del sudor, al entregarle sudor al calor para que este pueda evaporarse.
- Por conducción, al entregar calor a los cuerpos solidos que están en contacto directo con él.” (Mondelo, 1999, p. 21)

## **2.4. Confort Térmico**

La disconformidad térmica se origina cuando el trabajador realiza una labor a temperaturas diferentes, y muy elevadas o abatidas en el lugar que se desenvuelve, generando que sus capacidades de trabajo descendan, ya que el calor y el frío en condiciones extremas es un peligro directo para la salud, ya que nuestro cuerpo para funcionar con normalidad, necesita conservar una temperatura constante en su interior, alrededor de los 37 °C. Es así que cuando la temperatura corporal supera los 38 °C ya se corre el riesgo de producirse daños a la salud, mientras que a partir de los 40,5 °C se puede producir la muerte del individuo.

La valoración del ambiente térmico se basa en la respuesta humana a las diferentes situaciones provocadas por la combinación de las seis variables que definen el ambiente térmico, cuatro ambientales y dos ligadas al individuo, y que son las siguientes: “la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la humedad relativa, la velocidad del aire, la actividad metabólica y el aislamiento del vestido.” (Juárez et al., 2015, p.53).

“El hombre precisa mantener una temperatura constante. Como la temperatura del medioambiente es variable el cuerpo humano tiene la capacidad de regularla mediante el mecanismo de termorregulación, de forma que exista un equilibrio entre la cantidad de calor generado por el organismo y su transmisión al medioambiente” (Hidalgo, 2015, p. 1049).

Por lo tanto, lo que se pretende es dilucidar si nos encontramos en una situación de riesgo de estrés térmico o de discomfort térmico. En el primer caso, las actuaciones correctoras serán inmediatas, en el segundo, a pesar de no revestir la misma gravedad, sin embargo, nos interesa conocer, mediante un método validado internacionalmente, el grado de discomfort térmico, ya que en aras de una óptima Gestión de la Prevención se deberá incidir en la corrección de esa situación. En el caso de que dicho grado de insatisfacción fuera alto, también deberemos aplicar medidas correctoras, teniendo en cuenta que, según Fanger, deberemos esperar un índice de insatisfacción como mínimo del 5% del personal. El malestar térmico local suele tener origen en las corrientes de aire, suelos demasiado calientes o fríos, diferencias notables de la temperatura del aire a la altura de las distintas partes del cuerpo, además el malestar térmico, ya sea en el cuerpo o en alguna parte del mismo, afecta a los trabajadores de diversas maneras como: aumenta su fatiga, impide la correcta realización de las tareas, provoca insatisfacción y da lugar a muchas quejas.

Al respecto de lo expuesto anteriormente “entre los factores individuales que influyen en el riesgo de estrés térmico, que reduce la tolerancia al mismo se encuentra: la edad, que tiene como riesgo sufrir las consecuencias del estrés térmico es “a priori” independiente de la edad, siempre que el individuo tenga un sistema cardiovascular, respiratorio y de sudoración adecuado; la obesidad, las personas con sobrepeso presentan una serie de desventajas a la hora de enfrentarse a situaciones de estrés térmico, principalmente por calor, debido al incremento de aislamiento térmico que sufre el cuerpo y posibles alteraciones fisiológicas; Hidratación, el organismo humano pierde agua por una difusión a través de la piel y por el proceso de respiración, pero principalmente la pérdida de agua del organismo ante una situación de estrés térmico por calor se produce mediante la sudoración; Medicamentos y Bebidas Alcohólicas, existen algunos medicamentos, denominados anticolinérgicos que pueden inhibir la sudoración, especialmente en individuos de mayor edad. El alcohol, por su parte, reduce la diuresis y origina vasodilatación periférica, afectando a la respuesta fisiológica frente al estrés; Género, existen estudios en los que se han observado efectos que afectan a la fertilidad temporalmente tanto en hombres como en mujeres cuando la temperatura corporal supera los 38°C, sin embargo es difícilmente demostrable las diferencias de respuesta frente al estrés térmico entre hombres y mujeres ya que puede verse enmascarada por condiciones físicas individuales y el nivel de aclimatación; Aclimatación, las personas expuestas repetidamente a condiciones térmicas adversas lo toleran mejor y al cabo de unos días se

aclimataran. Los beneficios de la aclimatación consisten en mejorar la efectividad y la eficiencia del sistema de termorregulación, mejorar el confort en ambientes térmicos extremos y dificultar la aparición de sobrecarga térmica” (Hidalgo, 2015, pp. 1054-1056). “El confort térmico, es la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente. Se puede decir que existe confort térmico cuando las personas no experimentan sensación de calor ni frío; es decir cuando las condiciones de temperaturas, humedad y movimiento de aire son favorables a la actividad que desarrollan.” (García, 2016, parr. 1).

Por lo cual, es preciso señalar los principales efectos de las temperaturas extremas sobre el organismo, considerando las temperaturas bajas y elevadas como estrés térmico.

Tabla III. Efectos de las Temperaturas

<b>TEMPERATURAS BAJAS</b>	<b>TEMPERATURAS ELEVADAS</b>
Vasoconstricción sanguínea, disminuir la cesión de calor al exterior	Vasodilatación sanguínea, aumento del intercambio de calor con el exterior
Inhibición de la sudoración, desactivación de las glándulas sudoríparas.	Activación de la glándulas sudoríparas.
Disminución de la circulación sanguínea periférica	Incremento de la circulación sanguínea periférica
Temblores, producción de calor interno	Cambios electrolíticos (perdida de sales minerales y electrolitos a través del sudor)
Autofagia de grasas almacenadas, transformación química de los lípidos (grasas) a glúcidos ( azúcares) de metabolización directa para obtención rápida de energía.	Alteraciones Cutáneas
Encogimiento	Edema por calor
Hipotermia ( Malestar general, disminución de la destreza manual, congelación de los miembros).	Calambres térmicos
Fallo Cardíaco acompañado por muerte si la temperatura es inferior a 28°C	Agotamiento por calor

Fuente: Manual de Higiene Industrial, Segunda Edición

Por lo expuesto se logra interpretar que las bajas temperaturas pueden provocar, por tanto, una pérdida del equilibrio térmico del cuerpo, sin embargo, mediante la elección de una

vestimenta adecuada los trabajadores pueden controlar y regular la pérdida de calor del cuerpo de modo que se compensen las temperaturas del exterior.

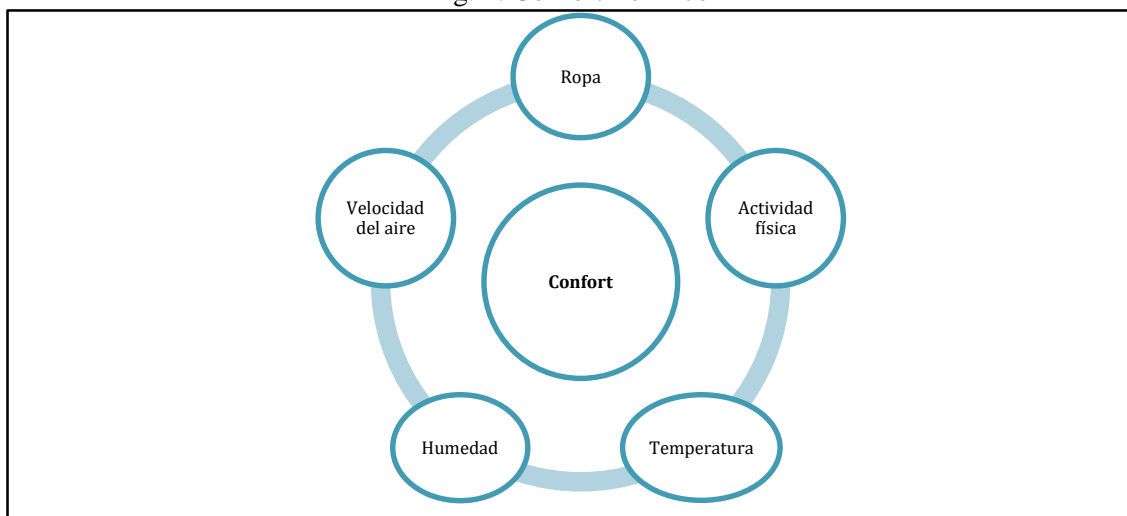
“El cuerpo humano, para funcionar de manera adecuada es necesario que en su núcleo interno mantenga una temperatura próxima a los 37°C, independientemente de las condiciones ambientales de su entorno. Cuando una persona es capaz de conservar esa temperatura sin algún tipo de esfuerzo fisiológico es muy posible que se encuentre en un estado conocido como confort térmico, el mismo que expresa su satisfacción respecto a dichas condiciones.” (Seiscubos, 2019)

Cabe indicar que en algunos casos el estado de confort térmico suele pasar inadvertido, considerando que es mucho más posible tomar conciencia del momento en que pasamos al estado contrario, es decir, a una sensación de desconfort térmico.

#### 2.4.1. Principios del Confort Térmico

Como ya conocemos la sensación de confort es diferente para cada persona, la Fig. 4 ilustra las condiciones o variables que influyen directamente en los intercambios térmicos del trabajador y el ambiente laboral en el que se desenvuelve.

Fig. 4. Confort Térmico



Fuente: ISO 7730

Cabe señalar que: “La vestimenta reduce la pérdida de calor de cuerpo y se clasifica según su valor de aislamiento. La unidad normalmente usada para medir el aislamiento de ropa es el clo, aunque también se utiliza el  $m^2\text{°C}/w$ . (1 clo= 0.155  $m^2\text{°C}/w$ ). La escala clo se ha diseñado para que una persona desnuda tenga un valor de 0.0 clo, y alguien vestido con un traje típico de negocio tenga un valor de 1.0 Clo.” (Chavez de Valle & Francisco Javier, 2002, p.27)

Tabla IV. Nivel de Ropa

Combinación de ropa	Clo	$m^2\text{°C}/w$
Bañador	0.03	0.005
Slip, camiseta, pantalón corto, sandalias	0.25	0.040
Slip, camisa manga corta, pantalón ligero, calcetines finos, zapatos	0.50	0.080
Slip y camiseta, chándal (sudadera y pantalón) calcetines, zapato deportivo	0.75	0.115
Slip y camiseta, camisa, pantalón, chaqueta, calcetines y zapatos	1	0.155
Ropa interior de manga larga y pantalón corto, camisa pantalón, jersey de pico, chaqueta, calcetines y zapatos	1.25	0.195
Ropa interior de manga larga y pantalón corto, camisa, pantalón, chaleco, chaqueta, abrigo, calcetines y zapatos	1.50	0.223

Fuente: ISO 7730

### 2.4.2. Tipos de estrés por frío

En el caso de encontrarse con niveles desfavorables, nos podremos encontrar con un riesgo elevado de estrés térmico, lo que implica un riesgo para la salud de los trabajadores, el cual habrá de controlarse mediante las oportunas acciones de mejora. En caso contrario, la situación anómala puede ser producto de un disconfort, que sería analizado mediante el índice PMV, para permitirnos estimar si nos encontramos con un nivel de insatisfechos, de acuerdo con lo previsto por el modelo teórico de Fanger utilizado. Para dilucidar qué situación realmente es la que existe se realiza una encuesta al personal del Bunker.

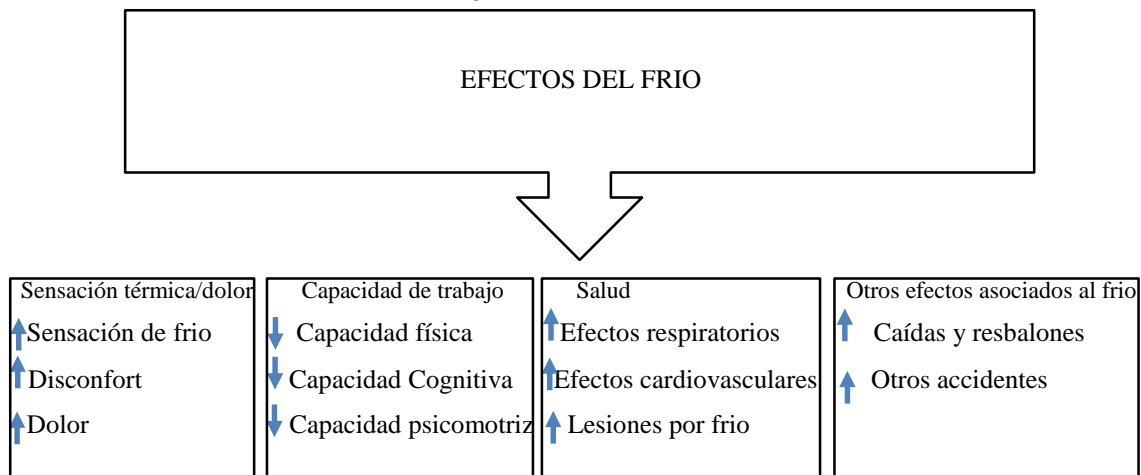
Existen diferentes tipos de estrés por frío, por lo cual conviene analizar por separado los efectos producidos en las siguientes situaciones.

- Enfriamiento general del cuerpo
- Enfriamiento de la piel por convección del aire
- Enfriamiento de las extremidades
- Enfriamiento de la piel por conducción de calor debido al contacto directo con superficies frías
- Enfriamiento a través del sistema respiratorio.

Cabe indicar, “que este estudio se enfoca en la situación más crítica que se direcciona al enfriamiento general del cuerpo, en los que existe un elevado riesgo de sufrir estados graves de hipotermia. A su vez las tensiones debidas a la exposición a ambientes fríos dependen de la capacidad del sujeto expuesto a mantener eficientemente el equilibrio térmico a fin de evitar pérdidas de calor.

La primera defensa es la actuación sobre el comportamiento del individuo. El control del vestido, del ejercicio, del refugio y del calor extremo son vías sencillas, pero a la vez eficientes, para el control de las situaciones de estrés por frio.” (Mondelo P. , 1999, p. 125).

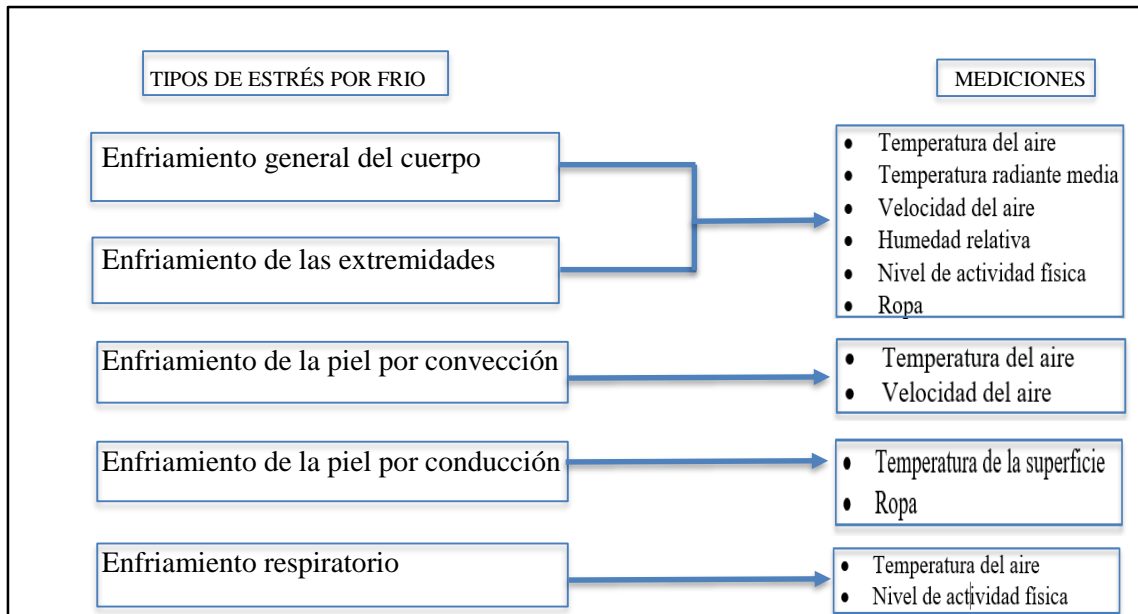
Fig. 5. Efectos del Frio



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Es significativo, saber determinar e identificar las condiciones de un ambiente térmico donde el trabajador está expuesto a una sensación térmica y que puede originar posibles efectos de discomfort y/o estrés térmico.

Fig. 6. Tipos de estrés térmico



Fuente: Ergonomía 2: Confort y estrés térmico

## 2.5. Metabolismo

“Se conoce como metabolismo a los procesos encargados de convertir los alimentos en energía útil. Al calor generado por estos procesos se les denomina calor metabólico. La producción global de calor metabólico se deriva tanto del metabolismo basal como del metabolismo muscular. El primero está relacionado con la energía empleada en las reacciones químicas intracelulares para la realización de las funciones metabólicas esenciales como la respiración y la digestión, es decir representa la producción de calor en los procesos automáticos, continuos e inconscientes del cuerpo humano. Por otro lado, el metabolismo muscular se relaciona con la producción de calor en los tejidos musculares mientras se realiza algún tipo de actividad física. (Seiscubos, 2019, p.5)

Según lo establecido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo expresa que “el metabolismo, que transforma la energía química de los alimentos en energía mecánica y en calor, mide el gasto energético muscular. Este gasto energético se

expresa normalmente en unidades de energía y potencia: Kilocalorías (kcal), joules (J), y watios (w). (INSHT NTP 323, 1993).

La equivalencia entre las mismas es la siguiente:

$$1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ M} = 0,239 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ kcal/h} = 1,161 \text{ w}$$

$$1 \text{ w} = 0,861 \text{ kcal/h}$$

$$1 \text{ kcal/h} = 0,644 \text{ w/m}^2$$

$$1 \text{ w / m}^2 = 1,553 \text{ kcal / hora (para una superficie corporal estándar de 1,8 m}^2\text{)}.$$

“Las tasas de producción de calor excedente del cuerpo humano se suelen medir mediante la unidad Met, que equivale a 58 watts por metro cuadrado de piel (W/m<sup>2</sup>). Un Met representa el nivel de actividad de una persona en reposo. Nuestro metabolismo generalmente se reduce al mínimo cuando dormimos, produciendo apenas 0.7Met, pero puede sobrepasar los 10 Met cuando realizamos actividades físicas muy intensas.” (Seiscubos, 2019, párr.6).

Fig. 7. Tasa Metabólica

Actividad	Tasa metabólica	
	W/m <sup>2</sup>	met
Reposo, tendido	46	0,8
Reposo, sentado	58	1
Actividad sedentaria (oficina, domicilio, escuela, laboratorio)	70	1,2
Actividad ligera, de pie (de compras, laboratorio, industria)	93	1,6
Caminar en llano 2 km/h	110	1,9
Actividad media, de pie (dependiente de comercio, tareas domésticas, trabajo con máquinas)	116	2
Caminar en llano 3 km/h	140	2,4
Caminar en llano 4 km/h	165	2,8
Caminar en llano 5 km/h	200	3,4

Fuente: INSHT

En la norma técnica NTP 323: Determinación del metabolismo energético del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, nos ofrece las tablas correspondientes para determinar el gasto energético, entre los cuales mencionamos:

- Consumo metabólico según el tipo de actividad
- Consumo metabólico según la profesión
- Consumo metabólico en tareas concretas
- Consumo metabólico a partir de la actividad
  - o Metabolismo Basal en función de la edad y el sexo
  - o Componente postural
  - o Componente del tipo de trabajo
  - o Componente de desplazamiento

Por otra parte, “El cuerpo humano genera energía a través de numerosas reacciones bioquímicas que forman los alimentos y el oxígeno del aire inhalado; la energía que se crea se emplea en mantener las funciones vitales como realizar esfuerzos, movimientos entre otras. Gran parte de esta energía es calorífica y el calor generado es el que mantiene la temperatura del organismo.” (INSHT, NTP 462, 1994, p. 1).

## **2.6. Antecedentes**

Se han realizado investigaciones, referente al estudio de confort térmico local en trabajadores de ambientes de oficina, analizan las condiciones del ambiente térmico que inciden en la salud y seguridad de los trabajadores que se debe a la aparición de técnicas de acondicionamiento de aire, por lo que mediante mediciones de la percepción y el confort se ha logrado una evaluación del porcentaje de trabajadores que presentan disconfort térmico por corrientes de aire. En base a los métodos desarrollados se pudo determinar un porcentaje de personas insatisfechas datos que guardan relación directa con la percepción de una temperatura inaceptable obtenidas mediante encuestas realizadas, en ese sentido al complementar el método de forma global en cuanto al confort térmico se demostró que las condiciones actuales del ambiente proporcionan una sensación térmica confortable para la mayoría de los trabajadores. (Merchan, 2015)

En otras investigaciones donde se estudia el disconfort térmico. Se destaca “Estudio del disconfort térmico en los trabajadores del área de empaque en una florícola ubicada en la Provincia de Cotopaxi en el segundo semestre del 2014. Cabe indicar, que esta investigación evaluó el efecto del disconfort térmico en 18 trabajadores. El estrés térmico se valoró con el WBGT medido cada 15 segundos durante 2 días; lo que permitió

relacionar las condiciones de temperatura del puesto de trabajo con el confort o discomfort que representa las temperaturas bajas en los trabajadores. Además, el resultado de esta investigación identificó el nivel de discomfort térmico analizando las causas y el nivel de afectación lo que conlleva a proponer el mejoramiento del ambiente laboral, mediante el cambio de la dotación de ropa de trabajo y equipo de protección de los trabajadores (Moreno, 2015).

La implementación de un traje termoregulable para control de confort termico a fin de mejorar el rendimiento en el trabajo, es otro de los estudios que pretende explicar la incidencia del confort en el bienestar, salud y rendimiento de los trabajadores, esta investigación enfoca que las condiciones ambientales son de frio, los trabajadores utilizan uniformes que no les permite mantener una temperatura adecuada, acentuando malestares fisicos y psicologicos propios de las bajas temperaturas, afectando no solo al individuo sino al desempeño en las tareas asignadas; por lo que este estudio se enfocó en el diseño e implementación de un traje termoregulable que permita mantener condiciones optimas de temperatura a cada individuo arrojando resultados positivos de los trabajadores aportando de esta forma la construcción del buen vivir y teniendo como premisa al ser humano, su bienestar y desarrollo sustentable. (Medina & Melendres, 2016).

“El estudio de las condiciones térmicas en trabajadores de una fabrica de plasticos para empaque, nos revela que uno de los factores de riesgo laboral mas frecuente es el estrés térmico, por lo se propuso indagar las condiciones termicas en las que laboran los trabajadores a fin de determinar si estan expuestas a estrés termico. El levantamiento de los datos se realizaron mediante diferentes mediciones que se utilizan para determinar estrés termico. Como resultado se encontro que no existe estrés termico en las areas evaluadas, sin embargo existen valores altos de discomfort termico”. (Cruz, 2017).

Por otra parte, se menciona el estudio de confort termico en actividades de oficina, donde se acentúa que los niveles inadecuados de temperatura dentro de los puestos de trabajo son los principales factores en la generación de molestias o malestares termicos, es por ello que mediante una evaluación del ambiente térmico, en base a la realización de cálculos, metodologias, tecnicas de prevención y empleo de estrategias y protocolos de medición se obtuvieron resultados reflejando que la sensación termica que llega a sentir cada trabajador en gran parte no se encuentra dentro de los rangos establecidos, donde se

determinó que uno de los principales factores que influyen dentro del confort son las condiciones ambientales presentes a partir del medio día, además de los equipos propios de la oficina. (Alvarez & Morales, 2018)

Estos estudios realizados recientemente permiten conocer las exigencias sobre la seguridad y salud que deben alcanzarse en los lugares de trabajo. Hoy en día para mantener un ambiente interior confortable han sido necesarios muchos estudios así como incorporación de elementos para aumentar o disminuir la cantidad de temperatura esto a partir de modelos que estén basados en el confort con el objetivo de mejorar la calidad del ambiente térmico.

Otra investigación reciente, muestra el estudio de confort térmico en las salas de monitoreo de un sistema integrado de seguridad, el mencionado estudio presenta en las áreas operativas del centro zonal 3 de seguridad ECU 911, donde se han implementado complejos sistemas y equipos tecnológicos los cuales por características técnicas deben estar expuestos a diferentes niveles de temperatura, debido a esto los trabajadores están expuestos a condiciones que afectan el confort térmico, en ese sentido se evaluó el ambiente térmico mediante parámetros y normativas técnicas de prevención para estos ambientes a fin de salvaguardar la integridad de los empleados. Los resultados mostraron niveles de estrés térmico por debajo de los límites permisibles según lo establecido en las normativas, donde se concluye que los trabajadores de estas áreas operativas laboran en ambientes de neutro a ligeramente caluroso, lo que produce en los diferentes puestos de trabajo molestias, fatigas lo que puede generar un bajo desempeño al realizar sus respectivas actividades. (Guamán & Cabrera, 2019).

Básicamente y en términos generales, estos estudios especifican nociones y herramientas, que el hombre califica como un ambiente confortable, sin que ningún tipo de incomodidad térmica esté presente. La primera condición de confort es la neutralidad térmica, lo que significa que la persona no sienta demasiado calor ni demasiado frío.

## 2.7. Marco Legal

En la Constitución del Ecuador, Cap. 6 Art. 326 Numeral 5, indica que: “toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”.

En la ley de Seguridad Social, Resolución C.D 513.- Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, Art. 51, De la Prevención de Riesgos, expresa que el seguro general de Riesgos del Trabajo protege al asegurado y al empleador mediante programas de prevención de riesgos derivados del trabajo.

El Decreto Ejecutivo 2393.- Reglamento de Seguridad y Salud de Los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Cap. V, señala en su Art. 53. Condiciones generales ambientales: Ventilación, Temperatura y Humedad que en los locales de trabajo y sus anexos se procurara mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.

La organización Mundial de la Salud (OMS), refiere que “la salud no solo implica la ausencia de enfermedad, por el contrario, corresponde a un estado de bienestar físico, mental, social y espiritual” en todos los ambientes en los que las personas se encuentren.” (OMS, 1946)

La Organización Internacional de Normalización (The International Organization for Standardization, ISO), ha propuesto métodos de evaluación del estrés térmico con el propósito de mejorar el confort térmico y a su vez brindar protección al personal expuesto proponiendo mejoras en la organización del trabajo, equipos, entre otros. La existencia de leyes, procedimientos, registros, evaluaciones, permitirán llevar de forma sistemática estadísticas e indicadores relacionados con la exposición de ambientes de trabajos con temperaturas abatidas y de esta forma mantener programas de promoción y prevención, basados en la cuantificación de la exposición y sus efectos.

La UNE-ISO 11079:2009, norma internacional, facilitan métodos y estrategias para evaluar el estrés térmico asociado a la exposición a ambientes frío, tales métodos resultan

pertinentes para exposiciones y tipos de trabajos continuos, intermitentes y ocasionales, tanto en interiores como al aire libre.

La norma técnica UNE EN 27243:95: Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT, se emplea para evaluar el riesgo de estrés térmico como una primera aproximación al problema y los métodos de los índices PMV y PPD según la norma UNE-EN ISO 7730:96 para ambientes térmicos moderados. Considerando que la determinación de los índices PMV y PPD está relacionado al porcentaje de personas insatisfechas en la determinación del nivel de confort o discomfort térmico.

La norma técnica NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT para los puestos más desfavorables térmicamente, quiere dar respuesta a si el malestar del personal, respecto a este tema, obedece efectivamente a un posible estrés térmico o a un discomfort térmico. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo afirma: “cuando las temperaturas son bastante más altas o bajas de lo habitual, los trabajadores suelen estar de acuerdo en que "hace calor o hace frío" en el local de trabajo. En cambio, en los ambientes interiores donde las condiciones ambientales son intermedias o moderadas hay bastantes discrepancias entre los ocupantes al respecto. En un mismo local y en un mismo momento, no es extraño encontrarse con trabajadores que sienten bienestar o "se sienten a gusto”, mientras que otros, por el contrario, "tienen calor o frío". Situaciones así se dan con frecuencia en locales de trabajo cerrados donde existe aire acondicionado. Esto se explica por el hecho de que, en la sensación térmica de las personas, influyen también factores subjetivos (características fisiológicas y psicológicas de la persona), aunque lo que más influye es el equilibrio térmico global del cuerpo, que depende de los factores objetivos mencionados anteriormente como: condiciones termohigrométricas del ambiente, ropa del individuo y actividad física realizada.” (INSHT PMV Y PMD, 2001, p. 4)

Además, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo define “como bienestar térmico a la sensación de satisfacción con el ambiente térmico expresada por las personas. La falta de bienestar térmico o sensación de insatisfacción térmica puede deberse a una sensación incómoda de frío o de calor en todo el cuerpo. Pero también

puede estar causada por un enfriamiento o un calentamiento no deseado de una parte del cuerpo.” (INSHT PMV Y PMD, 2001)

La norma técnica NTP 74: Confort Térmico-Método de Fanger, expresa que el índice PMV (Voto medio estimado) permitirá evaluar el nivel de confort o desconfort ambiental del personal del Bunker, graduándolo desde la situación +3 (muy caluroso) hasta la -3 (frío). El índice PPD (Porcentaje estimado de insatisfechos) nos indicará el porcentaje que podemos esperar del personal que no se encuentra satisfecho con su situación ambiental.. (INSHT NTP 74, 1983)

Según, (INSHT PMV Y PMD, 2001, p. 5) “Fanger desarrollo su método a partir de los experimentos que realizo con un grupo de más 1300 personas, donde encontró las correlaciones matemáticas entre su sensación térmica general, expresada con un número de los comprendidos en una escala numérica (tabla XIII) y los valores medidos o estimados de los 4 parámetros ambientales, la ropa y la actividad”.

La American Conference of Governmental Industrial Hygienist (A.C.G.I.H.), el cual figura en la norma UNE En 2743:95; “Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT (Weet Bilb Globe Temperature)”. Dicho método también es recomendado por la Guía técnica para evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, editada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. El cálculo de este índice, desarrollado por la A.C.G.I.H., nos permitirá valorar cuantitativamente el ambiente térmico del Bunker, el cual combina los factores que influyen en el intercambio térmico organismo-ambiente (trabajador-entorno) para observar y predecir posibles efectos del ambiente sobre los trabajadores.

## CAPITULO III

### 3. Metodología

#### 3.1. Tipo de Estudio:

La presente investigación tiene un tipo de estudio cuantitativo, con alcance descriptivo con diseño no experimental, que implica observar y describir el comportamiento de los trabajadores, variables y las condiciones en que se encuentran generalmente, del cual se puntualizó una guía de observación y análisis estructurado y por otra parte una escala de actitudes que se utilizó como herramienta para esta investigación.

Además, la información que se obtuvo fue analizada numéricamente aplicando índices o métodos estadísticos que indicaron el comportamiento de las variables de estudio en el ambiente térmico de la sala de control – BUNKER, considerando los diferentes factores de riesgo.

Referente a los diferentes métodos conocidos para la evaluación del confort térmico laboral como el método de Fanger, WBGT, entre otros, se escogió los más adecuados y necesarios para el desarrollo del tercer objetivo y aplicarlos para el desarrollo del estudio a fin de conocer los tipos de medidas preventivas que favorezcan el confort térmico en el ambiente laboral de la sala de control – BUNKER.

### 3.2. Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables:

Este proceso se inicia con la definición de las variables en función de los factores o componentes medibles en base a los indicadores. En la siguiente tabla de detalla la Operacionalización de la variable disconfort térmico por frio en el ambiente laboral de los tableristas en la sala de control BUNKER.

**Tabla V. Operacionalización de la variable disconfort térmico por frio**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Disconfort Térmico	“Es la combinación de variables que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar de trabajo, la actividad física desarrollada y las características de la ropa o material de protección que llevan” (Alba, A. M et.al 2015).	Observación, análisis y aplicación de una escala de actitudes formado por 10 ítems	Condiciones Ambientales del lugar de trabajo  Actividad física desarrollada  Característica de la ropa o material de protección que lleva.	Humedad relativa (HR) Temperatura de globo (TG) Temperatura de bulbo húmedo (TBH) Temperatura de bulbo seco (TBS) Velocidad de aire o flujo (V)  Trabajo Sedentario (reposado) Trabajo Administrativo (Ligero) Trabajo Operativo (Moderado)  Ropa de Trabajo (Camisa manga larga y pantalones) Ropa Tejida de doble capa.

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población y Muestra

El presente estudio, se desarrolló geográficamente en la latitud norte, longitud occidental en la parte noroccidente del Ecuador, con una extensión de 15954 km<sup>2</sup>.

“En la provincia de Esmeraldas al norte de la región litoral de Ecuador a una altitud de 15 msnm y con clima lluvioso tropical de 25°C en promedio. El conglomerado alberga a más de 534092 habitantes, siendo una de las principales conurbaciones del Ecuador. La ciudad es conocida por ser tradicionalmente el territorio afro ecuatoriano por excelencia.”

([https://es.wikipedia.org/wiki/Esmeraldas\\_\(Ecuador\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Esmeraldas_(Ecuador))).

Fig. 8. Ubicación



Fuente: Página electrónica

La actividad de la empresa es la refinación de Crudos Medianos. Cuenta con áreas Operacionales y no operacionales las cuales detallamos.

Actualmente, está equipada con instrumentación electrónica de punta; funciona sobre la base de un cerebro automatizado conocido como Sistema de Control Distribuido Master (DCS), el mismo que fue creado para el control y monitoreo automático de los procesos de refinación de petróleo.

El sistema comprende varias áreas operativas, las cuales se detallan a continuación.

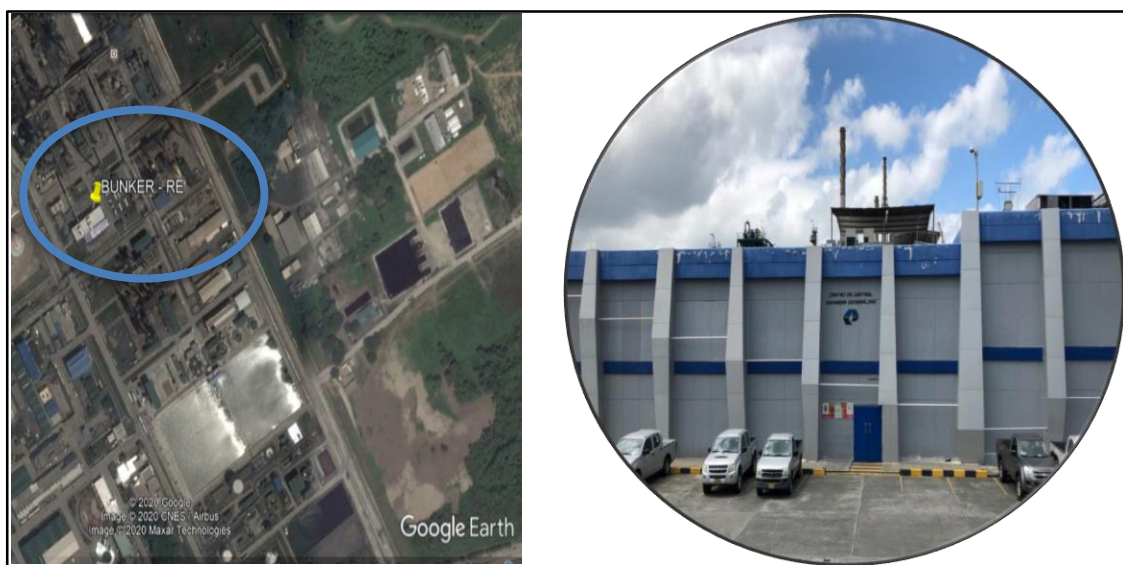
Tabla VI. Áreas de la Empresa

OPERACIONALES	NO OPERACIONALES
No-Catalíticas 1 y 2	Laboratorio
Catalíticas 1, 2 y 3	Despacho
Utilidades	Talleres
Efluentes	Bodega
Transferencia y Almacenamiento	Edificios Administrativos

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las áreas operativas, las cuales se encargan de los procesos operativos de producción del Crudo, se encuentra la sala de control BÚNKER, considerada el área donde se controla los equipos de monitoreo de los tableristas del Bunker tanto para procesos de refinación, así como del sistema distributivo de control (DCS), que permiten operar y transmitir en vivo las operaciones de refinación, transferencia, almacenaje y despacho del crudo y sus derivados en medida de la necesidad corporativa empresarial, suministro, importación y exportación.

Fig. 9. Ubicación - Bunker



Fuente: Elaboración propia

Los funcionarios de esa área operativa, cumplen horarios operativos de 24 horas, los mismos que se distribuyen en turnos rotativos de 8 horas, para este efecto la sala de control cuenta con 5 grupos de trabajo divididos en horarios de 11:00 pm – 07:00 am; 07:00 am – 15:00 pm y 15:00 pm – 11:00 pm, cumpliendo de esta manera con lo establecido en la normativa de la Empresa.

Considerando, el ambiente laboral donde realizan las actividades laborales el personal de la sala de control, referente a los riesgos físicos por exposición a frío; Cabe indicar que el confort térmico es cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan.

La población estuvo compuesta por todos los tableristas de los 5 grupos de trabajo de la sala de control – BUNKER. En esta investigación, se aplicó la técnica de la encuesta, para lo cual se procederá a tomar como muestra a cada trabajador o tablerista de cada grupo de trabajo (5 grupos) de la sala de Control – BUNKER, siendo un aproximado de alrededor de 68 personas. Por ser una población pequeña se trabajará en su totalidad.

### **3.4. Selección de Métodos para evaluación del ambiente laboral**

A continuación, se presenta la siguiente tabla para la respectiva selección de métodos de confort y estrés térmico y establecer el más óptimo para determinar si existe disconfort térmico en la sala de control.

Tabla VII. Selección de Métodos

METODOS	APLICACIÓN
<b>FANGER</b>	- Correcto para valores IMV entre $\pm 2$
<b>ISC</b>	- Humedad Relativa superior al 30% - Aislamiento térmico de la ropa cercano a 0.6 clo o bien a 0clo
<b>WBGT</b>	- Primera aproximación al problema - Debe complementarse con otros métodos
<b>SW</b>	- Siempre (con estrés térmico por calor)
<b>IREQ</b>	- Siempre (por estrés térmico por frio)
<b>WCI</b>	- Para las partes de piel no protegidas por el vestido

Fuente: Ergonomía 2: Confort y estrés térmico

La evaluación del ambiente térmico de la sala de control Bunker, se llevo acabo mediante los siguientes métodos:

- Método NTP 322: Valoración del riesgo de estrés termico: Indice WBGT
- Método NTP 462: Estrés por frio: Evaluación de las exposiciones laborales:
- Metodo NTP 74: Confort Termico – Metodo de Fanger

La selección se realizó en base a las condiciones térmicas en las que se encuentran expuestos los operadores, por lo cual el índice WBGT, se empleó para la evaluación como primera valoración o un primer diagnostico o proximidad del estrés térmico ambiental el mismo que se complementó con el índice IREQ para determinar si existe o no riesgo por estrés termico por frio y por último se aplicó el método de Fanger por ser uno de los más empleados para la valoración del confort térmico siendo este muy completo y práctico.

Las fases mediante la cual se dearrolló este estudio esta enmarcado en el analisis, evaluación y control del disconfort térmico, el mismo que se basa en la medición de variables ambientales presentes en el lugar de trabajo.

Tabla VIII. Fases – Desarrollo de Estudio

Cálculo del índice WBGT
Calculo de estrés térmico por frio – IREQ
Calculo método de Fanger

Fuente: Elaboración propia

Estos indicadores se utilizarán para determinar cuándo una situación presenta riesgos por estrés térmico por frío o estamos ante posibles situaciones de discomfort térmico y así poder plantear posibles alternativas preventivas para este tipo de situación.

### 3.5. Caracterización del puesto de trabajo

El proceso de verificación, control y monitoreo de parámetros de operación de plantas desde el panel de control es la actividad principal que realizan los operadores de la sala de control BUNKER, en base a lo detallado en las Matrices de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgo – MIPER.

En la sala de control, laboran alrededor de 10 – 12 tableristas por turno (3 turnos), los cuales realizan actividades operativas en base al proceso de refinación de hidrocarburos. Mediante la técnica de la observación de las tareas y condiciones de trabajo se ha identificado para el puesto de tablerista de panel de control el presente estudio a fin de evaluar las condiciones térmicas a las que se encuentran expuestos los trabajadores tomando como referencia el turno 1 (23:00 pm – 07:00 am), por ser el turno que presenta más discomfort térmico en referencia a la sensación térmica de los trabajadores.

Fig. 10. Puesto de trabajo - Actividad

		IDENTIFICACION DE PELIGRO															
MACROPROCESO	ACTIVIDAD	TRABAJADORES EXPUESTOS						EXPOSICION		SITUACION	PELIGRO						
		TOTAL	DISTRIBUIDOS POR GENERO Y VULNERABILIDAD					TIEMPO EXPOSICION (HR)	PERIODO		# ORDINAL DE LISTA DE PELIGROS	DESCRIPCION DEL FACTOR DE RIESGO	TIPO	POSIBLES EFECTOS O CONSECUENCIAS	EFECTOS O CONSECUENCIAS REALES		
			Hombres	Mujeres	Discapacitados	Edad Mayor o menor de 18	Subnormal o parientes									Otros	
REFINACIÓN DE HIDROCARBUROS	VERIFICAR, CONTROLAR Y MONITOREAR PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE PLANTAS DESDE EL PANEL DE CONTROL. EJECUTAR ORDENES EN BASE A INSTRUCTIVO APROBADO.	10	10						1	DIARIO	TURNARIO	16	EXPOSICIÓN A RUIDO	FÍSICO	1. IRRITABILIDAD 2. DOLOR DE CABEZA 3. INSOMNIO 4. TRASTORNOS CARDIOVASCULARES 5. ESTRÉS 6. HIPERTENSIÓN	DOLOR DE CABEZA	REGLAN TRABAJADOR DE T
REFINACIÓN DE HIDROCARBUROS	VERIFICAR, CONTROLAR Y MONITOREAR PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE PLANTAS DESDE EL PANEL DE CONTROL. EJECUTAR ORDENES EN BASE A INSTRUCTIVO APROBADO.	10	10						1	DIARIO	TURNARIO	17	ENERGÍA TÉRMICA: EXPOSICIÓN AL FRÍO	FÍSICO	1. VASOCONSTRICIÓN 2. DOLOR DE CABEZA 3. PROBLEMAS GASTROINTESTINALES 5.	DOLOR DE CABEZA	REGLAN TRABAJADOR DE T

Fuente: Matriz Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

Las características principales del puesto de trabajo se detallan en la siguiente tabla.

Tabla IX. Descripción – Tarea

PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	LUGAR DE LA TAREA	TIEMPO DE DURACIÓN (H)
Refinación de Hidrocarburos	Operador de Tablero	Verificar, controlar y monitorear parámetros de operación de plantas desde el panel de control.	Interior (Sala de Control)	8

Fuente: Elaboración Propia

### **3.6. Técnicas e Instrumentos**

Para llevar a cabo, el desarrollo de los objetivos generados en esta investigación, se elaboró y aplicó una escala de actitudes a través de la técnica de la encuesta. La misma que está estructurada de diez preguntas siguiendo la escala de Likert y de respuestas múltiples. Estas preguntas tienen la finalidad de obtener información relacionado a los objetivos específicos de esta investigación.

#### **3.6.1 Instrumentación**

Para la determinación de las diferentes variables e índices globales de bienestar o estrés térmico requieren de instrumentos y equipos los mismo que se utilizaron para realizar las respectivas mediciones en la sala de control Bunker.

El equipo DELTA OHM HD 32.2 se utiliza para analizar el índice WBGT en presencia o ausencia de irradiación solar. Según las magnitudes detectadas el medidor puede calcular el índice WBGT (in) en presencia o ausencia de irradiación solar o el índice WBGT (out) en presencia de irradiación solar.

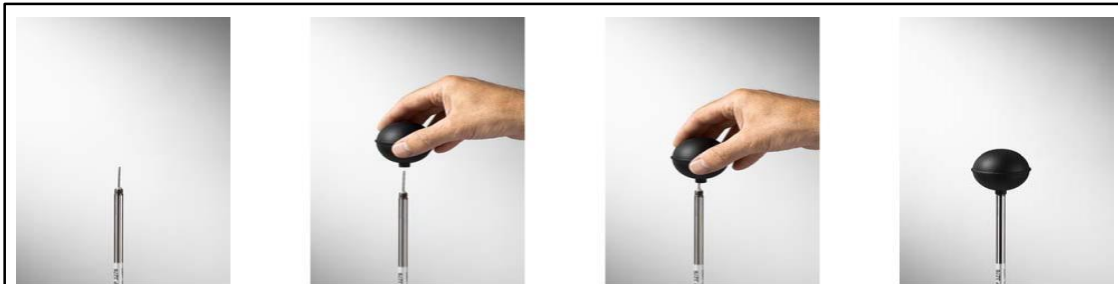
### 3.6.2. Armado del equipo y sondas de temperatura

Fig. 11. Armado del Equipo



Fuente: Elaboración propia

Fig. 12 Armado de Sonda - Temperatura Globo



Fuente: Elaboración propia

Fig. 13. Armado de Sonda - Temperatura Bulbo Húmedo



Fuente: Elaboración propia

Para armar la sonda de bulbo húmedo seguir los siguientes pasos.

- Sacar el tapón, el tapón no está atornillado
- Insertar la mecha de algodón en la sonda de temperatura, la mecha debe ser mojada previamente con agua destilada.
- Llenar hasta  $\frac{3}{4}$  con agua destilada
- Cerrar con el tapón el contenedor, tener cuidado de no girar la sonda en forma vertical porque el agua destilada se riega
- La mecha de algodón tiene que sobresalir de la sonda de temperatura aproximadamente 20mm, la mecha con el tiempo se calcifica (se endurece) así que es necesario remplazar periódicamente.

### **3.7. Análisis de datos**

La información obtenida de esta investigación, fue procesada mediante las técnicas e instrumentos de recolección de datos, utilizando para el procesamiento Office Excel. Se calcularán frecuencias y porcentajes en las variables cualitativas y el estadístico descriptivo, en las variables cuantitativas o numéricas. La representación de los datos se realizará a través de tablas estadísticas que involucra la recopilación de datos, consolidación de datos, interpretación de datos y finalmente validación de los mismos ya que busca cuantificar los datos obtenidos aplicando una forma de Sistema de Análisis estadístico (SAS). Además del análisis del metabolismo de los trabajadores en base a las encuestas realizadas, por otra parte, los datos de las mediciones fueron obtenidos mediante instrumentos de medición de estrés térmico y los cálculos en base a los métodos seleccionados de modo que todos los análisis realizados se transformen en información efectiva a fin de llegar a las respectivas conclusiones.

## **CAPITULO IV**

### **4. Resultados**

#### **4.1. Desarrollo del estudio y evaluación**

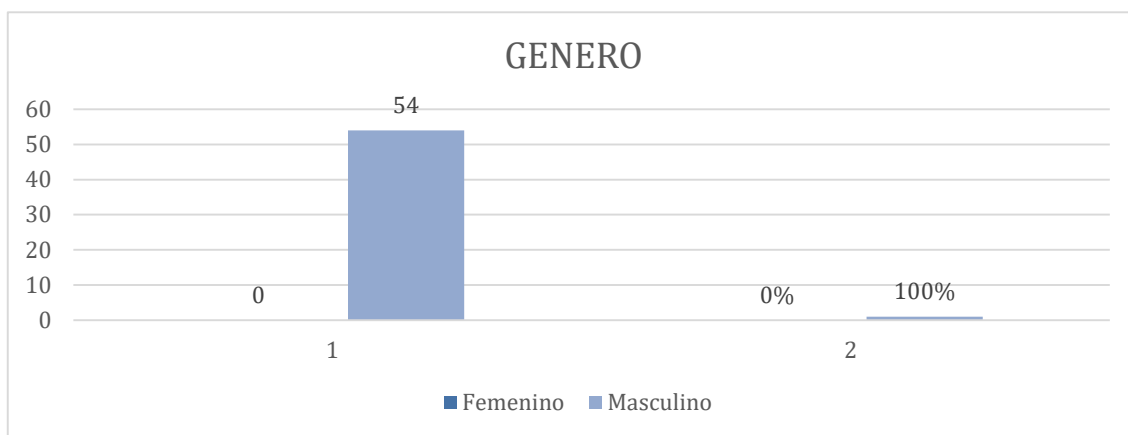
La exposición a bajas temperaturas en el área de trabajo puede generar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores de la sala de control BUNKER, por esta razón si la realización de sus actividades en estos ambientes es importante su evaluación a fin de determinar las medidas que permitan reducirlo hasta niveles aceptables.

Por lo descrito anteriormente, la exposición al frio puede ocasionar a los trabajadores disconfort térmico, entendiéndose como tal el rango de temperaturas ambientales dentro de las cuales una persona, con una vestimenta específica, mantiene el balance térmico corporal gracias a los mecanismos de respuesta fisiológicos. No obstante, una sensación de disconfort puede causar un factor de distracción, especialmente para el caso de tareas que requieran concentración y vigilancia.

##### **4.1.1. Encuestas Realizadas**

Cincuenta y cuatro trabajadores de la sala de control BUNKER participaron en el estudio, todos varones y de nacionalidad ecuatoriana; el estudio fue realizado en los tres turnos del horario operativo establecido en las instalaciones. Los resultados que arrojen las encuestas realizadas serán automáticamente las variables que van a influir en primera línea en el disconfort térmico por frio dentro de las actividades ejecutadas por el personal en la sala de control.

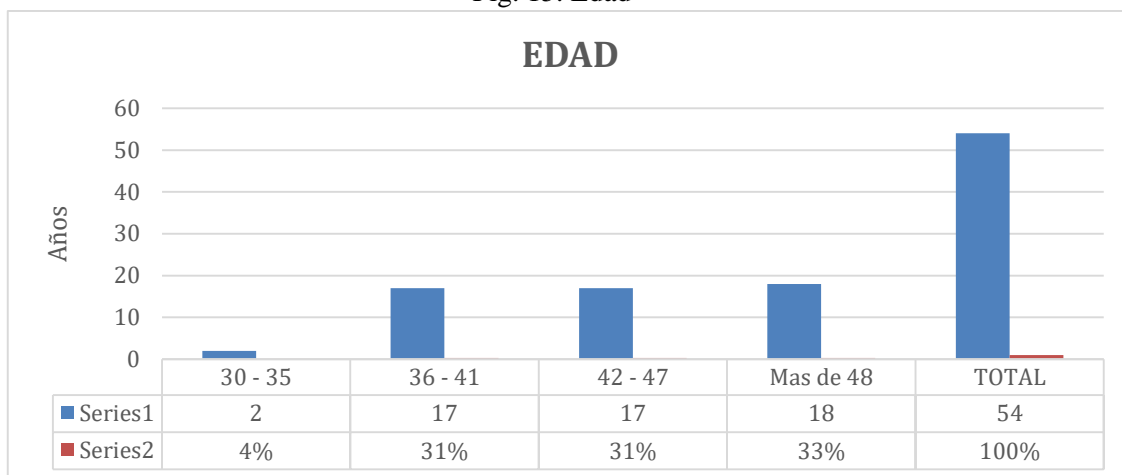
Fig. 14. Género



Fuente: Encuesta

En el gráfico de la pregunta N° 1, se pudo observar que el 100% del personal que labora en la sala de control BUNKER es de género masculino.

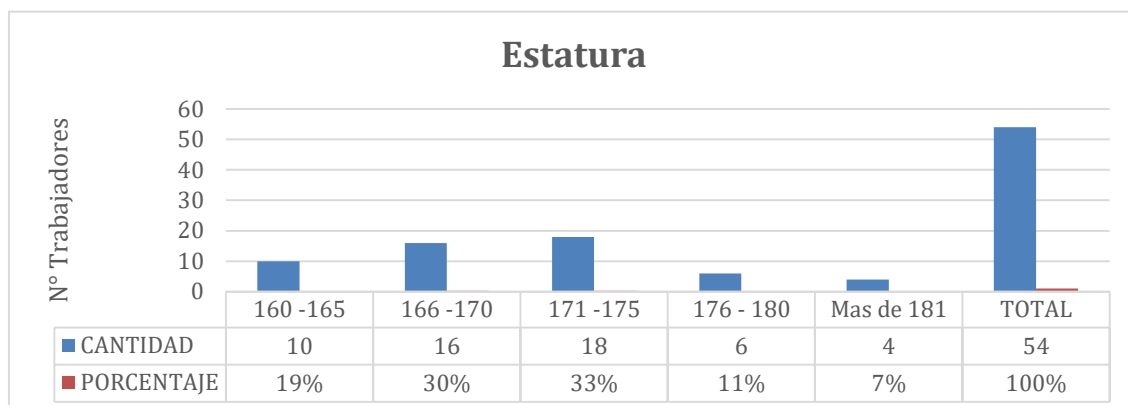
Fig. 15. Edad



Fuente: Encuesta

En el gráfico de la pregunta N°2, en relación a la edad de los trabajadores, se observó que el 4% se encuentran entre las edades de 30 a 35 años, mientras que el 31% están entre las edades de 36 a 41 años, de igual forma se encontró el 31% entre las edades de 42 a 47 años y el 33% entre las edades de 48 años en adelante.

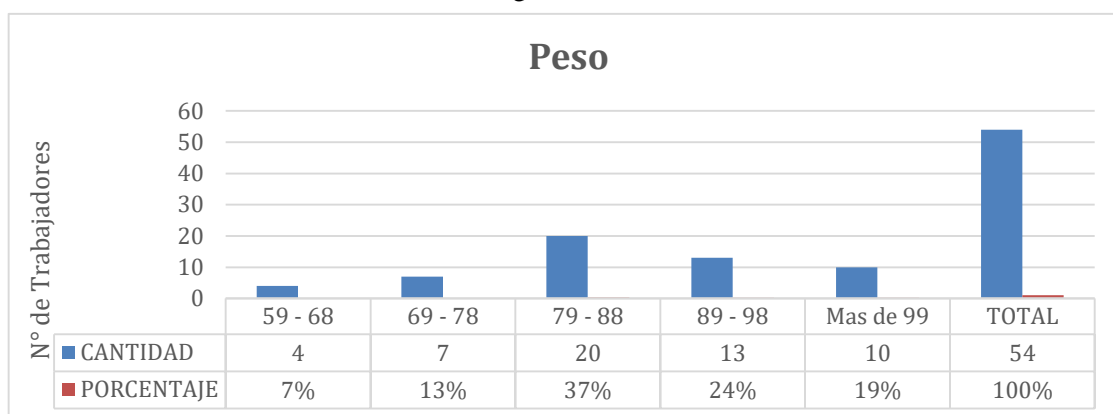
Fig. 16. Estatura



Fuente: Encuesta

En el gráfico de la pregunta N°3, en relación a la estatura de los trabajadores, se encontró que el 19% se refleja entre las estaturas de 160 a 165 cm, mientras que el 30% entre las estaturas de 166 a 170 cm, el 33% entre las estaturas de 171 a 175 cm, el 11% entre las estaturas de 176 a 180 cm y el 7% con una estatura de 181 cm en adelante.

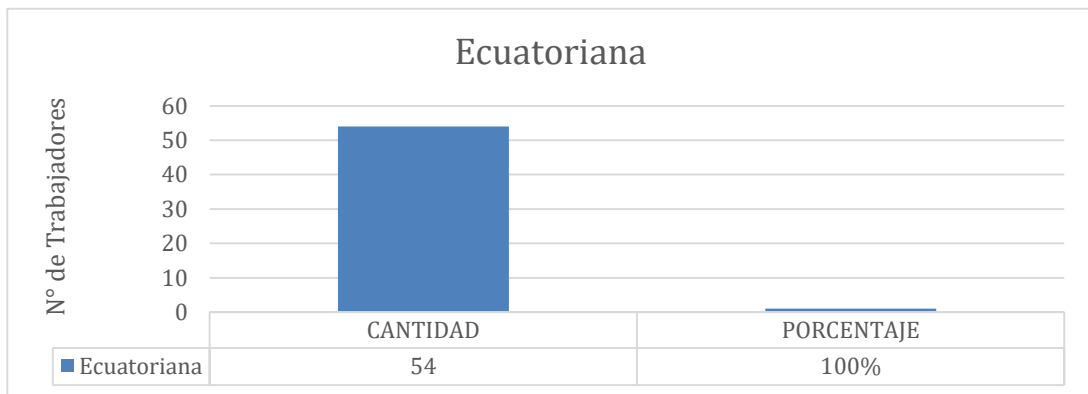
Fig. 17. Peso



Fuente: Encuesta

En el gráfico de la pregunta N°4, con respecto al peso de los trabajadores, se observó que el 7% se encuentra entre los 59 a 68 kg, mientras que el 13% entre los 69 a 78 kg, el 37% entre los 79 a 88 kg, el 24% entre los 89 a 98 kg y el 19% con peso de 99 kg en adelante.

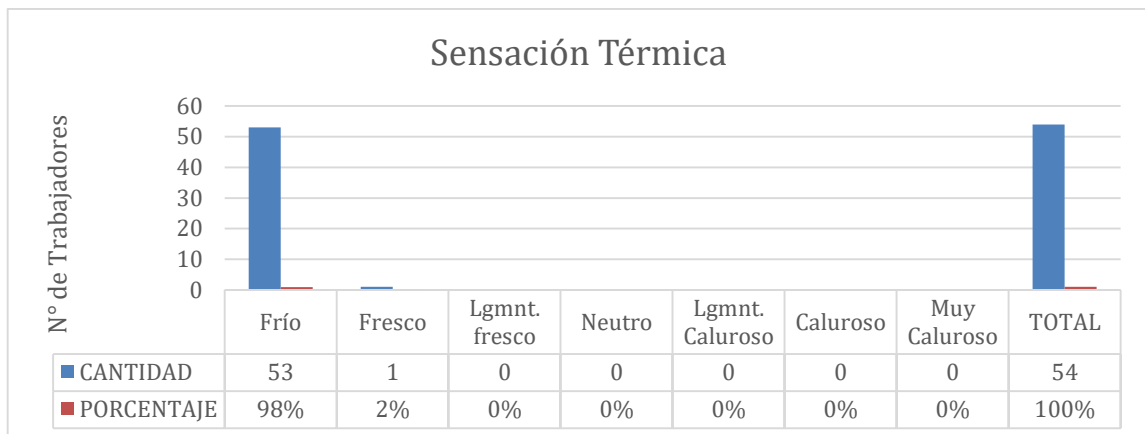
Fig. 18. Nacionalidad



Fuente: Encuesta

En el gráfico de la pregunta N° 5, se pudo observar que el 100% del personal que labora en la sala de control BUNKER es de nacionalidad ecuatoriana.

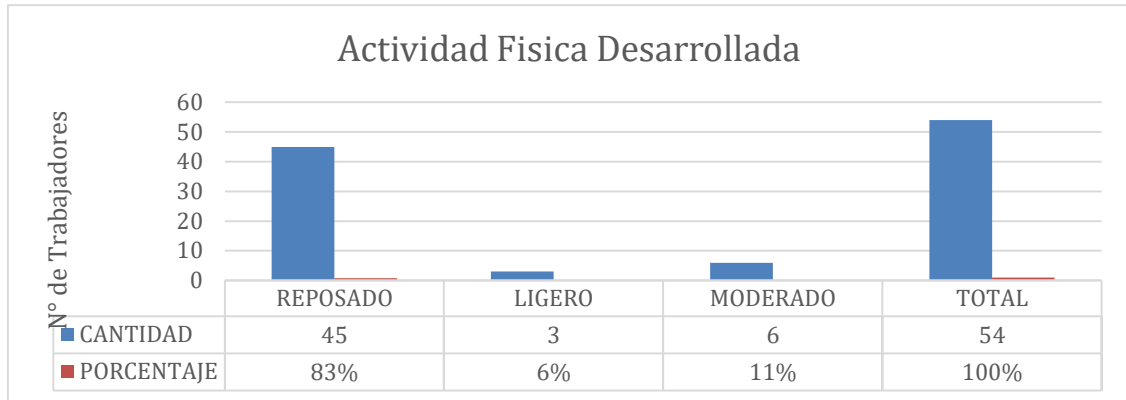
Fig. 19. Sensación Térmica



Fuente: Encuesta

En el gráfico de la pregunta N°6, en relación a la Sensación Térmica de los trabajadores, se observó que el 98% tiene una sensación térmica de frío, mientras que el 2% tiene una sensación térmica fresco.

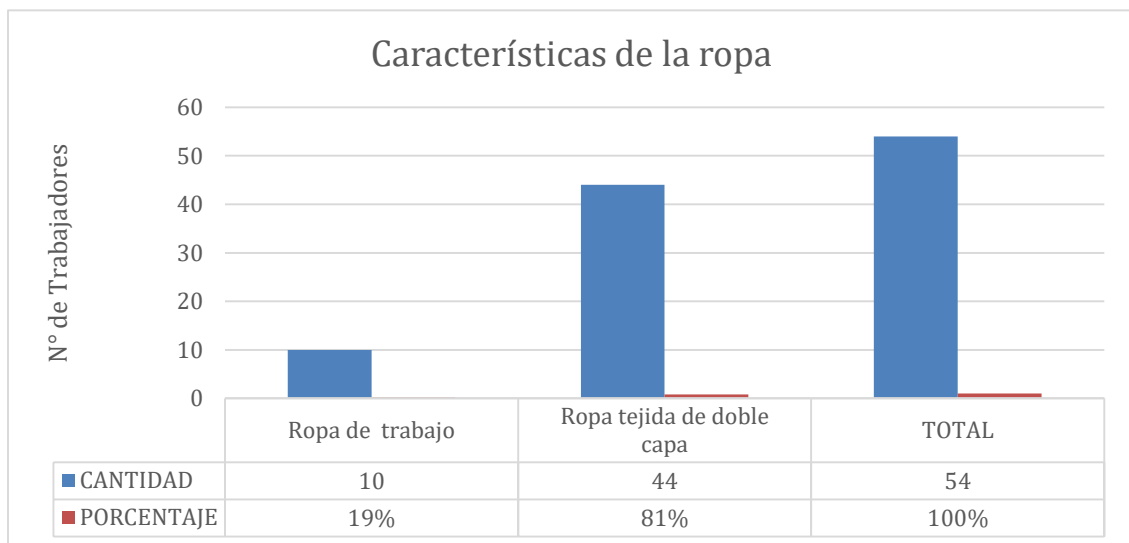
Fig. 20. Actividad Física Desarrollada



Fuente: Encuesta

En el gráfico de la pregunta N°7, en relación con la Actividad física desarrollada de los trabajadores, se observó que el 83% tiene una actividad física desarrollada reposada, mientras que el 6% tiene es ligera y el 11% tiene una actividad física desarrollada moderada.

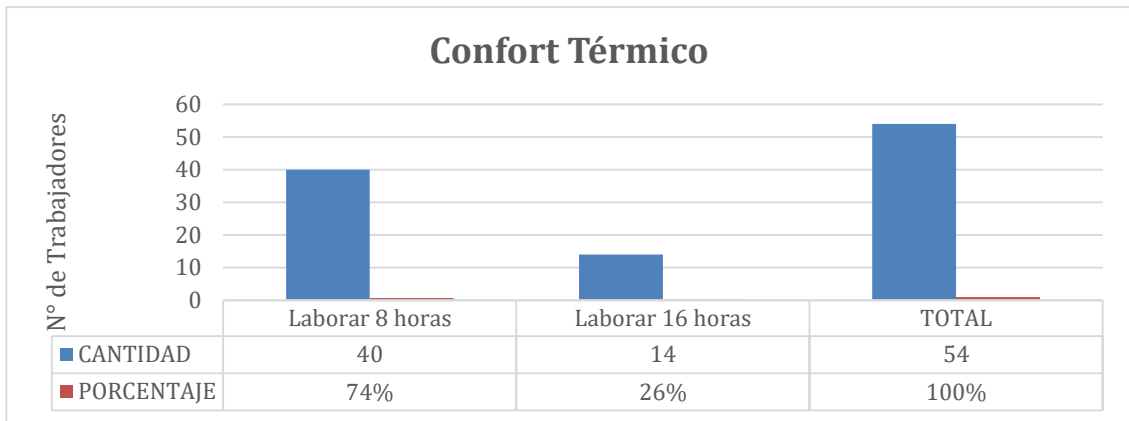
Fig. 21. Características de la ropa



Fuente: Encuesta

En el gráfico de la pregunta N°8, con respecto a las características de la ropa o material de protección que llevan los trabajadores, reflejó que el 19% lleva ropa de trabajo (camisa manga larga y pantalón), mientras que el 81% lleva ropa tejida de doble capa.

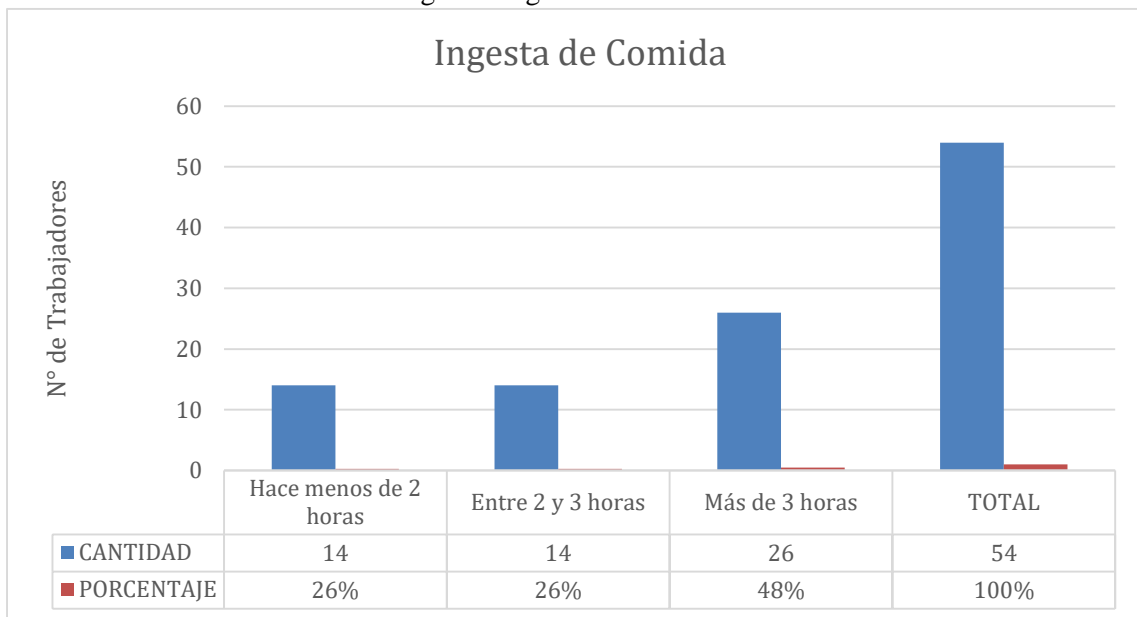
Fig. 22 Confort Térmico – Horas de Trabajo



Fuente: Encuesta

En el gráfico de la pregunta N°9, con respecto a la percepción de confort térmico para laborar en un ambiente adecuado, el 74% de los trabajadores señaló 8 horas, mientras que el 26% 16 horas.

Fig. 23. Ingesta de Comida



Fuente: Encuesta

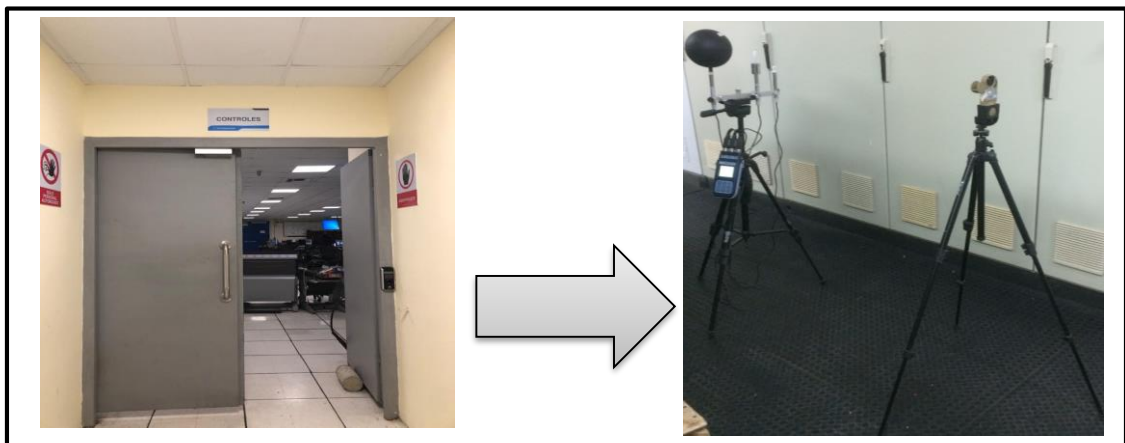
En el gráfico de la pregunta N°10, en relación a la Ingesta de comida de los trabajadores, reflejó que el 26% ingirió comida hace menos de 2 horas, el 26% ingirió comida entre 2 y 3 horas, mientras que el 48% ingirió comida hace más de 3 horas.

## 4.2. Mediciones

Las mediciones dentro del ambiente térmico en la sala de control del BUNKER, se realizó en los tres turnos de trabajo establecidos en las Instalaciones, dentro de un cuarto cerrado (sala de control) sin influencia de las condiciones ambientales externas, además el lugar cuenta con acondicionamiento de aire (regulación de temperatura), este proceso se llevó a cabo asegurando que las condiciones operativas y administrativas sean las óptimas o normales, a fin de obtener resultados precisos para este estudio.

El método de ensayo para la evaluación de los trabajadores de la sala de control del BUNKER fue basado en los métodos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Fig. 24. Sala de Control - BUNKER



Fuente: Elaboración propia

El resultado de las mediciones efectuadas en la sala de control del BUNKER se detalla a continuación.

- Sala de Control – Turno 1

Tabla X. Mediciones Turno 1

Hora de inicio	00:25	Hora de fin:	00:39
Temperatura media del aire (Ta)	19.0 ° C		
Temperatura radiante media (Tr)	19.5 ° C		
Velocidad media del aire	0.0		
Humedad relativa	55.4%		

Fuente: Mediciones realizadas

- Sala de Control – Turno 2

Tabla XI. Mediciones Turno 2

Hora de inicio	11:30	Hora de fin:	11:44
Temperatura media del aire (Ta)	19.0 ° C		
Temperatura radiante media (Tr)	19.5 ° C		
Velocidad media del aire	0.0		
Humedad relativa	51.6%		

Fuente: Mediciones realizadas

- Sala de Control – Turno 3

Tabla XII. Mediciones Turno 3

Hora de inicio	20:31	Hora de fin:	20:45
Temperatura media del aire (Ta)	18.8 ° C		
Temperatura radiante media (Tr)	19.5 ° C		
Velocidad media del aire	0.0		
Humedad relativa	57.3%		

Fuente: Mediciones realizadas

### 4.3. Cálculo Índice WBGT


El índice WBGT, se calculó mediante dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. Cabe indicar que en casos donde son ambientes abiertos se emplea la temperatura seca del aire TA.

Este índice reveló las características del ambiente como un primer diagnóstico o aproximación al problema, las mismas que no deben sobrepasar el valor límite que depende de la carga metabólica CM que generan los trabajadores al momento de realizar sus actividades.

A continuación, se detallan los resultados de las mediciones realizadas en la sala de control con el equipo DELTA OHM HD 32.2.

Fig. 25. Resultados obtenidos - WBGT

N° PUESTO DE TRABAJO	N° TAREA	MEDICIONES					
		T BULBO HÚMEDO (°C)	T DE GLOBO (°C)	T AMBIENTAL (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE (m/s)	WBGT INTERIOR (°C)	WBGT EXTERIOR (°C)
1	1	16.4	19.3	19.2	0	17.3	17.2

The image shows a handheld digital thermometer device with a screen displaying the following readings: 16.4 °C, 19.3 °C, 19.2 °C, 0 m/s, 17.3 °C, and 17.2 °C. A blue arrow points from the left towards the device.

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenidos los resultados, los mismos que se incluyeron en la ecuación para el cálculo del índice WBGT, tomando como referencia el puesto de trabajo estudiado y las condiciones ambientales, se pudo detectar si existe condiciones críticas o fuera de la zona de confort y a partir de ese diagnóstico determinar los factores que provocan dichas condiciones para poder actuar sobre los mismos.

La fórmula para el índice es la siguiente:

- $WBGT = 0,7 \cdot Th + 0,3 \cdot Tg$  (°C) (sin exposición solar)
- $WBGT = 0,7 \cdot Th + 0,2 \cdot Tg + 0,1 \cdot Ta$  (°C) (con exposición solar)

Siendo:

Th: Temperatura húmeda

Tg: Temperatura de globo

Ta: Temperatura seca del aire.

Cabe indicar, que para este estudio se utilizó la fórmula para el índice: sin exposición solar en vista de que los trabajadores están en un espacio bajo cubierta.

Entonces:

$WBGT: (0,7 \cdot 16,4^{\circ}\text{C}) + (0,3 \cdot 19,3^{\circ}\text{C})$

$WBGT: 17,27^{\circ}\text{C}$

Posteriormente, se procedió a determinar el consumo metabólico de la población de la sala de control, según lo establecido en el (INSHT NTP 323, 1993), de los operadores de la sala de control BUNKER, se realizó el cálculo de la carga metabólica en base a las actividades que desempeñan los operadores del área antes mencionada.

Para este cálculo se tomó como referencia las encuestas realizadas donde expresan que los operadores del grupo de trabajo son hombres de contextura normal a gruesa (gorda) con edades entre los 30 y 48 años, los cuales desarrollan las mismas actividades físicas y con un tiempo de exposición al ambiente frío de 8 horas laborables.

En base a la caracterización de las tareas calcularemos nuestra carga Metabólica M, donde:

- Metabolismo Basal promedio: 44,483 w/m<sup>2</sup> (edad y sexo)
- Postura sentada: 10 w/m<sup>2</sup>
- Tipo de trabajo: Con las manos medio: 35 w/m<sup>2</sup>
- $M = 89,483 \text{ w/m}^2 - 139 \text{ kcal/h}$

Deducidos los datos necesarios, se pudo determinar si la población de los trabajadores se encuentra expuesta o no a situaciones de riesgo por estrés térmico, para lo cual se utilizó

la siguiente tabla de valores límites de referencia para el índice WBGT (ISO 7243) y así comprobar si el puesto de trabajo en la sala de control sobrepasa los niveles máximos permisibles.

Fig. 26. Valores límites de WBGT

Consumo metabólico (kcal/h)	WBGT límite (°C)			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	Velocidad aire = 0	Velocidad aire ≠ 0	Velocidad aire = 0	Velocidad aire ≠ 0
≤ 100	33	33	32	32
100-200	30	30	29	29
200-310	28	28	26	26
310-400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Fuente: ISO 7243

La evaluación del puesto de trabajo estudiado se presenta en la siguiente tabla con todos los resultados obtenidos de las mediciones y cálculos realizados.

Tabla XIII. Evaluación de riesgo por estrés térmico

Puesto de Trabajo	Índice WBGT °C	Consumo Metabólico kcal/h	TLV Índice WBGT °C	Riesgo de Estrés Térmico
Operador de Tablero	17,27	139	30	No existe Riesgo

Fuente: Elaboración Propia

Una vez realizado todos los cálculos del índice WBGT, en base a las temperaturas indicadas y la ecuación antes detallada, arrojó un valor de 17.27°C, mientras que el metabolismo de los operadores calculado fue de 139 kcal/h, en ese sentido el WBGT límite para el consumo metabólico determinado que indica la gráfica (fig. 26) para ese valor es de 30°C y conociendo que nuestra velocidad del aire es 0 m/s<sup>2</sup>, se estableció que no existe un entorno de riesgo por estrés térmico en estas condiciones y según esta norma técnica.

#### 4.4. Cálculo Índice IREQ: Estrés por frío

Manteniendo el criterio antes calculado, se definió el IREQ (aislamiento de la vestimenta), mediante la NTP 462 (INHST, España), para el cálculo del estrés térmico por frío, teniendo en cuenta los parámetros puntuales que son la velocidad del aire ( $V_a$ ) y la temperatura del aire ( $T_a$ ).

$$T_a: 19^\circ\text{C} \qquad V_a = 0 \text{ m/s}$$

$$M = 89.483 \approx 115 \text{ w/m}^2 \qquad \mathbf{IREQ = 1.16}$$

Fig. 27. Valores de IREQ

$V_{ar}$ (m/seg)	IREQ <sub>min</sub> (clo) para M = 115 w/m <sup>2</sup>					
	$t_a$					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	1.16	1.51	1.86	2.20	2.89	3.58
0.5	1.24	1.58	1.93	2.27	2.95	3.63
1	1.32	1.66	2.00	2.34	3.02	3.70
2	1.40	1.74	2.07	2.41	3.08	3.76
5	1.49	1.82	2.15	2.49	3.15	3.82

Fuente: NTP 462

Una vez calculado el IREQ, se procedió a determinar el índice de Clo como dato requerido para este estudio. Analizando la ropa de trabajo (dotación), con la que los trabajadores realizan sus actividades diarias, de esta manera podremos verificar si los operadores de la sala de Control BUNKER están expuestos a un riesgo por estrés térmico por frío. Para lo cual, se analizará el índice de resistencia térmica (clo), de la vestimenta del personal, según la NTP 462.

Tabla XIV. Índices Clo

VESTIMENTA	RESISTENCIA TERMICA (clo)
Calzoncillos	0.03
Camisa Mangas Largas	0.25
Pantalón	0.25
Abrigo	0.60
Calcetines, gruesos, largos	0.10
Botas	0.10
<b>TOTAL</b>	<b>1.33</b>

Fuente: NTP 462

Calculado el índice de resistencia térmica Clo de la dotación que se entrega a los trabajadores, se calcula el Iclr (resistencia térmica), tomando como referencia el criterio de la norma ISO 9220 (resumen en la tabla XV) y teniendo en cuenta la actividad metabólica M, se detalla:

Tabla XV. Iclr

Iclr= 0,9Icl → Para esta condición de M	$M \leq 100\text{W/m}^2$ (trabajos estáticos)
Iclr= 0,8Icl → Para esta condición de M	$M > 100\text{W/m}^2$ (trabajos dinámicos)

Fuente: NTP 462

Por lo tanto:

$$Iclr = 1.33 \text{ clo}$$

$$Iclr = 0.9 \times 1.33; \text{ debido a que } M = 80$$

$$Iclr = 1.197 \approx 1.2$$

Teniendo como resultado que el  $Iclr = 1.20 > IREQ = 1.16$ , podremos decir que no existe riesgo de estrés térmico por frío que afecte la integridad física de los trabajadores, ya que la resistencia térmica (Iclr) es mayor que el aislamiento térmico requerido (IREQ), siempre y cuando utilicen y mantengan adecuadamente la dotación de ropa de trabajo entregada por la Institución, a fin de salvaguardar mayormente la salud y seguridad de los tableristas del BUNKER y prevenir riesgos ergonómicos ambientales (confort térmico).

#### **4.5. Cálculo del disconfort térmico por el método de Fanger**

El cálculo del disconfort térmico, se determinó según los requerimientos de la NTP 74 del INSHT, por ser el método más idóneo, completo y práctico para evaluar confort térmico y por ello es ampliamente usado en todo el mundo, tanto para el diseño de las condiciones térmicas de confort de lugares de trabajo como en la evaluación del bienestar térmico general o global del ambiente.

Para la respectiva evaluación de este método, se utilizó un software del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), propuesto por la norma UNE ISO 7730 validado para estudios de análisis de higiene laboral, a fin de resolver la complejidad de las ecuaciones desarrolladas por Fanger, los datos ingresados corresponden a las mediciones y cálculos obtenidos como:

- Metabolismo: 89.483 w/m<sup>2</sup>
- Índice de resistencia térmica de la ropa de trabajo Clo: 1.33
- Velocidad del aire: 0.0
- Humedad Relativa: 55.4%
- Temperatura del aire: 19°C
- Temperatura radiante media: 19.5°C

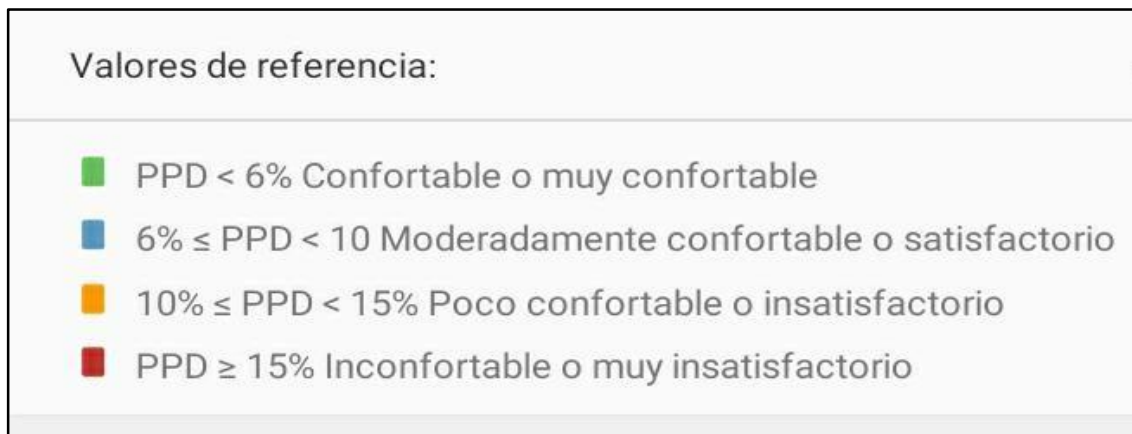
Por consiguiente, estos valores se ingresaron al software y se procedió a calcular el confort térmico de la sala de control, el cual arrojó los siguientes resultados.

Fig. 28. Resultado – Método FANGER



Fuente: Calculadora INSST – Actualizada

Fig. 29. Valores de Referencia – Método FANGER



Fuente: Calculadora INSST – Actualizada

Una vez obtenidos los resultados se pudo determinar que los trabajadores de la sala de control se encuentran expuestos a un ambiente moderadamente confortable o satisfactorio es decir, que con un PMV de - 0,26 se encuentra en el rango de PMV entre 0 y - 0,5 que corresponde a una sensación de un poco de frio, esto debido a que su generación de calor no es tan considerable por la actividad física que desarrollan en el trabajo (sedentaria), lo que indica que no existe un disconfort térmico en el área.

Por otro lado, se observó que hay un PPD (personas insatisfechas) del 6% que presenta inconformidad térmica debido a sus características individuales y fisiológicas por lo que se determina en base al método que, aunque exista un ambiente térmico neutro es decir ni frío ni calor habrá un 5% de personas insatisfechas lo que deduce que no es posible especificar ni conseguir unas condiciones idóneas que satisfagan a todos los trabajadores por lo cual se determinó alternativas como una prenda (chompa con aislamiento térmico) que consigan valores de PMV dentro de la zona de mayor confort.

Si bien la sensación térmica es ligeramente de frío, la misma no sale de rangos excesivos, por lo tanto, el PMV -0.26 es manejable con medidas de control básicas y poco complejas, en términos generales, ajustando la vestimenta (ropa), se consigue controlar dichas diferencias en la temperatura que pueden provocar lo que conocemos como discomfort.

## CAPÍTULO V

### 5. Discusión

Una vez conocido, seleccionado y aplicado los respectivos métodos y técnicas para la evaluación de ambientes térmicos, se analizó los resultados obtenidos, a fin de identificar y evaluar los posibles riesgos asociados al ambiente térmico, dentro de las actividades que realizan los trabajadores respecto al puesto de trabajo que establecen las MIPER – Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos y en base a las evaluaciones realizadas podemos determinar objetivamente a que riesgos principales están expuestos los operadores y así determinar precisamente las medidas adecuadas de seguridad y salud para el personal (operadores) de la sala de control.

El malestar por frío que expresan los operadores, surge al producirse una pérdida o caída de calor en todo el cuerpo o en una parte del mismo al experimentar temperaturas cercanas a los 20°C, por lo cual, se evaluó el riesgo mediante métodos, técnicas y normas orientadas a exposiciones laborales por frío, con el método NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT, de las normas técnicas del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, tomando los resultados como un primer diagnóstico clave para el análisis del ambiente térmico laboral.

Asimismo, se contempló el método NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales, para obtener una evaluación del riesgo más puntual en base a parámetros ambientales e individuales y comprobar si existe riesgo por estrés térmico en la sala de control.

Finalmente, se utilizó el método NTP 74: Confort Térmico – Método de Fanger para la valoración del nivel de confort térmico del ambiente de trabajo de la sala de control Bunker de RE, una vez que evaluados los métodos anteriores no se obtuvieron resultados de estrés térmico.

Relacionando los tres métodos, con las variables medidas, una temperatura radiante de 19°C, el índice Clo de 1.33 y un índice Iclr de 1.20, se concluye que el factor que causa el desequilibrio en el ambiente térmico es la tasa metabólica que es aproximadamente de 89 w/m<sup>2</sup>, la cual representa un trabajo de bajo desgaste físico (trabajo estático), por lo que los trabajadores experimentan un ligero declive de temperatura y por tanto un ligero discomfort térmico por frío, definido en base a los métodos antes descritos utilizados para esta investigación. Cabe manifestar, que no es posible especificar ni conseguir unas condiciones termohigrométricas ideales que satisfagan a todos los trabajadores (operadores) del Bunker, debido a sus características individuales como peso, edad, sexo, etc. Lo que sí es posible lograr es que estas condiciones mejoren mediante controles técnicos y médicos para el buen desempeño personal y laboral.

De esta forma, se exponen los aspectos principales de cada método utilizado con el propósito de obtener una mejor perspectiva del estudio realizado y orientar el mismo a implementar las medidas de control necesarias en base a los métodos analizados, de esta forma obtendremos, mejores resultados en lo que concierne al discomfort térmico que sienten los operadores al momento de realizar sus actividades y consecutivamente reducir los efectos a la seguridad y salud producidos por exposición al frío, como: efectos respiratorios, efectos cardiovasculares, lesiones por frío entre otros.

## CAPITULO VI

### 6. Conclusiones y Recomendaciones

El presente estudio está destinado a proteger a los trabajadores de los efectos de estrés por frío y lesiones por frío, así como también la exposición a condiciones de trabajo en ambientes fríos.

Una vez que en el presente estudio hemos identificado a través de técnicas y métodos el nivel de discomfort térmico por parte de los trabajadores encuestados de la sala de control del BUNKER y evaluado el ambiente térmico a de la población se detallan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

#### 6.1. Conclusiones

- Es necesario e importante que todo ambiente laboral brinde las condiciones adecuadas se salud y seguridad, es por ello que ante cualquier situación técnica, ambiental o individual que ponga en riesgo al trabajador es preciso su evaluación a través de las diferentes metodologías, normativas y técnicas en base a la seguridad, salud y ambiente a fin de salvaguardar la integridad física del recurso humano.
- Se consideró que la tasa metabólica es un factor predominante, ya que se evaluó el rango de edades comprendidas entre los 48 años en adelante siendo todos hombres y efectuando actividades de tipo estático equivalente a un personal vulnerable a la sensación térmica.
- Para el puesto de trabajo estudiado se logró identificar a través de los métodos y técnicas que, aunque la demanda energética de los operadores de la sala de control es baja no existe riesgo de estrés térmico por frío con un ambiente térmico global valorado como moderadamente confortable, esto en base a la metodología utilizada que sugiere que las mediciones sean realizadas donde las condiciones ambientales sean más fuertes, es por ello que las mismas

fueron tomadas en la madrugada del turno 1 por ser la condición más propensa al frío.

- Para la evaluación de cada uno de los métodos expuestos se utilizaron equipos de medición apropiados para llevar a cabo el presente estudio, con el equipo DELTA OHM HD 32.2, para el desarrollo y aplicación de los métodos antes expuestos, se determinó que las variables influyen en los intercambios térmicos, lo que puede ocasionar o generar discomfort térmico en un ambiente determinado.
- Considerando, las evaluaciones realizadas por los diferentes métodos descritos, podemos enmarcar de forma específica y precisa las técnicas o mecanismos generales e individuales de prevención necesarias para reducir los efectos por exposición al frío

## **6.2. Recomendaciones**

- Cambio de la dotación de ropa de trabajo y Equipos de protección personal de los trabajadores: Una de las razones por las cuales se deberá actuar en este punto, es debido a que el ambiente térmico de la sala de control y DCS del BUNKER al no poder intervenir en él, ya que el mismo es ideal para mantener la conservación y funcionamiento óptimo de los equipos; por lo que se debe contar con prendas que cuenten con dos aspectos fundamentales, protección térmica y comodidad para la realización del trabajo.
- Para evitar que los trabajadores perciban una sensación de discomfort térmico Algunas de las medidas preventivas que podrían considerarse son: Proteger las extremidades de los operadores, ya que es una forma de evitar el enfriamiento localizado. Seleccionar la vestimenta adecuada, provee la evaporación del sudor evitando que pueda enfriarse Ingerir líquidos calientes, esto ayuda a recuperar pérdidas de energía calorífica
- Realizar chequeos médicos preventivos, como medida protectora para detectar disfunciones circulatorias, problemas dérmicos, etc.
- Capacitación y Adiestramiento como medida de prevención en los grupos de trabajo: Una vez gestionado las prendas de la dotación de ropa de trabajo que

se proporcionará a todos los trabajadores de la sala de control y DCS del BUNKER, se deberá a proceder a realizar el adiestramiento y capacitación en el uso adecuado de las prendas de aislamiento térmico, asimismo reforzar y fortalecer los beneficios que persigue la empresa en temas de Seguridad y Salud Ocupacional en el trabajo, la obligación del uso permanente de las prendas mientras se encuentren en el área de trabajo con ambiente térmico desfavorable y las consecuencias de no usar las mismas en el ámbito de salud.

- Realizar un programa de control en seguridad y vigilancia a la salud, enfocándose en el comportamiento de los trabajadores y condiciones de trabajo.
- Construcción de un Data Center, en el cual solo se instalarían los gabinetes del sistema de control informático que necesita de temperaturas bajas para mantener la integridad física de los equipos como: red, servidores, estaciones, router, etc., de esta forma la sala de control – Bunker contaría únicamente con equipos y/o instrumentos como monitores y teclados mismos que no exigirían temperaturas bajas, aprovechando de esta manera las bondades de la tecnología, a fin de lograr un confort térmico para los trabajadores de la sala de control Bunker.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, A., & Morales, L. (mayo de 2018). *Confort térmico en actividades de oficina: caso de estudio "Municipalidad de Ambato*. Ambato Ecuador. Obtenido de <http://polired.upm.es>
- Anguita, A., Arco, J., & Hidalgo, D. (2018). *Estudio del confort térmico en las aulas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universidad de Granada*. Granada - España. Obtenido de <http://polired.upm.es>
- Avelar, F. (Mayo de 2015). *Estudio de estrés térmico en los ambientes laborales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador*. San Salvador- El Salvador.
- Bronstein, S. (2018). *Índice WBGT para evaluar el estrés térmico*. Obtenido de [https://www.academia.edu/5130934/%C3%8Dndice\\_WBGT\\_para\\_evaluar\\_el\\_estr%C3%A9s\\_t%C3%A9rmico](https://www.academia.edu/5130934/%C3%8Dndice_WBGT_para_evaluar_el_estr%C3%A9s_t%C3%A9rmico)
- Chavez, d. V., & Javier, F. (2002). *Zona variable de confort térmico*. QUITO. Obtenido de [https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6104/06CAPITULO\\_1.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6104/06CAPITULO_1.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- Confederación General del Trabajo, C. (2012). El Ambiente Termico. *Salud Ambiental*, 5-6. Obtenido de <https://www.cgt-lkn.org/bizkaia/gestamp/files/2012/06/El-ambiente-termico-n1.pdf>
- Cruz, J. (04 de 2017). *El estudio de las condiciones térmicas en trabajadores de una fabrica de plasticos para empaque*. Tesis, UTE, Quito Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/18121?show=full>
- Ergonautas. (2015). *Metodo Fanger*. Obtenido de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php>
- Fagúndez, D., & Camacho, I. (ENERO de 2013). Estrés Térmico en Trabajadores Expuestos al Área de Fundición. *Ciencia & Trabajo*, 15(46), 31 -34.
- García, Á. (13 de Noviembre de 2016). Confort Termico. 124. Murcia. Recuperado el 4 de Julio de 2020, de confort térmico - CARM.es [www.carm.es › web › servlet › integra.servlets.Blob](http://www.carm.es/web/servlet/integra.servlets.Blob)
- Garcia, F. (1994). Clima y confortabilidad humana aspecto metodológico. *SERIE GEOGRAFICA*, 110.
- Guamán, Á., & Cabrera, A. (2019). *Estudio de confort térmico en las salas de monitoreo de un sistema integrado de seguridad*. Ambato Ecuador. Ambato Ecuador. Obtenido de <http://192.188.46.193/bitstream/123456789/71990/1/GUAM%c3%81N%20PALATE%20%c3%81LVARO%20REINALDO-2019.pdf>
- Hidalgo, A. (2015). *Manual de Higiene Industrial*. Madrid (España): Fundación MAPFRE. <http://www.enquitoecuador.com>. (s.f.). Obtenido de <http://www.enquitoecuador.com>: <https://www.google.com>
- INSHT NTP 322, I. N. (1993). *Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT*. Barcelona España. Obtenido de NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.
- INSHT NTP 323, I. d. (1993). *Determinación del metabolismo energético*. Cataluña España. Obtenido de [https://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/198\\_ntp\\_323.pdf](https://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/198_ntp_323.pdf)

- INSHT NTP 462, I. d. (1994). *Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales*. Cataluña España. Obtenido de NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales:  
[https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp\\_462.pdf/9f976f99-fbd2-4e12-b2e0-a35358a99eaf](https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_462.pdf/9f976f99-fbd2-4e12-b2e0-a35358a99eaf)
- INSHT NTP 74, I. d. (1983). *Método de Fanger para su evaluación*. Cataluña. Obtenido de  
[https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp\\_074.pdf/1a5d4655-f44d-4118-9516-281a452e820d](https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_074.pdf/1a5d4655-f44d-4118-9516-281a452e820d)
- INSHT PMV Y PMD, I. d. (2001). *Evaluación del Bienestar Térmico en Locales de Trabajo mediante los índices Térmicos PMV Y PMD*. Cataluña España.
- Instituto de Seguridad y Salud Laboral, I. (2016). *Instituto de Seguridad y Salud Laboral*. MURCIA-España: Ficha Divulgativa. FD - 124.
- Jordán, M. (2014). *Estudio Termohigrómetro de la sala de máquinas del M/V Cruise*. Barcelona. Obtenido de  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/22224/PFC%20MN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Juárez, D., Santiago, F., & Rafael, B. (2015). *Análisis del Estado del Arte de Elastómeros Termoplástico y Mejora de Confort térmico para el Sector de Ortopedia deñl Pie y Piuericultura Ligera*. UTE. Valencia: David Juárez Varon.
- Kirchner, R. (2011). *Determinación del índice de estrés térmico WBGT*. Barcelona. Obtenido de  
<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/33365/1/WBGT%20Indice%20de%20estr%C3%A9s%20t%C3%A9rmico.pdf>
- Medina, E., & Melendres. (2016). *Implementación de un traje termoregulable para control de Confort Térmico a fin de mejorar el rendimiento en el trabajo de la Tenencia Política de la parroquia San Juan periodo 2014-201*. Chimborazo. Obtenido de  
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/2795/1/UNACH-IPG-SISO-2016-0005.pdf>
- Mendoza, P. (2007). *Realización de Tareas en Ambientes Fríos*. ESPAÑA: AFNOR.
- Merchan, D. (2015). *Estudio del confort térmico local en trabajadores de ambientes de oficina de una empresa de la Ciudad de Quito durante el segundo semestre del 2014*. Quito. Obtenido de  
[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18003/1/62361\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18003/1/62361_1.pdf)
- Mondelo. (1999). *Ergonomía 2 Confort y estrés térmico*. Barcelona: Mutua Universal. Obtenido de  
[https://issuu.com/helmercampillo/docs/ergonomia\\_2\\_comfort\\_y\\_estress\\_termi](https://issuu.com/helmercampillo/docs/ergonomia_2_comfort_y_estress_termi)
- Mondelo, P. O. (2006). *Evaluación de Estrés Térmico y Disconfort*. Cordova: UPC. Obtenido de  
[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18003/1/62361\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18003/1/62361_1.pdf)
- Moreno, V. (julio de 2015). *Estudio del Disconfort Térmico en los Trabajadores del Área de Empaque en una Florícola Ubicada en la Provincia DE Cotopaxi en el Segundo Semestre del 2014*. Quito. Obtenido de  
[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18118/1/67749\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18118/1/67749_1.pdf)

- OMS, O. M. (1946). *Como se Define la Salud?* Nueva York.
- Seiscubos. (Agosto de 2019). *Confort Térmico y Cuerpo Humano*. Obtenido de <https://www.seiscubos.com/conocimiento/confort-termico-y-cuerpo-humano>
- Serrano, J. A. (2006). *Evaluación de Estrés Térmico y Disconfort*. Cordoba. Obtenido de <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2006/evaluacion-estres-termico-disconfort>
- Sindicato Federal Ferroviario, S. (2012). EL AMBIENTE TERMICO. *SALUD LABORAL - EL AMBIENTE TERMICO*, 3-8.
- TECNOS., S. (2008). *La Salud Laboral en los Trabajadores del Sector de Frio Industrial*. MADRID. DICIEMBRE 2008: Departamento de Desarrollo de Proyectos e Innovación.
- Vasco, C. (SEPTIEMBRE de 2011). *INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO TÉRMICO; AL QUE SE ENCUENTRAN EXPUESTOS LOS TRABAJADORES DEL CENTRO DE OPERACIÓN, CONTROL Y COMUNICACIONES EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL MARISCAL SUCRE DE QUITO*. Quito.

# ANEXOS

## ENCUESTA CONFORT TÉRMICO EN LA SALA DE CONTROL DEL BUNKER

### 1.- Sexo:

- Masculino
- Femenino
- (Solamente si es mujer) ¿Está en estado de embarazo o cree que puede estarlo?

### 2.- Edad:

\_\_\_\_\_

### 3.- Estatura aproximada:

\_\_\_\_\_

### 4.- Peso (aproximado):

\_\_\_\_\_

### 5.- Nacionalidad:

\_\_\_\_\_

### 6.- Sensación Térmica:

- Frio
- Fresco
- Ligeramente fresco
- Neutro
- Ligeramente Caluroso
- Caluroso
- Muy Caluroso

**7.- Actividad Física Desarrollada:**

- Trabajo sedentario (reposado)
- Trabajo Administrativo (ligero)
- Trabajo Operativo (Moderado)

**8.- Características de la ropa o material de protección que lleva:**

- Ropa de trabajo (Camisa manga larga y pantalones)
- Ropa tejida de doble capa

**9.- Basándose en su percepción de confort térmico, diría que esta área (sala de control), es adecuada para:**

- Laborar 8 horas
- Laborar 16 horas

**10.- Última ingesta de comida:**

- Hace menos de 2 horas
- Entre 2 y 3 horas
- Más de 3 horas

