



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE TRABAJO

TEMA: “LA TEMPERATURA WBGT Y EL GASTO METABÓLICO EN LOS TRABAJADORES DE TIW SUCURSAL ECUADOR EN LA OPERACIÓN DE MANEJO DE LLAVES HIDRÁULICAS, PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ESTRÉS POR CALOR.”

Trabajo de Investigación

**Previa a la obtención del Grado Académico de
Magíster en Seguridad y Prevención de Riesgos de
Trabajo**

AUTOR: Ing. Marco Vinicio Anchatipán Escobar

TUTOR: MSc. Manolo Alexander Córdova Suárez

Latacunga – Ecuador

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

Latacunga – Ecuador

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de investigación de postgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: Anchatipán Escobar Marco Vinicio, con el título de tesis: LA TEMPERATURA WBGT Y EL GASTO METABÓLICO EN LOS TRABAJADORES DE TIW SUCURSAL ECUADOR EN LA OPERACIÓN DE MANEJO DE LLAVES HIDRÁULICAS, PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ESTRÉS POR CALOR, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, mayo 2015.

Para constancia firman:

MSc. Giovana Parra
PRESIDENTE

MSc. Edison Salazar
MIEMBRO

MSc. Xavier Espín
MIEMBRO

MSc. Lilián Gutiérrez
OPOSITOR

CERTIFICADO DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en Educación Superior, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Dirección de Postgrados.

CERTIFICO

Que he asesorado la Tesis de Grado realizado como desarrollo de la investigación para optar por el grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo.

El tema: " La temperatura WBGT y el gasto metabólico en los trabajadores de TIW sucursal Ecuador en la operación de manejo de llaves hidráulicas, propuesta de un programa de prevención de estrés por calor ".

Presentado por:

Ing. Marco Vinicio Anchatipán Escobar

Tutor: MSc. Manolo Córdova Suárez

Latacunga, mayo 2015

RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS

El presente trabajo de investigación es de mi autoría, por lo tanto me responsabilizo del contenido del mismo.

Ing. Marco Vinicio Anchatipán Escobar

C.C. 0502773534

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por bendecirme para llegar a este momento tan especial en mi vida y alcanzar uno de los sueños más anhelados.

A mi querida esposa y a mi hijito lindo que son lo más importante en mi vida y el motor para no declinar.

A mis queridos padres por haberme apoyado. De manera especial a mi madre que por su sacrificio y esfuerzo he llegado a cumplir una meta más en mi vida.

A mi hermano que estuvo conmigo siempre, ayudándome en todo lo que podían para poder alcanzar mi meta.

A mi profesor Tutor, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitió en el desarrollo de este trabajo y en mi formación profesional.

A toda mi familia que de una u otra forma han aportado y participado para alcanzar esta meta, ya que con su ayuda está se hizo más fácil de lograr.

A la empresa TIW que me dio todas las facilidades para que pueda realizar las mediciones y análisis con los operadores.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios, por darme la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi esposa por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional, por estar conmigo en las buenas y en las malas dándome ánimo para seguir adelante.

A mi hijo precioso “Juanito Sebastián” por ser la razón de mi vida, mi fortaleza y mi motivo para seguir surgiendo.

A mis queridos padres por apoyarme siempre y haberme dado la vida, a mi hermano por ser mi mejor compañero de vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1
• Planteamiento del problema	3
✓ Contextualización.	3
✓ Análisis crítico	4
✓ Prognosis	5
✓ Control de prognosis	6
✓ Delimitación	6
➤ Temporal	6
➤ Espacial	6
✓ Contenido	6
• Formulación del problema	7
• Justificación y significación	7
• Hipótesis	10
• Objetivos	10
✓ Objetivos Generales	10

✓	Objetivos Específicos _____	10
•	Enfoque de la investigación _____	11

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO _____	12
1.1. Antecedentes de la investigación _____	12
1.2. Fundamento Teórico _____	14
1.2.2. Prevención de riesgos laborales _____	16
1.2.3. Ambiente Térmico _____	18
1.2.4. Confort térmico _____	19
1.2.4.1. Las condiciones ambientales _____	20
1.2.5. Estrés térmico _____	21
1.2.5.1. Reacción del cuerpo humano al estrés térmico por calor _____	23
1.2.6. Evaluación del Estrés Térmico _____	25
1.2.7. Determinación del riesgo de estrés térmico _____	26
1.2.8. Criterios de evaluación _____	26
1.2.8.1. Temperatura del aire seca (TA): _____	27
1.2.8.2. Temperatura húmeda natural (THN): _____	27
1.2.8.3. Temperatura húmeda psicométrica (THP): _____	27
1.2.8.4. Velocidad del aire _____	27
1.2.8.5. Calor radiante _____	27
1.2.9. Estimación de la carga térmica metabólica _____	27
1.2.10. Efectos del ESTRÉS TÉRMICO _____	28
1.2.11. Trastornos Sistémicos por calor _____	29
1.2.11.1. Síncope por calor _____	30
1.2.12.2. Edema por calor _____	31
1.2.12.3. Calambres por calor _____	31
1.2.12.4. Agotamiento por calor _____	32
1.2.13. Consumo Metabólico (M) _____	32
1.2.14. Consumo metabólico según características de la tarea	33
1.2.14.1. Metabolismo basal en función de edad y sexo _	33

1.2.14.2. Componente postural _____	34
1.2.14.3. Componente de tipo de trabajo _____	35
1.2.15. Aislamiento Térmico de la Ropa _____	38
1.3. Fundamentación Legal _____	39
1.4. Definiciones generales _____	39
CAPÍTULO II	
METODOLOGÍA _____	43
2.1. Modalidad básica de investigación _____	43
2.1.1. Bibliográfica Documental _____	43
2.1.2. De Campo _____	43
2.2. Tipo de Investigación _____	44
2.2.1. Investigación Explicativa _____	44
2.2.2. Investigación Correlacional _____	44
2.3. Método de Investigación _____	45
2.3.1. Método de la observación científica _____	45
2.4. Procedimiento para recopilación de datos de la investigación _____	45
2.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos _____	46
2.5.1. Observación _____	46
2.5.2. Población y Muestra _____	46
2.5.2.1. Población: _____	46
2.5.2.2. Muestra: _____	47
2.6. Procesamiento y análisis _____	47
2.6.1. Plan de Procesamiento de la Información. _____	47
2.6.2. Análisis e interpretación de los resultados _____	47
2.7. Señalamiento de Variables de la Hipótesis _____	47
2.7.1. Variable Independiente _____	47
2.7.2. Variable Dependiente _____	48

2.8. Operacionalización de Variables	48
2.8.1. Variable independiente:	49
2.8.2. Variable dependiente:	50

CAPÍTULO III

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	69
3.1. NOVEDADES DE LA INVESTIGACIÓN	69
3.2. METODOLOGÍA UTILIZADA	69
3.3. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO POR ÁREA O PUESTO DE TRABAJO	69
3.4. EVALUACIÓN DEL INDICE DE ESTRÉS TERMICO (WBGT)	70
3.5. CÁLCULO DE AISLAMIENTO POR ROPA	72
3.6. Resultados Valoración de estrés térmico por calor usando método WBGT	73
3.6.1. MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO EN LA MESA RIG HP	
176	74
3.6.1.1. OPERADOR 1 EN LA MESA RIG HP 176	74
3.6.1.2. OPERADOR 2 EN LA MESA RIG HP 176	79
3.6.1.3. OPERADOR 3 EN LA MESA RIG HP 176	84
3.6.1.4. OPERADOR 4 EN LA MESA RIG HP 176	89
3.6.2. MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO EN LA MESA DE WORKOVER SHUSHUFINDI 01	94
3.6.2.1. OPERADOR 1 EN LA MESA DE WORKOVER SHUSHUFINDI 01	95
3.6.2.2. OPERADOR 2 EN LA MESA DE WORKOVER SHUSHUFINDI 01	100
3.6.2.3. OPERADOR 3 EN LA MESA DE WORKOVER SHUSHUFINDI 01	105
3.6.2.4. OPERADOR 4 EN LA MESA DE WORKOVER SHUSHUFINDI 01	110

3.6.3. MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO EN LA MESA DE WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057 _____	115
3.6.3.1. OPERADOR 1 EN LA MESA DE WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057 _____	116
3.6.3.2. OPERADOR 2 EN LA MESA DE WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057 _____	121
3.6.3.3. OPERADOR 3 EN LA MESA DE WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057 _____	126
3.6.3.4. OPERADOR 4 EN LA MESA DE WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057 _____	131
3.7. Comprobación de la hipótesis _____	139

CAPÍTULO IV

PROPUESTA _____	140
4.1. Título de la propuesta _____	140
4.2. Justificación _____	140
4.3. Objetivo _____	141
4.4. Estructura del Programa de Prevención _____	141
4.4.1. Programa de Prevención de Estrés Térmico _____	141
4.5. Desarrollo del Programa de Prevención de Estrés por Calor _____	141
CONCLUSIONES GENERALES _____	156
CONCLUSIONES _____	156
RECOMENDACIONES _____	157
BIBLIOGRAFÍA _____	179

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Condiciones Ambientales.....	21
Gráfico 2: Las causas más importantes de estrés térmico	22
Gráfico 3. Métodos para valorar el ambiente térmico	24
Gráfico 4: Valores permisibles de exposición al calor	36
Gráfico 5. Cuadro E, Calculo dosis de calor	37
Gráfico 6 : Categorías fundamentales	48
Gráfico 7: Cálculo dosis de calor puesto operador 1 Taladro HP 176	79
Gráfico 8. Cálculo dosis de calor puesto operador 2 Taladro HP 176	83
Gráfico 9: Cálculo dosis de calor puesto operador 3 Taladro HP 176.....	88
Gráfico 10: Cálculo dosis de calor puesto operador 4 Taladro HP 176.....	93
Gráfico 11: Cálculo dosis de calor puesto operador 1 Workover Shushufindi 01	99
Gráfico 12: Cálculo dosis de calor puesto operador 2 Workover Shushufindi 01	104
Gráfico 13: Cálculo dosis de calor puesto operador 3 Workover Shushufindi 01	109
Gráfico 14: Cálculo dosis de calor puesto operador 4 Workover Shushufindi 01	114
Gráfico 15: Cálculo dosis de calor puesto operador 1 Workover KEY ENERGY 80057	120
Gráfico 16: Cálculo dosis de calor puesto operador 2 Workover KEY ENERGY 80057	125
Gráfico 17: Cálculo dosis de calor puesto operador 3 Workover KEY ENERGY 80057	130
Gráfico 18: Cálculo dosis de calor puesto operador 4 Workover KEY ENERGY 80057	135
Gráfico 19: Porcentaje del estrés por calor	136
Gráfico 20: Porcentaje de Edades.....	136
Gráfico 21: Porcentaje de gasto metabólico	137
Gráfico 22: Porcentaje de WBGT	137
Gráfico 23: Porcentaje de tiempo de reposo	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243)	33
Tabla 2: Metabolismo basal en función de edad y sexo	34
Tabla 3: Metabolismo para la postura corporal. Valores excluyendo el metabolismo basal	35
Tabla 4: Metabolismo para distintos tipos de actividades. Valores excluyendo el metabolismo basal.	35
Tabla 6: Valores límites permisibles de exposición al calor (Valores dados en C y correspondientes a TGBH	37
Tabla 7. Aislamiento Térmico de la Ropa	38
Tabla 8: Temperatura WBGT y el Gasto Metabólico	49
Tabla 9: Estrés térmico.....	50
Tabla 10. Parámetros registrados y procesados en el equipo.....	69
Tabla 11. Área y puesto de trabajo.....	70
Tabla 12. Valores límites permisibles del índice TGBH promedio en °C establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393	71
Tabla 13. Valores Criterio y límite de acción para estrés térmico ACGIH.....	72
Tabla 14: Nivel de riesgo para el Estrés Térmico	72
Tabla 15. Aislamiento Térmico de la Ropa	73
Tabla 16: Primera medición al operador 1	74
Tabla 17: Segunda medición al operador 1	75
Tabla 18: Tercera medición al operador 1	75
Tabla 19: Promedio de mediciones operador 1	75
Tabla 20: Consumo de metabolismo global en el operador 1 Taladro HP 176	77
Tabla 21: Primera medición al operador 2.....	79
Tabla 22: Segunda medición al operador 2.....	79
Tabla 23: Tercera medición al operador 2.....	80
Tabla 24: Promedio de mediciones operador 2.....	80
Tabla 25: Consumo de metabolismo global en el operador 2	81
Tabla 26: Primera medición al operador 3.....	84
Tabla 27: Segunda medición al operador 3.....	84
Tabla 28: Tercera medición al operador 3.....	84
Tabla 29: Promedio de mediciones del operador 3	85
Tabla 30: Consumo de metabolismo global en el operador 3 Taladro HP 176	86
Tabla 31: Primera medición al operador 4.....	89
Tabla 32: Segunda medición al operador 4.....	89
Tabla 33: Tercera medición al operador 4.....	89
Tabla 34: Promedio de mediciones del operador 4	90
Tabla 35: Consumo de metabolismo global en el operador 4	91
Tabla 36: Primera medición al operador 1.....	95

Tabla 37: Segunda medición al operador 1	95
Tabla 38: Tercera medición al operador 1	95
Tabla 39: Promedio de mediciones del operador 1	95
Tabla 40: Consumo de metabolismo global en el operador 1	97
Tabla 41: Primera medición al operador 2.....	100
Tabla 42: Segunda medición al operador 2.....	100
Tabla 43: Tercera medición al operador 2.....	100
Tabla 44: Promedio de mediciones del operador 2	100
Tabla 45: Consumo de metabolismo global en el operador 2	102
Tabla 46: Primera medición al operador 3.....	105
Tabla 47: Segunda medición al operador 3.....	105
Tabla 48: Tercera medición al operador 3.....	105
Tabla 49: Promedio de mediciones del operador 3	105
Tabla 50: Consumo de metabolismo global en el operador 3	107
Tabla 51: Primera medición al operador 4.....	110
Tabla 52: Segunda medición al operador 4.....	110
Tabla 53: Tercera medición al operador 4.....	110
Tabla 54: Promedio de mediciones del operador 4	110
Tabla 55: Consumo de metabolismo global en el operador 4	112
Tabla 56: Primera medición al operador 1.....	116
Tabla 57: Segunda medición al operador 1	116
Tabla 58: Tercera medición al operador 1	116
Tabla 59: Promedio de mediciones del operador 1	116
Tabla 60: Consumo de metabolismo global en el operador 1	118
Tabla 61: Primera medición al operador 2.....	121
Tabla 62: Segunda medición al operador 2.....	121
Tabla 63: Tercera medición al operador 2.....	121
Tabla 64: Promedio de mediciones del operador 2	121
Tabla 65: Consumo de metabolismo global en el operador 2	123
Tabla 66: Primera medición al operador 3.....	126
Tabla 67: Segunda medición al operador 3.....	126
Tabla 68: Tercera medición al operador 3.....	126
Tabla 69: Promedio de mediciones del operador 3	126
Tabla 70: Consumo de metabolismo global en el operador 3	128
Tabla 71: Primera medición al operador 4.....	131
Tabla 72: Segunda medición al operador 4.....	131
Tabla 73: Tercera medición al operador 4.....	131
Tabla 74: Promedio de mediciones del operador 4	131
Tabla 75: Consumo de metabolismo global en el operador 4	133
Tabla 76: Resultados de evaluación estrés térmico por calor	135

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO	160
ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS REALIZADAS EN LA MEDICIÓN.....	163
ANEXO 3: ANEXOS DE LA PROPUESTA.....	169
ANEXO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....	172

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSTGRADO

**MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS
DEL TRABAJO**

TITULO:

LA TEMPERATURA WBGT Y EL GASTO METABÓLICO EN LOS TRABAJADORES DE TIW SUCURSAL ECUADOR EN LA OPERACIÓN DE MANEJO DE LLAVES HIDRÁULICAS, PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ESTRÉS POR CALOR.

Autor: Ing. MARCO VINICIO ANCHATIPÁN ESCOBAR

Tutor: MSc. MANOLO ALEXANDER CÓRDOVA SUÁREZ

RESUMEN

La investigación inicia con la necesidad de brindar confort térmico a los operadores de llaves hidráulicas de la empresa TIW, la investigación de campo se realiza en la ciudad de Shushufindi, evaluando en primera instancia la actividad realizada por los operadores para calcular el gasto metabólico necesario, luego adquirir las medidas de temperatura WBGT mediante un medidor de estrés térmico para finalmente calcular la dosis de calor que posee dicha actividad. Los datos obtenidos se evalúan para analizar la mejor solución de bajar la temperatura ambiente del operador, dando como resultado que para un climatizado adecuado es necesario el 75% de trabajo y el 25% de descanso, además la hidratación adecuada para que la dosis de calor sea menor que 1; dando solución al estrés por calor en los operadores de las llaves hidráulicas de TIW. La culminación del estudio finaliza con el desarrollo de un programa de prevención de estrés térmico y sus consecuencias en la salud.

Descriptor: Estrés térmico, Gasto Metabólico, Temperatura WBGT, dosis de calor.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

SCHOOLMASTER IN SECURITY AND PREVENTION OF LABOR RISKS

TITLE:

**WBGT THE TEMPERATURE AND SPENDING ON
METABOLIC WORKERS IN ECUADOR TIW BRANCH
OPERATION MANAGEMENT KEYS HYDRAULIC , MOTION
FOR PREVENTION PROGRAM HEAT STRESS .**

**Author: MARCO VINICIO ANCHATIPÁN ESCOBAR
Tutor: ING. ALEXANDER MANOLO CÓRDOVA SUÁREZ**

ABSTRACT

This investigation begins with the need to provide thermal comfort operators of hydraulic wrenches in the TIW Company, The research is conducted in Shushufindi city, first time instance evaluation the activity carried out by the operators for calculating the expenditure required metabolic, then acquire WBGT temperature measurements using a heat stress gauge, so finally you can calculate the dose of heat which has such activity. As a result are evaluated for analyzing the best solution to lower the operator environment temperature, resulting in a suitable heated to necessary 75% at work and 25% for the rest, in addition to adequate the hydration heat dose is less than 1; providing solutions to heat stress on hydraulic operators TIW keys. The culmination of the study ends with the development of a program to prevent heat stress and its impact on health.

Descriptors: Heat stress, metabolic rate, temperature WBGT, heat dose.

INTRODUCCIÓN

Los factores de riesgo a altas temperaturas son aquellas condiciones que se encuentran en una situación laboral y que directamente están relacionadas con la organización, el trabajo y la realización de la tarea, que afectan tanto al bienestar o a la salud del operador como al desarrollo del trabajo.

Este trabajo de investigación contempló el estudio en los operadores de llaves hidráulicas de la empresa TIW de VENEZUELA SUCURSAL ECUADOR, en conocimientos científicos y técnicos actuales, que se centran en los ambientes de trabajo, analizados desde el conjunto de factores y elementos que conforman y condicionan un puesto desde el punto de vista de su bienestar térmico, que hacen referencia a cada puesto y trabajador en particular y al equipo de trabajo en su conjunto.

Las consecuencias perjudiciales sobre la salud o el bienestar del trabajador que se derivan de una situación en las que se dan unas condiciones adversas o desfavorables es el estrés.

Ante una determinada condición laboral adversa no todos los trabajadores desarrollarán las mismas reacciones. Ciertas características propias de cada trabajador (personalidad, necesidades, expectativas, vulnerabilidad, capacidad de adaptación, etc.) determinarán la magnitud y la naturaleza tanto de sus reacciones como de las consecuencias que sufrirá.

La enfermedad ocupacional más representativa en nuestros días es el estrés ocupacional. Estudios e investigaciones muestran que en los países desarrollados parece estar dándose un relativo estancamiento de la incidencia de riesgos laborales tradicionales, mientras que asciende la prevalencia de enfermedades

multicausales relacionadas con el trabajo y en particular los síntomas asociados al estrés por calor.

El estrés por calor es entonces una respuesta general adaptativa del organismo ante las diferentes demandas del medio cuando estas son percibidas como excesivas o amenazantes para el bienestar e integridad del individuo.

Este estudio inició con la recolección de información relevante de la empresa TIW DE VENEZUELA SUCURSAL ECUADOR sobre actividades de la empresa (MANEJO DE LLAVES HIDRÁULICAS), para identificar y medir todas aquellas condiciones de trabajo del ámbito de temperaturas altas que pueden representar un riesgo para la salud física y mental de los operadores; este método cuali-cuantitativo aplicó un cuestionario a los operadores con preguntas de diversos aspectos de la condición de trabajo.

ELEMENTOS DEL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- **Planteamiento del problema**

- ✓ **Contextualización.**

Un trabajador que se desenvuelve en un ambiente térmico inadecuado, sufre reducciones en el rendimiento físico y mental, y por lo que su productividad, le provoca irritabilidad e incremento de la agresividad, distracciones, incomodidad al sudar, aumento o disminución de la frecuencia cardiaca, etc., lo que repercute negativamente en la salud e incluso puede desembocar en la muerte.

En el Ecuador, las leyes vigentes exigen a los empleadores que identifiquen los factores de riesgos presentes en las actividades que desarrollan sus trabajadores, sin embargo estas se lo realizan solo para el cumplimiento legal, mas no con el objetivo de precisar la situación real del puesto de trabajo y establecer medidas preventivas sin escatimar ningún detalle, analizando de manera integral todos y cada uno de los riesgos a los que está expuesto el trabajador de operación manual de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover.

En trabajos petroleros, muchas tareas se realizan en ambientes calurosos, tanto en exteriores como interiores. Trabajar en el calor y haciendo esfuerzo físico arduo puede afectar a la salud de los trabajadores. Si el cuerpo no es capaz de enfriarse a sí mismo, el trabajador puede sufrir estrés térmico. Si éste no se reconoce y trata en su comienzo se pueden desarrollar condiciones más serias e incluso fatales con bastante rapidez.

Conocer la influencia del estrés térmico por calor en la salud de los trabajadores de operaciones manuales de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover, permitirá identificar las variables que contribuyen a la aparición de trastornos sistémicos, permitirá tener una visión general de sus causas así como también de como reconocerlo, tratarlo y lo más importante prevenirlo.

✓ **Análisis crítico**

Debido a la limitada investigación sobre el estrés térmico que sufren los profesionales de la operación de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover, crea un vacío técnico para mejorar sus condiciones de trabajo que afectan su desempeño laboral, más allá de este aspecto las empresas operadoras de los bloques petroleros son los primeros involucrados en mejorar tales condiciones, ya que las condiciones de trabajo y los procedimientos que involucran sus actividades determinan el nivel de riesgo de los trabajadores.

Los principales factores que contribuyen a la presencia de estrés térmico y desempeño de trabajo de un operador de llaves hidráulicas están relacionadas a las altas exigencias físicas de su trabajo y las condiciones de temperatura del entorno que agravadas por una mala selección inicial del personal en cuanto a las aptitudes, actitudes y exigencias médicas, determinan poblaciones vulnerables a sufrir molestias por calor.

Cuando el trabajo se desarrolla en condiciones de estrés térmico por calor durante mucho tiempo sin descansos, llega un momento en que los operadores se sienten apáticos, incómodos, molestos, con disminución de la atención, etc., aumentando la probabilidad de que existan accidentes laborales.

El estrés térmico depende de los siguientes factores:

- **El tiempo de exposición:** Si es prolongado, el trabajador puede acumular una carga de calor riesgosa que puede influir en la dosis de exposición recomendado por la ACGIH.
- **Factores personales:** Edad, obesidad, estado de salud, consumo de alcohol, drogas, exceso de cafeína, ingesta de fármacos, etc.
- **La falta de aclimatación al calor:** Trabajadores no aclimatados expuestos a ambientes calurosos pueden sufrir alteraciones en su salud a diferencia de sus compañeros que llevan tiempo trabajando en esas condiciones.

Las consecuencias de un déficit de control de estrés térmico en los operadores de manipulación de llaves hidráulicas expuestos a temperaturas elevadas pueden presentarse muy rápidamente, teniendo desenlaces irreversibles, sin embargo la mayoría de las causas del estrés térmico son fácilmente identificables y la posibilidad de que se produzcan daños es igualmente previsible.

Los efectos sobre la salud se pueden determinar en Trastornos sistémicos por calor como: Golpe de calor, Calambres por calor, Edema por calor. Alteraciones cutáneas, o Miliaria por prendas inadecuadas.

✓ **Prognosis**

Si no se realiza el trabajo investigativo sobre la temperatura de trabajo; va incidir en mayor o menor grado del estrés térmico de los operadores de llaves hidráulicas en de TIW sucursal Ecuador. Además este aspecto impactaría negativamente a su rendimiento de trabajo y la empresa incurriría en incumplimiento legal.

✓ **Control de prognosis**

Mediante un análisis de factores de riesgo del puesto de trabajo y obteniendo mediciones de la temperatura presente en las labores de operación de llaves hidráulicas se conocerá la incidencia del exceso de calor en la salud de los trabajadores es decir se cuantificará la dosis de Temperatura o valor permitido por la legislación y se determinará el porcentaje de descanso recomendado por la ACGIH.

✓ **Delimitación**

➤ **Temporal**

La presente investigación se realizó entre los meses de Agosto del 2014 y Mayo del 2015.

➤ **Espacial**

Esta investigación realizó los estudios de campo en Shushufindi km 4 1/2, en operaciones manuales de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover, las mediciones de temperatura de trabajo y gasto metabólico se las realizarán con un equipo certificado en la empresa TIW Sucursal Ecuador ubicada en la ciudad de Shushufindi.

✓ **Contenido**

En el área de Seguridad Industrial el estudio estuvo enfocado al cálculo de la dosis por estrés térmico.

En el campo de Salud ocupacional el estudio abarcó los trastornos sistémicos.

- **Formulación del problema**

¿La temperatura de trabajo y el gasto metabólico al realizar la operación de manejo de llaves hidráulicas en los trabajadores de TIW sucursal Ecuador influye en las molestias de estrés por calor?

- **Justificación y significación**

El presente trabajo incluye el análisis de una de las actividades más comunes y más desatendidas en cuestiones de técnicas de prevención de trastornos sistémicos, utilizando procedimientos, equipos de medición y normas técnicas aceptados a nivel nacional e internacional para determinar el gasto metabólico y la temperatura WBGT.

La aparición de trastornos sistémicos por estrés térmico determina un incumplimiento legal, multas e interrupción en las actividades normales en la empresa, este trabajo de investigación pretende el control de esta situación.

La empresa TIW sucursal Ecuador consciente de las necesidades de gestión de seguridad se compromete a dar todas las facilidades para que este trabajo se pueda desarrollar sin dificultades. Los operadores de las llaves hidráulicas serán beneficiados directamente con los resultados de este estudio.

- **Utilidad Teórica**

La presente investigación sirve de referente para trabajos de operación de llaves hidráulicas en operaciones petroleras relacionadas en el país, su contenido y estructura atizará el perfeccionamiento de procedimientos aplicativos de este tipo.

➤ **Utilidad Práctica**

El documento sirve como guía de aplicación antes durante y después de la actividad de manejo de llaves hidráulicas ya que contempla todos los aspectos técnicos del sistema, legislación vigente y normas de seguridad para su ejecución.

• **Utilidad Metodológica**

Este trabajo de investigación implica secuenciar los pasos para realizar un análisis de riesgos en el manejo de las llaves hidráulicas y la forma de realizar las mediciones de temperatura WBGT y gasto metabólico.

• **Novedad Científica**

Este trabajo de investigación contempló el uso de la teoría de evaluación de estrés térmico bajo normas aceptadas a nivel mundial y de sus resultados se comparó con los límites máximos permisibles de exposición en lugares de trabajo pero utilizando un concepto integrador que determine: la dosis de exposición de temperatura y el porcentaje de trabajo y descanso de acuerdo al gasto metabólico que se encuentre en las actividades de manejo de las llaves hidráulicas por los trabajadores de TIW sucursal Ecuador.

• **Factibilidad**

El trabajo de investigación utiliza métodos y recursos de fácil alcance económico y tecnológico porque no involucra uso de equipos complejos, sino que desarrolla la capacidad del investigador en cuanto al análisis crítico en campo y el uso de la teoría de valoración de riesgos físicos para su desarrollo.

- **Relevancia Social**

El presente trabajo acomete dar medidas preventivas a factores de riesgos laborales replicables por el uso de entornos ambientales de un sistema de trabajo con temperaturas altas y con ejecución de varias actividades en un sistema de trabajo muy frecuente en actividades petroleras. Los resultados de la evaluación y de las medidas de control son uno de los primeros datos científicos sobre el tema en actividades relacionadas de nuestro país.

- **Ubicación paradigmática**

El presente trabajo de investigación está fundamentado bajo el modelo crítico-propositivo, pensamiento que busca suscitar una participación activa, orientado en un hecho crítico y creativo, teniendo como finalidad generar opciones o alternativas de solución, a los problemas originados dentro de la Empresa TIW sucursal Ecuador.

Al fundamentarse bajo este modelo, se observa a la situación del problema desde una perspectiva versátil, por lo cual pide involucrarse con la Empresa TIW sucursal Ecuador, para indagar una solución acertada. Esto se logró teniendo conocimiento de la realidad suscitada dentro de los procesos de operaciones manuales de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover de la Empresa TIW sucursal Ecuador, así como también poseer un gran conocimiento del tema de estudio y por medio de este soporte técnico poder relacionarlo con la realidad y buscar alternativas fundamentadas científicamente, que ayuden a dar solución al problema.

Al elaborar la investigación del problema producido en la operación manual de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover de la Empresa TIW sucursal Ecuador, con esta metodología se

busca una solución a dicho suceso y de esta manera mejorar el nivel de iluminación, mediante un tratamiento adecuado del ambiente térmico lo que permite incidir en los aspectos de trastornos sistémicos, con lo que se obtiene un trabajo seguro, cómodo y eficaz.

- **Hipótesis**

- ✓ El gasto metabólico está sobre los 250 Kcal/h en el manejo de llaves hidráulicas por lo que incide en el % trabajo – descanso.
- ✓ La temperatura WBGT está sobre los 20°C por lo que incide en el % trabajo descanso en los operadores de llaves hidráulicas.

- **Objetivos**

- ✓ **Objetivos Generales**

- Evaluar la Temperatura WBGT y el gasto metabólico en los trabajadores de operaciones de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover de la Empresa TIW sucursal Ecuador considerando los aspectos que inciden en la presencia de Estrés Térmico.

- ✓ **Objetivos Específicos**

- Determinar los Trastornos Sistémicos por la presencia de Estrés Térmico en los trabajadores de operación manual de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover de la Empresa TIW sucursal Ecuador, utilizando registros estadísticos y encuesta.
- Medir la Temperatura WBGT en el puesto de trabajo de operación manual de llaves hidráulicas de la Empresa TIW sucursal Ecuador utilizando la norma: ISO UNE EN

27243/COVENIN 2254:1995 y el valor de la producción de Calor Metabólico de los trabajadores operaciones manuales de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover usando la norma: ISO UNE EN 28996:1995/NTP 323 para determinar la dosis de temperatura y el % de trabajo descanso.

- Plantear medidas de control en un Programa de Prevención de Trastornos Sistémicos causados por Estrés Térmico en la operación de manipulación de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover de la Empresa TIW sucursal Ecuador.
- Desarrollar un Programa de Prevención para mitigar los trastornos sistémicos causados por la presencia de Estrés Térmico en los trabajadores de manipulación de llaves hidráulicas

- **Enfoque de la investigación**

Este proyecto de investigación realizó un estudio cuali-cuantitativo para el trabajo manual de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover teniendo en cuenta los aspectos críticos y los métodos de evaluación específicos de los factores de riesgo identificados; para generar un Sistema de Prevención de Trastornos Sistémicos para los trabajadores de operación de llaves hidráulicas de la empresa TIW sucursal Ecuador.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

La política de la Empresa TIW sucursal Ecuador determina un ciclo de mejora continuo y se ve en la necesidad de cumplir con las exigencias que menciona la legislación Ecuatoriana en el Sistema de Gestión de Riesgos (SGR IEES) en la Gestión Técnica en cuanto a desarrollar Sistemas, guías, e instructivos aplicativos que disminuyan los problemas potenciales que los trabajadores que realizan la operación manual de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover sufren al desarrollar sus actividades normales por lo que este trabajo será importante.

Según información Bibliográfica en Universidades que ofertan conocimiento relacionado a Seguridad Industrial se encuentra que:

En el trabajo de investigación realizado HURTADO, F (2013) con el tema “EVALUACIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LOS TRABAJADORES DE TENDIDO DE ASFALTO DE LA CONSTRUCTORA HERDOIZA CRESPO EN EL PROYECTO JAMBELI-LATACUNGA-AMBATO Y PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PREVENCIÓN DE TRASTORNOS SISTÉMICOS POR CALOR”.

Concluyéndose que el agotamiento y los calambres por calor son los trastornos sistémicos que más afectan a los trabajadores de tendido de asfalto con un 45% y 35% respectivamente.

En el trabajo de investigación realizado PEREZ, Cristian (2014) con el tema “EL GASTO METABÓLICO Y LA TEMPERATURA WBGT EN EL SISTEMA DE TRABAJO DE CONDUCTOR DE BUS TIPO VOLKSWAGEN 17210 DE LA CARROCERÍA MODELO ORIÓN MARCA IMCE Y SU INCIDENCIA EN EL ESTRÉS TÉRMICO.”

Concluyéndose que el sistema de aire acondicionado instalado en bus tipo para la ciudad de Guayaquil, cumple el objetivo de bajar la dosis de calor, al bajar la temperatura WBGT en un rango de aproximado de 8-10°C. Según los resultados de la pruebas de funcionamiento y el cálculo de la dosis de calor con el sistema implementado.

En el trabajo de investigación realizado VASCO, Carlos con el tema “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.”

Concluyéndose que la combinación de algunas variables en el ambiente laboral, pueden ocasionar discomfort, sin que existan riesgos para la salud.

No se tiene referencias del desarrollo de un análisis de temperatura de trabajo en los trabajadores de operación de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover y menos aún en la empresa TIW sucursal Ecuador por lo que el presente estudio será pertinente para ayudar con efectos peligrosos en actividades similares.

1.2. Fundamento Teórico

1.2.1. Factores Individuales de Riesgo

Entre estos factores personales de riesgo, que reducen la tolerancia individual al estrés térmico, se encuentran la edad, la obesidad, la hidratación, el consumo de medicamentos o bebidas alcohólicas, el género y la aclimatación.

1.2.1.1. Edad

Según MONROY, Eugenia, NTP 922, pág. 2 dice que:

“El riesgo a sufrir las consecuencias del estrés térmico es “a priori” independiente de la edad, siempre que el individuo tenga un adecuado sistema cardiovascular, respiratorio y de sudoración, unos buenos reflejos, se encuentre totalmente hidratado y en buen estado de salud”

Se debe considerar que las personas de mayor edad están más expuestas a padecer problemas de control de la circulación periférica o menor capacidad de mantener la hidratación por lo que su vulnerabilidad se incrementa al estrés térmico, sin embargo si el individuo tiene un adecuado sistema cardiovascular, respiratorio y de sudoración, unos buenos reflejos, se encuentre totalmente hidratado y en buen estado de salud, no existe riesgo a sufrir las consecuencias del estrés térmico por la edad.

1.2.1.2. Obesidad

Según MONROY, Eugenia, NTP 922, pág. 2 dice que:

“La persona con sobrepeso presenta una serie de desventajas a la hora de enfrentarse a una situación de estrés térmico debido al incremento del aislamiento térmico que sufre el cuerpo”

Se deben analizar de manera específica los requerimientos individuales de cada persona a la hora de evaluar el riesgo de

exposición al estrés térmico para cada trabajador, ya que existen excepciones.

1.2.1.3. Hidratación

Según MONROY, Eugenia, NTP 922, pág. 2 dice que:

“La rehidratación bebiendo agua es efectiva y rápida. El problema es que mantener la hidratación adecuada no es fácil, debido entre otros factores a que la sensación de sed no es siempre proporcional a la pérdida de agua”

La hidratación es el consumo suficiente de agua para mantener el grado de humedad normal en los tejidos del cuerpo.

Un trabajador pierde agua principalmente durante una situación de estrés térmico produciendo la sudoración por lo que su rehidratación debe ser de manera efectiva y rápida.

1.2.1.4. Medicamentos y bebidas alcohólicas

Como lo menciona LUNA, Pablo, INSHT, (2011), pág. 2,

“Existen medicamentos anticolinérgicos que pueden llegar a inhibir la sudoración especialmente en individuos de mayor edad. Algunos sedantes afectan a la sensación de sed, otros fármacos intervienen en la termorregulación, incrementan el calor metabólico y reducen la distribución del calor, condicionando la circulación periférica. En relación al alcohol, produce vasodilatación periférica y diuresis, que afectan a la respuesta del cuerpo al estrés térmico. Asimismo, bajas dosis de alcohol reducen la capacidad de termorregulación, incluyendo los reflejos vasomotores y la sudoración, y aumentan la probabilidad de una bajada de tensión durante la exposición”.

Es por esto que a los trabajadores se les exige que no se debe ingerir alcohol antes de ingresar a las jornadas de trabajo. Además la programación periódica de citas médicas para ver su estado de salud.

1.2.1.5. Género

Es difícil demostrar las diferencias que existen en la respuesta al estrés térmico entre hombres y mujeres, porque la respuesta al calor puede estar enmascarada por el nivel de aclimatación, la condición física y la edad.

1.2.1.6. Aclimatación

Para que un ser humano se aclimate y se adapte a realizar una determinada actividad física en condiciones de calor puede durar de 7 a 14 días. Los beneficios de la aclimatación consisten en mejorar la efectividad y la eficiencia del sistema de distribución y pérdida de calor, mejorar el confort en la exposición al calor y dificultar la aparición de sobrecarga térmica.

Así como la aclimatación se produce rápidamente durante el periodo de exposición al calor se pierde cuando se interrumpe la exposición por una o dos semanas, para esto se requiere de 4 a 7 días para volver a aclimatarse.

1.2.2. Prevención de riesgos laborales

Según el INSHT, 2008, pág. 12 dice que:

“Las técnicas de Prevención son aquellas que están encaminadas a actuar directamente sobre los riesgos antes que se puedan llegar a materializar y por lo tanto de que se puedan llegar a producir las posibles consecuencias negativas” para la seguridad y salud de los trabajadores.

En consecuencia se puede decir que las técnicas preventivas o la Prevención es una técnica activa de actuación en el campo de la seguridad y salud. El concepto de prevención conlleva que se actúe necesariamente sobre el riesgo bien actuando sobre la probabilidad o bien actuando con las consecuencias o las dos simultáneamente aunque lo más normal es que se actúe sobre la probabilidad.

Una de las principales razones por las que los gestores se han centrado en un modelo de prevención reactivo es que es más sencillo que una prevención activa.

Según AMSTRONG, Ycols, 2001, pág. 12 dice que:

“Una prevención activa implica, entre otras cosas, evaluar los riesgos y diseñar planes de prevención, lo que tiene su complejidad ya que es necesario analizar las probabilidades y las consecuencias de un amplio abanico de sucesos no deseados y planificar el control de los riesgos no tolerables.”

Sin embargo, prevenir que se repita un accidente es la mayoría de las veces, un problema con una solución evidente.

Los sistemas activos modernos de gestión de prevención de riesgos laborales comparten algunos principios con los sistemas de gestión de la calidad y del medio ambiente, en especial los citados a continuación:

- Actuaciones preventivas antes de que se produzcan los daños a la salud de los operadores.
- La empresa debe contemplar el cumplimiento de la legislación vigente y la promoción de una cultura preventiva que potencie un espíritu de mejora permanente, practicando una política de prevención de riesgos laborales.
- Los trabajadores deben tener un amplio conocimiento de información, formación y participación para las acciones preventivas.

Por lo expuesto implica que la empresa debe establecer una política de prevención que defina metas y objetivos, planificar e integrar la actividad preventiva, estableciendo buenos canales de comunicación

en ambos sentidos y una estructura de decisión que sea responsable de los elementos clave del sistema de gestión.

En particular, debe medirse el cumplimiento de la política, tanto mediante auditorías con el fin de ver lo que realmente está ocurriendo, como midiendo resultados con el fin de comprobar si se consigue reducir los daños a la salud y si se controlan los riesgos.

1.2.3. Ambiente Térmico

Según NIELSEN, Bodil, 2005, pág. 5, dice que:

“Cuando una persona se ve expuesta al calor, se activan los mecanismos fisiológicos de termólisis para mantener la temperatura normal del organismo”.

Los flujos de calor entre el organismo y el medio ambiente dependen de la diferencia de temperatura entre:

- El aire circundante y objetos como paredes, ventanas, el cielo, etc.,
- La temperatura superficial de la persona.

La temperatura superficial de la persona está regulada por mecanismos fisiológicos, como variaciones en el flujo sanguíneo periférico y la evaporación del sudor secretado por las glándulas sudoríparas. La persona también puede cambiarse de ropa para influir en el intercambio de calor con el medio ambiente. Cuanto más calurosas sean las condiciones ambientales, menor será la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura superficial de la piel o de la ropa. Con ello, el “intercambio de calor seco” por convección y radiación se reduce en ambientes cálidos comparado con los ambientes fríos.

Cuando la temperatura ambiente es superior a la temperatura corporal periférica, el cuerpo absorbe calor de su entorno. En este

caso, el calor absorbido, sumado al calor liberado por los procesos metabólicos, debe perderse mediante evaporación del sudor para mantener la temperatura corporal. Así, la evaporación del sudor adquiere una importancia cada vez mayor al aumentar la temperatura ambiente. Por este motivo la velocidad del aire y la humedad ambiental (presión parcial del vapor de agua) son factores ambientales críticos en ambientes calurosos. Cuando la humedad es alta, el cuerpo sigue produciendo sudor, pero la evaporación se reduce. El sudor que no puede evaporarse no tiene efecto de enfriamiento: resbala por el cuerpo y se desperdicia desde el punto de vista de la regulación térmica. La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud.

Como menciona HERNANDEZ, Ana, 2008, pág. 1:

“Los requisitos en cuanto a ambiente térmico y ventilación que deben cumplirse en dichos lugares de trabajo. La información incluida en este anexo es una mezcla entre valores cuantitativos más o menos precisos, por ejemplo la temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17°C y 27°C, o la humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por ciento, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por ciento, y una serie de recomendaciones genéricas cualitativas referentes a la posible incomodidad o molestia de los ocupantes de esos lugares”.

1.2.4. Confort térmico

El confort térmico es la conformidad de una persona con el ambiente térmico que lo rodea debido al metabolismo de cada uno y a la actividad que realice, esto es imposible conseguirlo en un colectivo.

Todo esfuerzo físico genera un calor extra que varía la temperatura normal de la persona (aproximadamente 37⁰C) que debe ser

eliminado por medio del mecanismo de auto regulación mediante la transpiración frente a un exceso de calor.

Según MONDELO, Pedro, 2001, pág. 75, enuncia que:

“El confort térmico puede definirse como la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente”.

Por estudios realizados, existe un 5% de los grupos de trabajo que muestran inconformidad a las condiciones ambientales de trabajo; el porcentaje aumenta según el incremento de la población, por lo que no se puede conseguir que todos los trabajadores se sientan confortables en su puesto de trabajo.

Una persona debe estar entrenada para cualquier cambio en el ambiente dentro de los límites permisibles, ya que necesita adaptarse al medio en donde se encuentra, por lo que no puede decir que unas condiciones ambientales estables sería lo óptimo para la salud de una persona.

1.2.4.1. Las condiciones ambientales

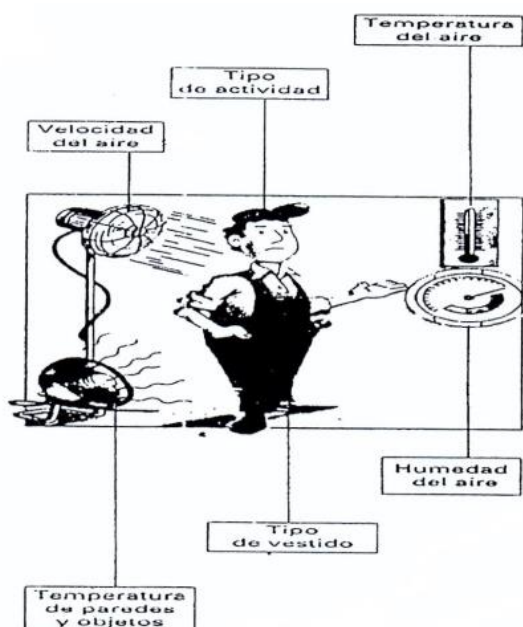
Las condiciones ambientales en un trabajador son las circunstancias físicas en las que se encuentra cuando realiza una determinada actividad física. Es el ambiente físico que rodea al trabajador mientras desempeña un cargo.

Las condiciones ambientales se pueden definir a través de cuatro variables independientes:

- La temperatura del aire
- La velocidad del aire
- La humedad del aire
- La temperatura radiante

Las condiciones ambientales se muestran el grafico 1.

Gráfico 1: Condiciones Ambientales



Fuente: AGURTO, Patricio, pág. 20

Elaborado por: Marco Anchatipán

1.2.5. Estrés térmico

Cuando más importante es el esfuerzo, mayor es la cantidad de calor producido por el organismo, la realización de trabajos que requieren grandes esfuerzos físicos en ambientes muy calurosos puede dar lugar al llamado “estrés térmico”.

Como menciona ARMENDARIZ, Pilar, INSHT España, pág. 2:

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

El Método del índice WBGT, se describe en la norma española NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: en el cual se determina el cálculo a partir de la combinación de parámetros ambientales, como: la temperatura de globo TG, la temperatura húmeda natural THN, y en condiciones especiales se emplea también la temperatura seca del aire, TA.

El estrés térmico es muy importante sin embargo continúan trabajando mucho tiempo seguido sin hacer descansos, llega un momento en que tienen tanto calor que no pueden trabajar bien. Están muy incómodos, con apatía, con la capacidad de percepción, de atención y la memoria disminuidas, etc. En este estado, la probabilidad de que ocurran accidentes de trabajo aumenta mucho. Además en los trabajadores que tengan alguna enfermedad crónica, puede producirse un agravamiento de la misma.

Gráfico 2: Las causas más importantes de estrés térmico



Fuente: Prevención del estrés térmico en el trabajo. WorkSafeBC. Pág.2
Elaborado por: Marco Anchatipán

Existen muchas variables que aportan al estrés térmico. Los trabajadores deben ser capaces de identificar todas las fuentes de calor y conocer el proceso por el cual el cuerpo elimina el exceso de calor, para prevenir el estrés por calor.

El golpe de calor es la exposición a situaciones de calor intenso que se determina por una elevación incontrolada de la temperatura corporal, pudiendo causar lesiones en los tejidos. La elevación excesiva de la temperatura corporal provoca una disfunción del sistema nervioso central y un fallo en el mecanismo normal de regulación térmica.

Cuando el cuerpo humano recibe un golpe de calor, la piel se calienta, se seca y cesa la sudoración; aparecen convulsiones, aumenta el ritmo respiratorio y cardíaco, y si la temperatura corporal llega a ser superior a 40 °C aparecen las alteraciones de conciencia.

El calor es un peligro para la salud porque el cuerpo humano necesita mantener la temperatura invariable no mayor a los 37° C, para que funcione normalmente, cuando ésta se supera se pueden producir daños irreparables a la salud y hasta provocar la muerte.

1.2.5.1. Reacción del cuerpo humano al estrés térmico por calor

La reacción de las personas ante un ambiente térmico no se presenta como una respuesta homogénea en todos los casos, porque para unos puede significar una simple molestia, para otros son manifestaciones concretas características del estrés térmico.

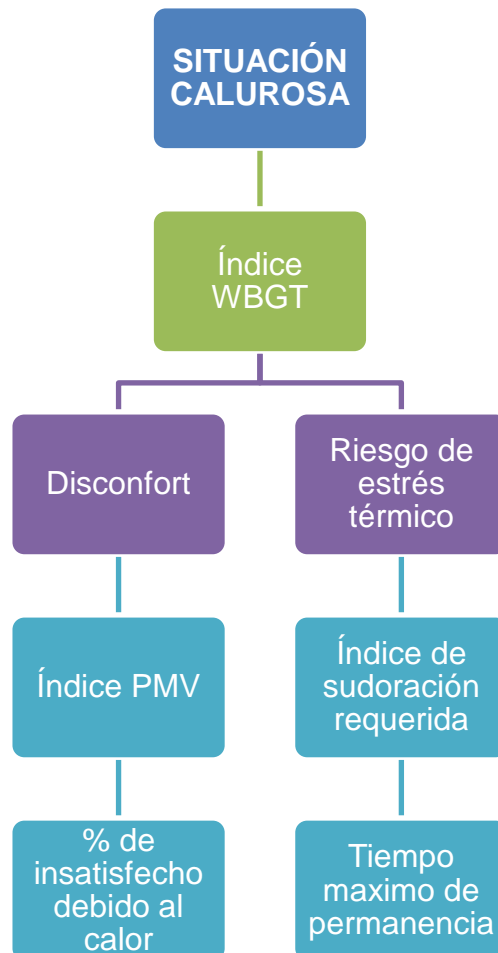
El aumento de la temperatura corporal es provocado por el aumento de la temperatura del ambiente. Cuando la temperatura corporal aumenta el cuerpo reacciona con la sudoración y un riego sanguíneo elevado para facilitar la pérdida de calor por convección a través de

la piel, que a su vez son causa de una serie de trastornos, tales como la pérdida de elementos básicos para el cuerpo (agua, sodio, potasio, etc.).

Cuando se desea valorar el riesgo de estrés térmico se utiliza el índice de sudoración, que indica el tiempo máximo recomendable de permanencia en una situación determinada.

Existen diversos métodos para valorar el ambiente térmico en sus diferentes grados de agresividad:

Gráfico 3. Métodos para valorar el ambiente térmico



Fuente: LUNA, Pablo, INSHT, pág. 1.
Elaborado por: Marco Anchatipán

1.2.6. Evaluación del Estrés Térmico

Según LUNA Pablo. INSHT (1995), pág. 1 dice que:

“La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud”.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso consiste en la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que establece el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles.

En las empresas industriales esta limitación se pone en práctica, en la mayoría de los casos, permitiendo que los trabajadores intercalen a su libre albedrío los periodos de actividad y de reposo, aunque usualmente este método conduce a resultados bastante satisfactorios, implica un riesgo considerable de que en ciertas circunstancias (por ejemplo para terminar una tarea y evitar así un nuevo periodo de exposición) el trabajador prolongue su exposición hasta límites peligrosos.

Para evaluar los riesgos del calor debe distinguirse entre lo que constituye la causa y el efecto, entre el estrés térmico y la sobrecarga térmica.

El estrés térmico corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan. La sobrecarga térmica es la respuesta fisiológica del cuerpo

humano al estrés térmico y corresponde al coste que le supone al cuerpo humano el ajuste necesario para mantener la temperatura interna en el rango adecuado.

Entre los factores que se miden y que determinan el estrés térmico potencial se incluyen: la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire, la radiación, la actividad metabólica y el tipo de ropa.

1.2.7. Determinación del riesgo de estrés térmico

Para valoración del estrés térmico se evalúan los factores climáticos y físicos del ambiente y se analizan la incidencia sobre el cuerpo humano mediante el uso del índice de estrés térmico (WBGT) apropiado.

El método que se utiliza para el análisis del confort térmico es la temperatura efectiva fundamentada en el estudio de grupos de persona cuando se encuentran expuestas a diferentes combinaciones de temperatura, humedad y movimiento de aire, sin tomar en cuenta la carga metabólica ni la incidencia de los rayos del sol.

Los métodos para obtener el balance térmico son exactos pero complicados a la hora de ponerlos en práctica; su objetivo es obtener las variables que intervienen en el balance térmico a través de la resolución de ecuaciones.

1.2.8. Criterios de evaluación

El criterio principal de evaluación del estrés térmico y el más utilizado es: el índice WBGT, recomendado por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) para los límites de alerta para el ambiente térmico. Para la aplicación de este método de evaluación debe conocerse los siguientes parámetros:

1.2.8.1. Temperatura del aire seca (TA):

Es la temperatura del aire medida con un termómetro, en grados centígrados o Kelvin.

1.2.8.2. Temperatura húmeda natural (THN):

Es la temperatura indicada por un termómetro cuyo sensor está recubierto por una muselina de algodón humedecida y expuesto al movimiento del aire en el punto de medición (COVENIN 2254:1995).

1.2.8.3. Temperatura húmeda psicométrica (THP):

Es la temperatura indicada por el termómetro cuando alrededor de la muselina se establece una corriente forzada de aire

1.2.8.4. Velocidad del aire

Es la velocidad en m/s a la que se mueve el aire; su magnitud es importante en el intercambio térmico entre el hombre y el ambiente por su influencia en la transferencia térmica por convección y evaporación.

1.2.8.5. Calor radiante

Es la carga térmica de radiación solar que incide sobre el cuerpo humano. Se mide mediante un termómetro de globo que consiste en una esfera de cobre, hueca, de 15 cm. de diámetro y pintada de negro mate, en cuyo centro se inserta un termómetro (COVENIN 2254:1995).

1.2.9. Estimación de la carga térmica metabólica

Puede realizarse empleando tablas de consumo metabólico o de análisis de tareas.

Para interiores sin carga solar el índice WBGT es:

$$\text{WBGT} = 0,7 \text{ thn} + 0,3 \text{ tg}$$

Para exteriores con carga solar es:

$$WBGT = 0,7 \text{ thn} + 0,3 \text{ tg} + 0,1 \text{ ta}$$

Siendo:

WBGT = Índice de temperatura de globo y bulbo húmedo, (°C)

Thn= Temperatura húmeda de bulbo natural (°C)

Tg= Temperatura de globo, (°C)

Ta= temperatura del aire, (°C)

1.2.10. Efectos del ESTRÉS TÉRMICO

Cuando una persona se ve expuesta al calor, se activan los mecanismos fisiológicos de termólisis para mantener la temperatura normal del organismo. Los flujos de calor entre el organismo y el medio ambiente dependen de la diferencia de temperatura entre:

- El aire circundante y objetos como paredes, ventanas, el cielo, etc.,
- La temperatura superficial de la persona

La temperatura superficial de la persona está regulada por mecanismos fisiológicos, como variaciones en el flujo sanguíneo periférico y la evaporación del sudor secretado por las glándulas sudoríparas.

Además, la persona puede cambiarse de ropa para influir en el intercambio de calor con el medio ambiente.

Como menciona KENNY, Larry, 1995, pág. 3:

“Cuanto más calurosas sean las condiciones ambientales, menor será la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura superficial de la piel o de la ropa. Con ello, el “intercambio de calor seco” por convección y radiación se reduce en ambientes cálidos comparado con los ambientes fríos.”

Cuando la temperatura ambiente es superior a la temperatura corporal periférica, el cuerpo absorbe calor de su entorno. En este caso, el calor absorbido, sumado al calor liberado por los procesos metabólicos, debe perderse mediante evaporación del sudor para mantener la temperatura corporal.

Así, la evaporación del sudor adquiere una importancia cada vez mayor al aumentar la temperatura ambiente. Por este motivo la velocidad del aire y la humedad ambiental (presión parcial del vapor de agua) son factores ambientales críticos en ambientes calurosos.

Como menciona KENNY, Larry, 1995, pág. 3:

“Cuando la humedad es alta, el cuerpo sigue produciendo sudor, pero la evaporación se reduce. El sudor que no puede evaporarse no tiene efecto de enfriamiento: resbala por el cuerpo y se desperdicia desde el punto de vista de la regulación térmica.”

El sudor es secretado por los millones de glándulas sudoríparas que se encuentran en la superficie de la piel cuando se activa el centro de la regulación térmica por un aumento de la temperatura corporal. Con el sudor se pierden agua y sal, que deben reponerse.

1.2.11. Trastornos Sistémicos por calor

Según TOKUO, Ogawa, OIT, 1995, pág. 8 dice:

“Los calambres por calor, el agotamiento por calor y el golpe de calor tienen importancia clínica. Los mecanismos responsables de estos trastornos sistémicos son una insuficiencia circulatoria, un desequilibrio hídrico y

electrolítico y/o hipertermia (elevada temperatura corporal).”, el más grave de todos ellos es el golpe de calor, que puede provocar la muerte si no se trata rápida y correctamente.

Existen dos poblaciones que presentan un mayor riesgo de sufrir trastornos por calor, sin tomar en cuenta la población infantil. La primera y más grande de ellas es la constituida por las personas de edad avanzada, especialmente cuando carecen de recursos económicos y sufren enfermedades crónicas como diabetes mellitus, obesidad, malnutrición, insuficiencia cardíaca congestiva, alcoholismo crónico y demencia, o necesitan medicamentos que interfieren con la regulación térmica.

La segunda población con riesgo de sufrir trastornos por calor está formada por personas sanas que intentan realizar esfuerzos físicos prolongados o se exponen a un estrés excesivo por calor.

Según TOKUO, Ogawa, OIT, 1995, pág. 8 dice:

“Los factores que predisponen a las personas jóvenes a sufrir trastornos por calor, además de una disfunción congénita o adquirida de las glándulas sudoríparas, son una mala forma física, la falta de aclimatación, una baja eficiencia laboral y una menor relación entre superficie cutánea y masa corporal”.

Cuando una persona no está bien hidratada, no tiene buen estado físico y pasa mucho tiempo expuesta al calor sufrirá trastornos por calor sin importar su edad, por lo que no va a realizar correctamente su trabajo, tendrá mucha fatiga tanto física como mental.

1.2.11.1. Síncope por calor

TOKUO, Ogawa, 1995, pág. 8 indica que:

“El síncope es una pérdida de conocimiento temporal como resultado de la reducción del riego cerebral que suele ir precedido por palidez, visión borrosa, mareo y náuseas. Puede ocurrir en personas expuestas a estrés por calor. El término colapso por calor se ha utilizado como sinónimo de síncope por calor. Los síntomas se atribuyen a vasodilatación cutánea, acumulación de sangre por la postura corporal con el

resultado de un menor retorno venoso al corazón y un gasto cardíaco también reducido.”

Las personas con enfermedades cardiovasculares o que no están aclimatadas tienen más riesgo de sufrir un colapso por calor. Las víctimas suelen recuperar el conocimiento rápidamente. Cuando se tiene deshidratación leve se produce en la mayoría de las personas expuestas al calor aumenta la probabilidad de sufrir un síncope por calor.

1.2.12.2. Edema por calor

Puede aparecer edema leve en personas no aclimatadas expuestas a un ambiente caluroso, con la hinchazón de manos y pies. Suele desaparecer con la aclimatación o cuando el paciente se encuentra en un lugar fresco.

1.2.12.3. Calambres por calor

Cuando existe un trabajo físico prolongado con una intensa sudoración pueden aparecer calambres por calor.

Según TOKUO, Ogawa, 1995, pág. 9 dice:

“Aparecen espasmos dolorosos en las extremidades y en los músculos abdominales sometidos a un trabajo intenso y a la fatiga, aunque la temperatura corporal apenas aumenta. Esos calambres están causados por la depleción salina que se produce cuando la pérdida hídrica resultante de una sudoración profusa y prolongada se repone con agua no suplementada con sal y cuando los niveles circulantes de sodio descienden por debajo de un nivel crítico.”

El tratamiento de los calambres por calor consiste en interrumpir la actividad, descansar en un lugar fresco y reponer los líquidos y electrolitos perdidos. La exposición al calor debe evitarse durante al menos 24 o 48 horas.

1.2.12.4. Agotamiento por calor

Como menciona TOKUO, Ogawa, 1995, pág. 9:

“Se han distinguido dos tipos de agotamiento por calor: el provocado por depleción hídrica y el provocado por depleción salina, aunque con frecuencia se da una mezcla de ambos tipos.”

El agotamiento por calor se produce como resultado de una deshidratación severa tras perderse una gran cantidad de sudor. Es típico en personas jóvenes por lo demás sanas que realizan un esfuerzo físico prolongado.

1.2.13. Consumo Metabólico (M)

Según LUNA, Pablo, 1995, pág. 3:

“El consumo metabólico es la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), como consecuencia de la tarea que desarrolla el individuo, considerando que toda la energía consumida se transforma en calórica.”

La cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo es una variable que es necesario conocer para la valoración del confort o del estrés térmico.

Existen varios tipos de tablas que ofrecen información sobre el consumo de energía durante el trabajo. Unas relacionan, de forma sencilla y directa, el tipo de trabajo con el término **M** estableciendo trabajos concretos y dando un valor de **M** a cada uno de ellos. Otras como la que se presenta en la tabla 1, determina un valor de **M** según la posición y movimiento del cuerpo, el tipo de trabajo y el metabolismo basal.

Tabla 1. Valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243)

Consumo Metabólico Kcal/hora	WBGT límite			
	Persona Aclimatada		Persona no Aclimatada	
	V=0	V=0	V=0	V=0
≤ 100	33	33	32	32
100 – 200	30	30	29	29
200 – 310	28	28	26	26
310 – 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Fuente: NTP 322, LUNA, Pablo, pág. 3

Elaborado por: Marco Anchatipán

1.2.14. Consumo metabólico según características de la tarea

Mediante este sistema se obtiene el consumo metabólico según tablas con características tales como desplazamiento, edad, etc, la sumatoria de las mismas permitirá obtener un valor concerniente al consumo metabólico de la tarea que realiza el trabajador. Las características a evaluar son:

1.2.14.1. Metabolismo basal en función de edad y sexo

Basado principalmente en el género y la edad del trabajador.

Por medio de la tabla 2 se obtiene un valor de metabolismo en función de la edad y sexo del trabajador.

Tabla 2: Metabolismo basal en función de edad y sexo

Varones		Mujeres	
Años de edad	Wattios/m ²	Años de edad	Wattios/m ²
6	61,480	6	58,719
7	60,842	6,5	58,719
8	60,065	7	56,979
8,5	59,392	7,5	55,494
9	58,626	8	54,520
9,5	57,327	8,5	53,940
10	56,260	9 – 10	53,244
10,5	55,344	11	52,502
11	54,729	11,5	51,968
12	54,230	12	51,365
13 – 15	53,766	12,5	50,533
16	53,035	13	49,764
16,5	52,548	13,5	48,836
17	51,968	14	48,082
17,5	51,075	14,5	47,258
18	50,170	15	46,516
18,5	49,532	15,5	45,704
19	49,091	16	45,066
19,5	48,720	16,5	44,428
20 – 21	48,059	17	43,871
22 – 23	47,351	17,5	43,384
24 – 27	46,678	18 - 19	42,618
28 – 29	46,180	20 - 24	41,969
30 – 34	45,634	24 - 44	41,412
35 – 39	44,869	45 - 49	40,530
40 – 44	44,080	50 – 54	39,394
45 – 49	43,349	55 – 59	38,489
50 – 54	42,607	60 – 64	37,828
55 – 59	41,876	65 – 69	37,468
60 – 64	41,157		
65 – 69	40,368		

Fuente: NTP 323, LUNA, Pablo, INSHT, pág. 5

Elaborado por: Marco Anchatipán

1.2.14.2. Componente postural

Permite determinar el consumo metabólico de un trabajador según la posición del cuerpo que sostiene durante el desarrollo de su tarea. En la tabla 3 se tiene el valor del metabolismo según la posición del cuerpo.

Tabla 3: Metabolismo para la postura corporal. Valores excluyendo el metabolismo basal

Posición del cuerpo	Metabolismo (W/m ²)
Sentado	10
Arrodillado	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30

Fuente: NTP 323, LUNA, Pablo, INSHT, pág. 6

Elaborado por: Marco Anchatipán

1.2.14.3. Componente de tipo de trabajo

El consumo metabólico de un trabajador en función del tipo de trabajo y su intensidad se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Metabolismo para distinto tipos de actividades. Valores excluyendo el metabolismo basal.

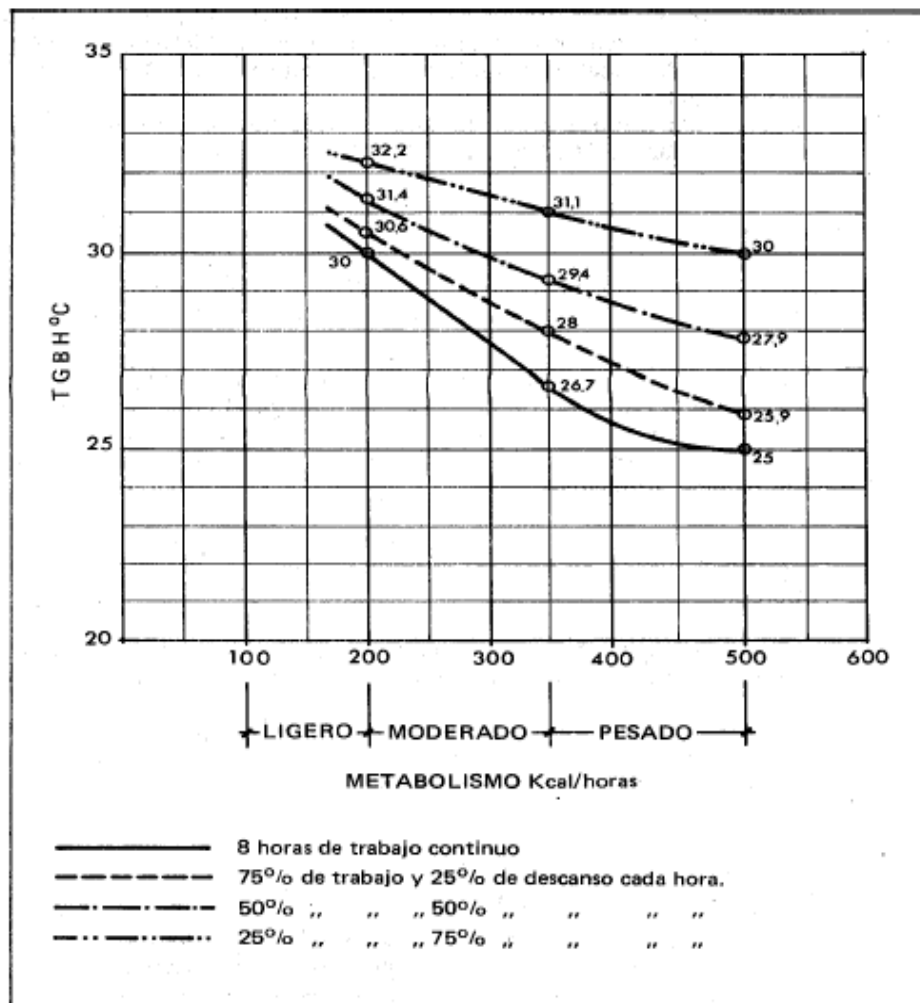
Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m ²)	
	Valor medio	Intervalo
Trabajo con las manos		
Ligero	15	< 20
Medio	30	20 – 35
Intenso	40	> 35
Trabajo con un brazo		
Ligero	35	< 45
Medio	55	45 – 65
Intenso	75	> 65
Trabajo con dos brazos		
Ligero	65	< 75
Medio	85	75 – 95
Intenso	105	> 95
Trabajo con el tronco		
Ligero	125	< 155
Medio	190	155 – 230
Intenso	280	230 – 330
Muy intenso	390	> 330

Fuente: NTP 323, LUNA, Pablo, INSHT, pág. 7

Elaborado por: Marco Anchatipán

Con los datos obtenidos del índice WBGT de cada tarea se procede determinar el régimen trabajo descanso. Para ello se debe hacer uso de una gráfica que combina el gasto metabólico con la temperatura WBGT y además posiciona la respuesta en un valor cercano al % de trabajo y descanso recomendado por el INSHT. Ver la gráfica 4:

Gráfico 4: Valores permisibles de exposición al calor



Fuente: NTP 322 pág. 6

Elaborado por: Marco Anchatipán

Tabla 5: Valores límites permisibles de exposición al calor
(Valores dados en C y correspondientes a TGBH)

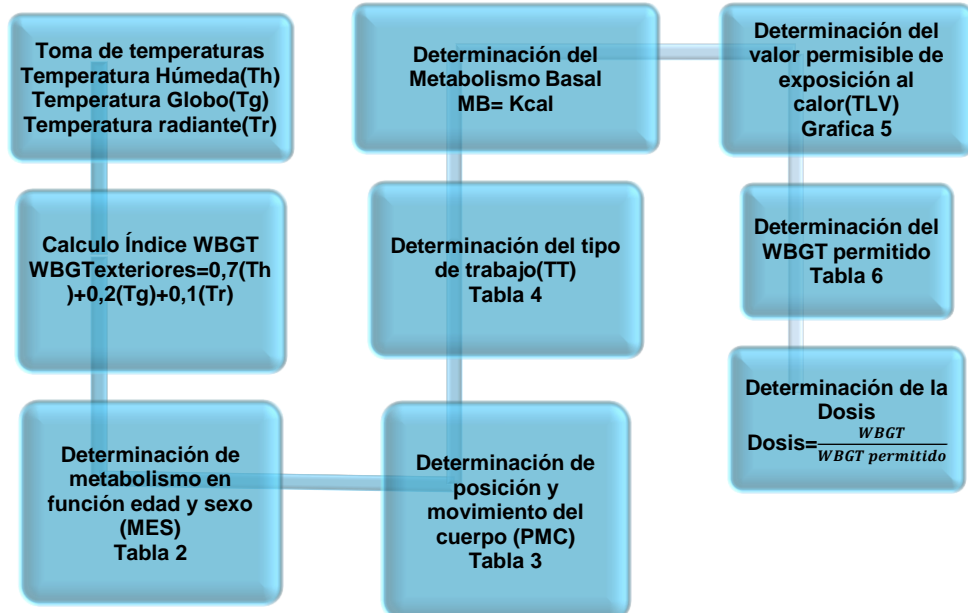
Régimen de trabajo – descanso	Carga de trabajo		
	Liviano	Moderado	Pesado
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% Trabajo 25% Descanso cada hora	30,6	28,0	25,9
50% Trabajo 50% Descanso cada hora	31,4	29,4	27,9
25% Trabajo 75% Descanso cada hora	32,2	31,1	30,0

Fuente: NTP 322

Elaborado por: Marco Anchatipán

El proceso de cálculo a seguir para encontrar la dosis de calor para el sistema de trabajo se resume en la gráfica 5:

Gráfico 5. Cuadro E, Calculo dosis de calor



Fuente: NTP 322

Elaborado por: Marco Anchatipán

1.2.15. Aislamiento Térmico de la Ropa

La capacidad que tienen las prendas de vestir de aislar térmicamente, se denomina “Resistencia Térmica del Vestido”, las cuales se miden en unidades llamadas “clo”. Estas juegan un papel importante en el aislamiento o protección contra la pérdida de calor corporal o contra la adquisición de calor ambiental.

En condiciones calurosas la ropa que usa el trabajador, debe permitirle perder el exceso de calor corporal generado durante el trabajo. Mientras que en condiciones frías, es necesario utilizar ropa que impida la pérdida de calor corporal, pero al mismo tiempo esta no debe dificultar el trabajo a realizarse.

Tabla 6. Aislamiento Térmico de la Ropa

PRENDA DE VESTIR	RESISTENCIA TÉRMICA (Icl) (clo)
Calcetines Ligeros	0.03
Calcetines Gruesos	0.04
Camiseta Ligera	0.20
Camiseta Gruesa	0.25
Jersey	0.37
Pantalón Ligero	0.26
Pantalón Grueso	0.44

Fuente: Resistencia Térmica del Vestido, Ergonomía, INSHT, pág. 142

Elaborado por: Marco Anchatipán

Cabe mencionar que la ropa es independiente del material de que está hecha (Tipo de fibra). Estas dependen del aire que quedan atrapadas en la trama de las fibras del tejido, es por ello que se recomienda llevar varias capas de ropa que una sola y gruesa.

1.3. Fundamentación Legal

Cumplimiento legal las empresas están obligadas a cumplir con los siguientes requerimientos:

- Decreto ejecutivo 2393 capítulo III artículo 53 en cuanto a que se debe procurar mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.
- Resolución 957 de Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo Art. 1, en cuanto a prevención de riesgos.
- Decisión 584 artículo 2 literal h en cuanto al aseguramiento de los riesgos profesionales.
- Decreto ejecutivo 2393 capítulo III artículo 54 en cuanto a que se debe evitar el superar los valores máximos establecidos, en aquellos ambientes de trabajo donde por sus instalaciones o procesos se origine calor por medios naturales o artificiales trabajadores.

1.4. Definiciones generales

Accidente de trabajo.- Accidente de trabajo es todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona al trabajador una lesión corporal o perturbación funcional, con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena.

Aclimatación: la acción de adaptación que sufre un ser orgánico a un cambio climático o en su defecto a nuevos climas.

Agotamiento por el Calor: Es la forma más común de enfermedad relacionada a calor, y la primera manifestación aceptada como enfermedad por calor. Representa la falla del sistema cardiovascular

para responder a la sobrecarga de trabajo en condiciones de temperaturas extremas anormales altas y deshidratación, con inhabilidad para continuar con el ejercicio o actividad física. Se produce súbitamente y la duración es breve.

Calambres por Calor: Condiciones en la cual la temperatura del cuerpo se eleva a un nivel que causa daño en los tejidos orgánico, originando un síndrome característico, que afecta a múltiples órganos del cuerpo.

Calor: Es la transferencia de energía térmica que se da entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas

Cansancio Fugaz por el Calor: Es un estado temporal de incomodidad y tensión mental o psicológica causado por una exposición prolongada al calor. Los trabajadores que no están acostumbrados al calor están especialmente propensos y pueden sufrir distintos grados de una disminución de rendimiento, coordinación y de su capacidad de estar alerta.

Desmayo (sincope por calor): Se asocia con la permanencia prolongada de pie o si el individuo se yergue bruscamente desde una posición sentada o acostada, en forma brusca, en situación de calor. Se atribuye a débito cardíaco inadecuado e hipotensión postural por deshidratación

Edema por Calor: El edema de calor es la forma más leve de la enfermedad y la más frecuente que afecta a los individuos en calor extremo. Los síntomas incluyen, edema (hinchazón) en zonas de mayor gravedad: manos, piernas, signos vitales normales y síntomas de agotamiento.

Enfermedad Ocupacional: Cualquier condición anormal o desorden diferente a una lesión ocupacional, producto de la exposición a factores vinculados al ambiente de trabajo, ocasionados por inhalación, digestión y absorción o contacto.

Enfermedad Profesional.- Son las afecciones agudas o crónicas causadas de manera directa con el ejercicio de la profesión o labor que realiza el trabajador y que produce incapacidad.

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

Estrés: Corresponde a una sensación de tensión tanto física como psicológica, que puede ocurrir en situaciones, específicas, difíciles o inmanejables.

Golpes de calor: El límite de calor que puede tolerar el ser humano está relacionado con la humedad ambiental. Así, si el ambiente es seco y con viento, se pueden generar corrientes de convección que enfrían el cuerpo.

Incidente de trabajo .- Suceso acaecido durante el trabajo ,o relacionado con este, que tuvo potencial de ser un accidente, en el que hubo personas involucradas sin que sufriera lesiones o se presentaran daños a la propiedad o pérdida en los procesos.

Insolación: La insolación es un problema más grave para la salud de los trabajadores en ambientes calurosos. La insolación ocurre cuando el sistema que controla la temperatura del cuerpo falla y la

transpiración se hace inadecuada. El proceso de transpiración se puede poner en peligro sin que la víctima se dé cuenta de haber llegado a un estado de crisis.

Metabolismo: Conjunto de los cambios químicos y biológicos que se producen continuamente en las células vivas de un organismo.

Riesgos del trabajo.- Son las eventualidades dañosas a que está sujeta el trabajador con ocasión o por consecuencia de su actividad. Se consideran riesgos del trabajo las enfermedades profesionales y los accidentes.

Salud Ocupacional - Higiene Industrial: Hace referencia a la identificación, evaluación y control de los potenciales riesgos para la salud del empleado relacionados con las actividades que realiza en su trabajo.

Sarpullido por Calor: Un sarpullido por el calor (fiebre miliar) ocurre con más frecuencia en ambientes calurosos y húmedos, donde la transpiración no se elimina muy fácilmente y la piel queda mojada la mayor parte del tiempo.

Valor permisible: Aquel valor de concentración que no deberá excederse en la exposición a una sustancia.

WBGT: (Wet Bulb Globe Thermometer) se va a utilizar para establecer cuándo una situación presenta riesgos de estrés térmico. A su vez, también ayuda a tomar decisiones acerca de las medidas preventivas necesarias para evitar tales situaciones.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

2.1. Modalidad básica de investigación

2.1.1. Bibliográfica Documental

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó fuentes de información secundaria en libros, normativas internacionales referentes a condiciones de estrés térmico, internet, reglamentos técnicos, además se indagó en principios primarios, obtenidos a través de documentos válidos y confiables que permitieron ampliar, profundizar y deducir diferentes causas, teorías, conceptualizaciones, procedimientos estandarizados y criterios de diversos autores.

La información obtenida se utilizó en el marco teórico, recopilando datos de diferentes fuentes sobre conceptos que mantienen concordancia con las dos variables en estudio.

2.1.2. De Campo

Se trabajó con la modalidad de campo porque se realizaron visitas a las áreas de trabajo de operación manual de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover de la empresa TIW sucursal Ecuador específicamente en operaciones de Corrida de Tubulares

de Casing, con el objeto de tomar datos de información referente a las actividades, tareas, entorno de trabajo, organización del trabajo, herramientas de trabajo y procesos; en el mismo contexto e importancia se realizaron mediciones de los niveles de temperatura y se obtuvieron datos para calcular la Dosis de exposición por Temperatura, garantizando de esta forma la obtención de elementos de juicio necesarios para intercambiar y recabar información de una realidad o contexto delimitado.

2.2. Tipo de Investigación

Por las condiciones actuales del proceso de trabajo y de acuerdo a lo que dice SANDOVAL, pág. 20:

“La información se obtiene donde se encuentre concentradas las fuentes información”

Este trabajo utilizó los siguientes tipos de investigación:

2.2.1. Investigación Explicativa

Según BABBIE, 1979, pág. 12, la investigación explicativa:

“Pretende conducir a un sentido de comprensión o entendimiento de un fenómeno. Apuntan a las causas de los eventos.”, pretende responder a preguntas como: ¿por qué ocurre? ¿En qué condiciones ocurre?

Este proyecto utilizó este tipo de investigación porque se requiere realizar la evaluación de una variable en su relación con la otra.

2.2.2. Investigación Correlacional

Según NARANJO, 2012, pág. 25, la Investigación Correlacional:

“Permite predicciones estructuradas y tiene como objetivo medir el grado de relación entre las variables.”

Este trabajo utiliza este tipo de investigación porque necesita determinar el % de trabajo y descanso con la conjunción de los parámetros utilizados.

2.3. Método de Investigación

2.3.1. Método de la observación científica

Según GALINDO C, 1998, pág. 23 dice que:

“Es una técnica de recolección de datos que explora, describe, comprende, identifica y genera hipótesis sobre ambientes, contextos, sub-culturas y la mayoría de los aspectos de la vida social”.

Al utilizar este método de investigación se conocen las etapas del proceso de trabajo recopilando los actos y condiciones inseguras en el sitio mismo de su ejecución y poder obtener información confiable que se pueda utilizar para mejorar la seguridad y salud de los trabajadores.

2.4. Procedimiento para recopilación de datos de la investigación

Para la recopilación de datos del estudio se siguen los pasos que se detalla a continuación:

- Determinar la muestra y población, en nuestro caso la muestra es toda la población 12 operadores.
- Toma de mediciones a los operadores
- Tabulación de datos
- Procesamiento de la información
- Verificación de los objetivos específicos

- Preparación del programa de prevención.

2.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Para la investigación de campo se utilizó la observación.

2.5.1. Observación

Para recopilar nuevos datos observando los actos y condiciones inseguras.

Según HERRERA A. MEDINA F. Y NARANJO G, 2004, pág. 45 que mencionan:

“Existen cinco tipos de observación: Directa cuando el investigador se pone en contacto cercano, Participante cuando el investigador comparte la vida en grupo estudiado y Estructurada cuando es planificada en todos los aspectos, métodos y es críticamente realizada y se registran con instrumentos técnicos especiales.”

El tipo de observación que utiliza para recopilar datos del entorno de trabajo de operación manual de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover es directa y estructurada ya que toma registros en campo de temperaturas, humedades y observación de las condiciones de trabajo y ejecución de tareas.

2.5.2. Población y Muestra

La población se hace referencia al personal de TIW sucursal Ecuador en las operaciones manuales de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover, donde se realizó el trabajo de investigación.

2.5.2.1. Población:

La población de trabajadores de operación de llave hidráulica involucrada es de 12 trabajadores de la Empresa TIW sucursal Ecuador.

2.5.2.2. Muestra:

No existe muestra porque se tomó toda la población.

2.6. Procesamiento y análisis

2.6.1. Plan de Procesamiento de la Información.

Los datos recogidos se transformaron siguiendo ciertos procedimientos:

- Revisión de la información recogida.
- Repetición de la recolección de datos, para esto se realizaron 3 mediciones por cada operador.
- Manejo de información (Con las mediciones se realizó los promedios y cálculos).
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados y sacar conclusiones.

2.6.2. Análisis e interpretación de los resultados

Una vez que se realizó la adquisición de datos, estos se transformaron siguiendo ciertos procedimientos:

- Análisis de los resultados estadísticos;
- Interpretación de los resultados;
- Comprobación de hipótesis y
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

2.7. Señalamiento de Variables de la Hipótesis

2.7.1. Variable Independiente

Gasto metabólico y la temperatura WBGT.

2.7.2. Variable Dependiente

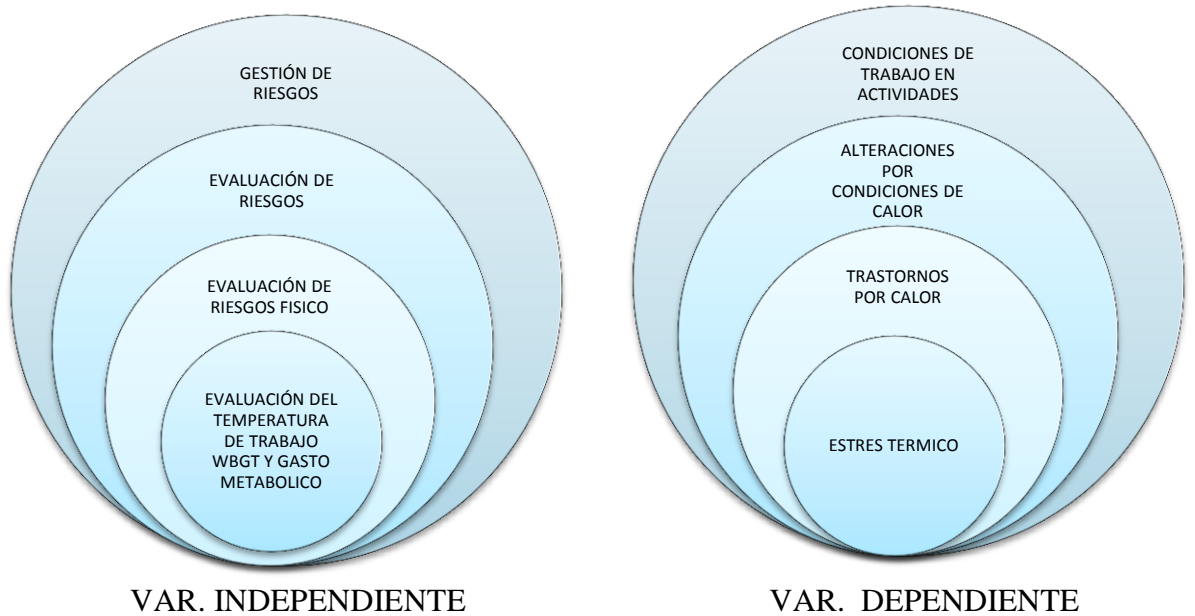
Estrés térmico

2.8. Operacionalización de Variables

Tomando en cuenta el tema del presente proyecto investigativo procedemos a realizar una separación de variables.

Gráfico 6 : Categorías fundamentales

Operacionalización de las variables



Fuente: Marco Anchatipán

2.8.1. Variable independiente:

Tabla 7: Temperatura WBGT y el Gasto Metabólico

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
<p>La temperatura WBGT es la temperatura o valor ponderado de los valores de temperatura medidos mediante instrumentos con los cuales se define un índice rápido y poco subjetivo.</p> <p>El gasto metabólico es la cantidad de calor que genera el individuo al realizar una tarea, depende de condiciones fisiológicas.</p>	<p>Entorno térmico: Temperatura de Globo, Húmeda, Bulbo seco.</p> <p>Producción metabólica: tipo de trabajo, edad, sexo, postura corporal, velocidad.</p>	<p>Dosis de temperatura WBGT.</p> <p>Cantidad de calor que genera el desarrollo de la actividad</p>	<p>¿La dosis de temperatura WBGT está sobre 1?</p> <p>¿Es alta la cantidad de calor generada en la operación manual de llaves hidráulicas en Taladros de Perforación y Workover?</p>	<p>Hoja de observación directa del método NTP 322.</p> <p>Medición temperatura WBGT aparatos puntuales COVENIN 2254:1995.</p> <p>Hoja de observación directa</p> <p>Registro de observación del método NTP 323.</p>

2.8.2. Variable dependiente:

Tabla 8: Estrés térmico

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Trastornos producidos por la exposición a una elevada temperatura de trabajo que producen insuficiencia circulatoria, desequilibrio hídrico y electrolítico, hipertermia y golpe de calor.	Calambres Golpe de calor	Número de lesiones y reporte por trastornos sistémicos Número de ausentismo por trastornos sistémicos	¿Es alta la cantidad de trastornos sistémicos?	Hoja de registros estadísticos Encuesta.

Fuente: Marco Anchatipán

CAPÍTULO III

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. NOVEDADES DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación de campo realizada en los equipos de Reacondicionamiento y Perforación de Pozos se constató que el trabajo que realiza el personal de manejo de llaves hidráulicas en las corridas de CASING y TUBULARES, requiere condiciones físicas óptimas y exigentes, convirtiendo a esta actividad en una de las más riesgosas para causar afecciones a la salud de los trabajadores así como también accidentes laborales. En cuanto a las normas técnicas y metodología de evaluación de estrés térmico por calor en el Ecuador no se dispone de reglamentos ni legislación adecuada que ayude a realizar un estudio de gasto energético, teniendo que aplicar en su mayor parte normas externas que protejan más al trabajador.

3.2. METODOLOGÍA UTILIZADA

El método de monitoreo y evaluación aplicado para este estudio está de acuerdo a los estándares establecidos en TLV's and BEI's de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), Section 2. Heat Stress and Heat Strain; el índice de temperatura del globo y bulbo húmedo (TGBH) o WBGT por sus siglas en inglés es un método para evaluar la sobrecarga térmica basado en la temperatura del globo (TG), bulbo Húmedo (TH) y bulbo seco (TS) que representan la carga de calor ambiental.

Las medidas fueron efectuadas con un analizador de estrés térmico HT30 el cual integra termómetros de bulbo seco, húmedo y globo.

3.3. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO POR ÁREA O PUESTO DE TRABAJO

El procedimiento aplicado para el monitoreo y medición de las condiciones del ambiente laboral detalla a continuación:

- Identificar y seleccionar la condición de medición y monitoreo.
 - ✓ Monitoreos desarrollados fuera de las instalaciones.
- Ubicar el monitor a una altura de 0,1 m, a una altura de 1,1 m y a una altura de 1,7 m.
- Verificar las condiciones de registro y calibración de campo.
- Estabilizar e igualar las condiciones térmicas del equipo a las condiciones térmicas del área a evaluar (10 a 15 minutos).
- Realizar los monitoreos y registro digital de datos en el área seleccionada.
- Seleccionar la tasa de registro de temperaturas, a 60 segundos.
- Adquisición y registro de datos.

Para el monitoreo, adquisición y registro de datos se utilizó un equipo de monitoreo de estrés térmico HT30, el cual registra y determina los siguientes parámetros:

Tabla 9. Parámetros registrados y procesados en el equipo

Datos Registrados Adquiridos	
Temperatura bulbo seco	Ts
Humedad relativa	% H
Temperatura de Globo o cuerpo negro	Tg
Índice de Temperatura de Globo	WBGT
Bulbo Húmedo Promedio	

Fuente: Marco Anchatipán

Los puestos y áreas de trabajo considerados para la evaluación por exposición a Estrés y confort térmico son los siguientes:

Tabla 10. Área y puesto de trabajo

OPERADORA	#	Área / Puesto de Trabajo
CONSORCIO SHUSHUFINDI	4	Mesa RIG HP 176
	4	Mesa RIG SHUSHUFINDI 01
	4	Mesa RIG KEY ENERGY 80057

Fuente: Marco Anchatipán

3.4. EVALUACIÓN DEL INDICE DE ESTRÉS TÉRMICO (WBGT)

Una vez identificado el peligro de exposición a ambientes calurosos se determinará en qué concentración un efecto adverso provocado por la exposición a temperaturas y humedades propias del área evaluada podría afectar a la persona, la evaluación del riesgo se lo realizará relacionando el índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT) con la actividad física de los trabajadores, de modo que, si queda por encima del valor definido como referencia, los trabajadores se encuentran en una situación de riesgo, que se debe entender como una situación que no se puede mantener de forma continua a lo largo de la jornada o del tiempo de exposición.

La evaluación del nivel de riesgo por exposición a estrés térmico se lo realizó mediante la comparación de temperaturas WBGT fijadas en el Decreto Ejecutivo 2393, Art 54 literal e, con los valores reportados de WBGT correspondiente a la lectura reportada por el equipo.

Adicionalmente se realizó la valoración de nivel de riesgo mediante la comparación de las temperaturas WBGT fijadas en los TVLs &

BEIs de la ACGIH “Screenig criteria for Heat Strees Exposure” y los valores registrados de WBGT

$$Dosis = \frac{\text{Cantidad del agente físico transferido del medio al trabajador}}{\text{cantidad de referencia o estandar}}$$

$$D = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}} * 100$$

Tabla 11. Valores límites permisibles del índice TGBH promedio en °C establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393

TIPO DE TRABAJO	LIVIANA	MODERADA	PESADA
	Inferior a 200 Kcal/hora	De 200 a 350 Kcal/hora	Igual o mayor a 350 Kcal/hora
Trabajo continuo	TGBH=30	TGBH=26.7	TGBH=25
75% trabajo y 25% descanso cada hora	TGBH=30.6	TGBH=28	TGBH=25,9
50% trabajo y 50% descanso cada hora	TGBH=31.4	TGBH=29.4	TGBH=27,9
25% trabajo y 75% descanso cada hora	TGBH=32.2	TGBH=31.1	TGBH=30

Fuente: NTP 323

Elaborado por: Marco Anchatipán

Tabla 12. Valores Criterio y limite de accion para estrés termico ACGIH

ACGIH Criterios de Selección para la exposición al estrés de calor (valores WBGT en ° C) para el día laboral de 8 horas cinco días a la semana con los viajes convencionales								
Asignación de trabajo en un trabajo / Ciclo	TLV®				Límite Acción			
	Descanso	Moderado	Pesado	Muy pesado	Descanso	Moderado	Pesado	Muy pesado
Descanso								
75-100%	31.0	28.0	-	-	28.0	25.0	-	-
50-75%	31.0	29.0	27.5	-	28.5	26.0	24.0	-
25-50%	32.0	30.0	29.0	28.0	29.5	27.0	25.5	24.5
0-25%	32.5	31.5	30.5	30.0	30.0	29.0	28.0	27.0

Adaptado de: 2013 TLVs® y BEIs® - Valores límite para sustancias químicas y agentes físicos e índices de exposición biológica. Cincinnati: Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), 2013, p.210.

Fuente: TLVs and BEIs ACGHI, 2012

Elaborado por: Marco Anchatipán

3.4.1. Nivel de riesgo para exposición a Estrés térmico

Tabla 13: Nivel de riesgo para el Estrés Térmico

DOSIS TGBH	NIVEL DE RIESGO
D < al 50%	Riesgo Bajo
50% ≤ D ≤ 100%	Riesgo medio, nivel de acción
100% < D ≤ 150%	Riesgo alto, nivel de control
D > 200%	Riesgo Critico, nivel de control

Fuente: NTP 322

Elaborado por: Marco Anchatipán

3.5. CÁLCULO DE AISLAMIENTO POR ROPA

El valor de aislamiento térmico proporcionado por la ropa se estimó mediante la consulta de tablas (ISO 7730, ISO 9920). Estas tablas

permiten el cálculo a partir de las combinaciones habituales de ropa o bien mediante la selección personalizada de las prendas del trabajador. Las prendas de vestir consideradas para el cálculo del aislamiento por ropa son:

Tabla 14. Aislamiento Térmico de la Ropa

PRENDA DE VESTIR	RESISTENCIA TÉRMICA (Icl) (clo)
Calcetines Ligeros	0.03
Calcetines Gruesos	0.04
Camiseta Ligera	0.20
Camiseta Gruesa	0.25
Jersey	0.37
Pantalón Ligero	0.26
Pantalón Grueso	0.44

Fuente: Resistencia Térmica del Vestido, Ergonomía, INSHT, pág. 142

Elaborado por: Marco Anchatipán

Aislamiento de la ropa $0.77\text{clo}=0,12\text{m}^2\text{K/W}$ (1
met=0,155m² K/W)

3.6. Resultados Valoración de estrés térmico por calor usando método WBGT

Para determinar el índice WBGT se tomó como referencia la norma venezolana COVENIN 2254:1995, la misma que manifiesta que se debe realizar 3 mediciones del índice WBGT a 0,1m., 0,6m., 1,1m. del suelo cuando la actividad se realice sentado y a 0,1m., 1,1m., 1,7m. cuando la tarea se lo realiza de pie. Estas mediciones se las realiza en el instante más caluroso.

3.6.1. MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO EN LA MESA RIG HP 176

Datos Generales

Empresa: TIW DE VENEZUELA SUCURSAL ECUADOR

Ubicación: MESA RIG HP 176

Operadora: Consorcio Shushufindi

Observaciones: Medición de parámetros de temperatura y humedad realizados en el área correspondiente a la mesa del Taladro de Perforación HP 176 durante operación normal.

Área de trabajo en la cual se desarrollan las actividades de: Operaciones de corrida de CSG 9 5/8

Condiciones climáticas durante el monitoreo: Día, parcialmente nublado.

Datos de evaluación

Las condiciones ambientales introducidas para la evaluación de Estrés térmico son las siguientes:

Fecha de evaluación: 24-04-2015

Hora de Monitoreo: Inicio: 10H30 Fin: 12H30

3.6.1.1. OPERADOR 1 EN LA MESA RIG HP 176

Nombre: Segundo Aucacama **Edad:** 32 años

Tabla 15: Primera medición al operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,8	25,5	27,6	88,6
1,1	25,1	26,8	27,9	90,3
1,7	25,6	26,2	28,4	88,5

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 16: Segunda medición al operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,4	26,4	28,9	83,4
1,1	25,2	26,4	28,8	82,1
1,7	25,6	26,8	30,1	80,4

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 17: Tercera medición al operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,4	26,4	28,9	88,5
1,1	25,0	26,3	28,7	82,1
1,7	25,4	26,8	30,0	80,0

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 18: Promedio de mediciones operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,20	26,10	28,47	88,55
1,1	25,10	26,50	28,47	86,20
1,7	25,53	26,60	29,50	84,25

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ WBGT

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{24,8 + 25,4 + 25,4}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 25,20$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{25,1 + 25,2 + 25,0}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 25,10$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{25,6 + 25,6 + 25,4}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 25,53$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{25,20 + 2x25,10 + 25,53}{4}$$

$$WBGT = 25,23$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{25,23}{25,0}$$

$$Dosis = 1,01$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 19: Consumo de metabolismo global en el operador 1
Taladro HP 176

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	45,634
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	180,634

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 180,634 * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 280,52 \frac{Kcal}{h}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{Gasto Metabolico}{60} = Kcal/min$$

$$M = \frac{280,52}{60} = 4,68Kcal/min$$

Lehman y Spitzer han propuesto la fórmula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1 \right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,68}{4} - 1 \right) \times 100$$

$$D = 16,88\%$$

Este 16,88 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{16,88 \times 60 \text{ minutos}}{100} \right) = 10 \text{ minutos}$$

Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{10 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 7 \text{ minutos}$$

✓ **ANALISIS**

En el gráfico 7 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico por lo que se determina que en el operador 1 del Taladro HP 176 posee estrés por calor ya que la dosis es mayor a uno teniendo un riesgo alto, debiéndose implementar medidas inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descanse 7 minutos.

Gráfico 7: Cálculo dosis de calor puesto operador 1 Taladro HP 176



Fuente: Marco Anchatipán

3.6.1.2. OPERADOR 2 EN LA MESA RIG HP 176

Nombre: Víctor Díaz

Edad: 20 años

Tabla 20: Primera medición al operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,5	26,4	26,9	79,3
1,1	24,7	26,4	27,1	80,0
1,7	25,0	26,7	27,3	80,5

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 21: Segunda medición al operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,8	26,5	27,4	80,4
1,1	24,7	25,9	27,6	82,3
1,7	24,8	26,3	27,3	82,5

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 22: Tercera medición al operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,9	26,2	27,5	81,4
1,1	24,5	25,9	27,6	81,0
1,7	24,5	26,1	27,4	80,7

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 23: Promedio de mediciones operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,73	26,37	27,27	80,37
1,1	24,63	26,07	27,43	81,10
1,7	24,77	26,37	27,33	81,23

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ WBGT

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{24,5 + 24,8 + 24,9}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 24,73$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{24,7 + 24,7 + 24,5}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 24,63$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{25 + 24,8 + 24,5}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 24,77$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{24,73 + 2x24,63 + 24,77}{4}$$

$$WBGT = 24,69$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{24,69}{25,0}$$

$$Dosis = 0,99$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 24: Consumo de metabolismo global en el operador 2

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	48,059
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	183,059

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto\ Metabólico = Consumo\ Metabolico\ Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto\ Metabólico = 183,059 * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto\ Metabólico = 284,29 \frac{Kcal}{h}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{Gasto\ Metabolico}{60} = Kcal/min$$

$$M = \frac{284,29}{60} = 4,74Kcal/min$$

Lehman y Spitzer han propuesto la fórmula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1 \right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,74}{4} - 1 \right) \times 100$$

$$D = 18,45\%$$

Este 18,45 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

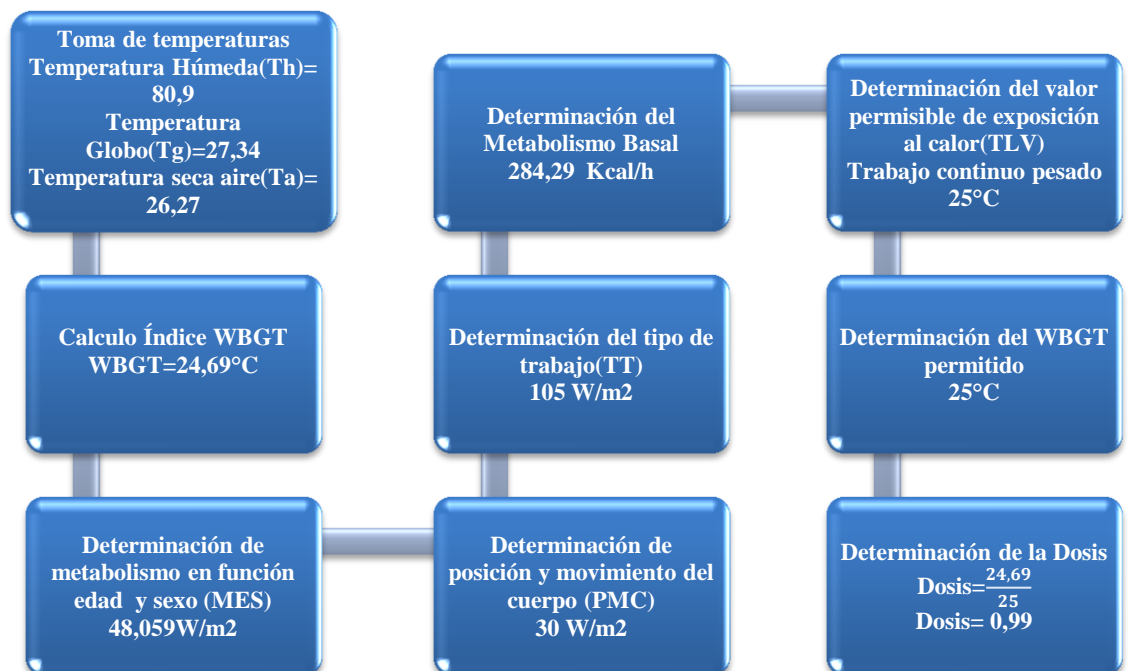
Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{18,45 \times 60 \text{ minutos}}{100} \right) = 11 \text{ minutos}$$

Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{11 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 8 \text{ minutos}$$

Gráfico 8. Cálculo dosis de calor puesto operador 2 Taladro HP
176



Fuente: Marco Anchatipán

✓ ANALISIS

En el gráfico 8 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico determinándose que el operador 2 del taladro HP 176 no posee estrés por calor ya que la dosis es menor a uno teniendo un riesgo medio, además con el resultado podemos ver que es muy propenso por lo que se deben tomar acciones de control inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador debe descansar 8 minutos.

3.6.1.3. OPERADOR 3 EN LA MESA RIG HP 176

Nombre: Marco Quimbicus

Edad: 35 años

Tabla 25: Primera medición al operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,0	27,1	26,8	80,6
1,1	25,0	26,6	27,1	82,1
1,7	24,9	26,3	27,5	82,2

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 26: Segunda medición al operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,9	26,3	27,7	82,3
1,1	25,0	26,4	27,7	82,4
1,7	24,9	26,1	28,1	84,0

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 27: Tercera medición al operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,4	26,5	27,9	84,3
1,1	25,3	26,4	28,1	83,3
1,7	25,0	26,1	28,2	84,6

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 28: Promedio de mediciones del operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,10	26,63	27,47	82,40
1,1	25,10	26,47	27,63	82,60
1,7	24,93	26,17	27,93	83,60

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ WBGT

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{25 + 24,9 + 25,4}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 25,10$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{25 + 25 + 25,3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 25,10$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{24,9 + 24,9 + 25}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 24,93$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{25,20 + 2x25,10 + 24,93}{4}$$

$$WBGT = 25,06$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{25,06}{25,0}$$

$$Dosis = 1,00$$

✓ METABOLISMO

Tabla 29: Consumo de metabolismo global en el operador 3 Taladro HP 176

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	44,869
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	179,869

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$\text{Gasto Metabólico} = 179,869 * 1,553 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$\text{Gasto Metabólico} = 279,34 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{\text{Gasto Metabolico}}{60} = \text{Kcal/min}$$

$$M = \frac{279,34}{60} = 4,66 \text{Kcal/min}$$

Lehman y Spitzer han propuesto la fórmula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1 \right) x 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,66}{4} - 1 \right) x 100$$

$$D = 16,39\%$$

Este 16,39 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

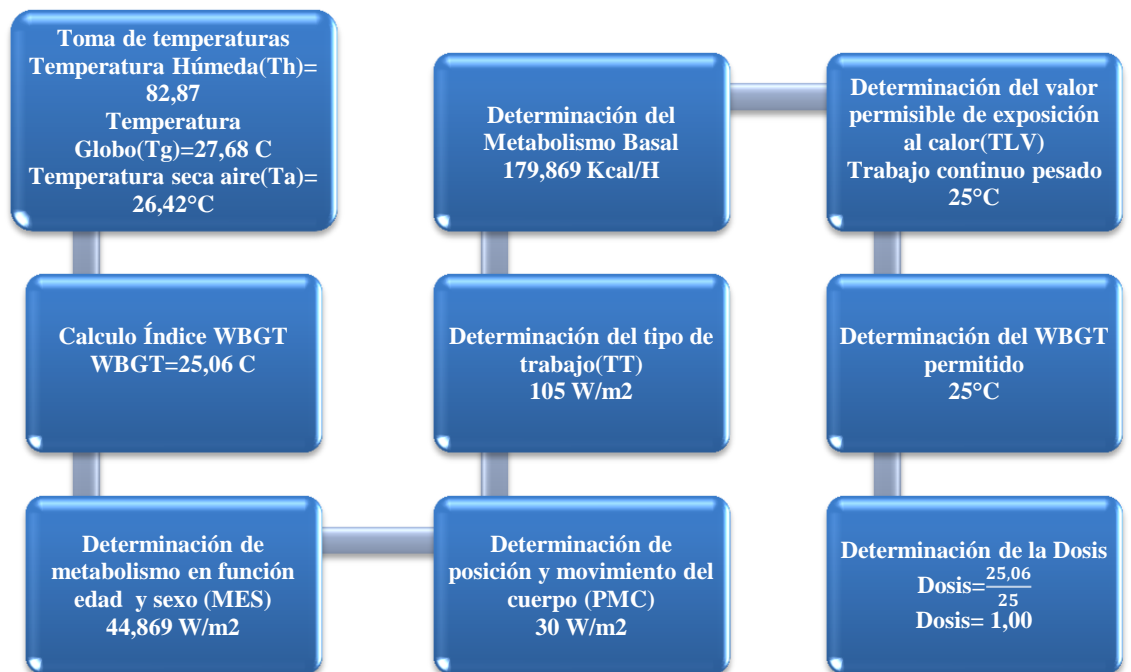
Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{16,39 \times 60 \text{ minutos}}{100} \right) = 10 \text{ minutos}$$

Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{10 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 7 \text{ minutos}$$

Gráfico 9: Cálculo dosis de calor puesto operador 3 Taladro HP
176



Fuente: Marco Anchatipán

✓ ANALISIS

En el gráfico 10 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico por lo que se determina que en el operador 3 del Taladro HP 176 posee estrés por calor ya que la dosis es igual a uno teniendo un riesgo medio, además con el resultado podemos ver que es muy propenso a tener estrés por calor debiéndose tomar acciones de control inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descanse 7 minutos.

3.6.1.4. OPERADOR 4 EN LA MESA RIG HP 176

Nombre: Vinicio Tasipanta

Edad: 26 años

Tabla 30: Primera medición al operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,5	26,6	28,1	84,0
1,1	25,2	26,5	27,9	82,8
1,7	25,2	26,7	28,1	82,8

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 31: Segunda medición al operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,4	26,6	28,7	83,0
1,1	25,5	26,6	28,7	82,6
1,7	25,4	26,6	28,8	80,3

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 32: Tercera medición al operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,3	26,7	28,9	82,6
1,1	25,3	26,4	29,1	81,6
1,7	25,1	26,3	28,9	81,5

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 33: Promedio de mediciones del operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,07	26,63	28,57	83,20
1,1	25,33	26,50	28,57	82,33
1,7	25,23	26,53	28,60	81,53

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ WBGT

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{24,5 + 25,4 + 25,3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 25,07$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{25,2 + 25,5 + 25,3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 25,33$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{25,2 + 25,4 + 25,1}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 25,23$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{25,07 + 2x25,33 + 25,23}{4}$$

$$WBGT = 25,24$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{25,24}{25,0}$$

$$Dosis = 1,01$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 34: Consumo de metabolismo global en el operador 4

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	46,678
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	181,678

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$\text{Gasto Metabólico} = 181,678 * 1,553 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$\text{Gasto Metabólico} = 282,15 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{\text{Gasto Metabolico}}{60} = \text{Kcal/min}$$

$$M = \frac{282,15}{60} = 4,70 \text{Kcal/min}$$

Lehman y Spitzer han propuesto la fórmula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1 \right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,70}{4} - 1 \right) \times 100$$

$$D = 17,56\%$$

Este 17,56 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

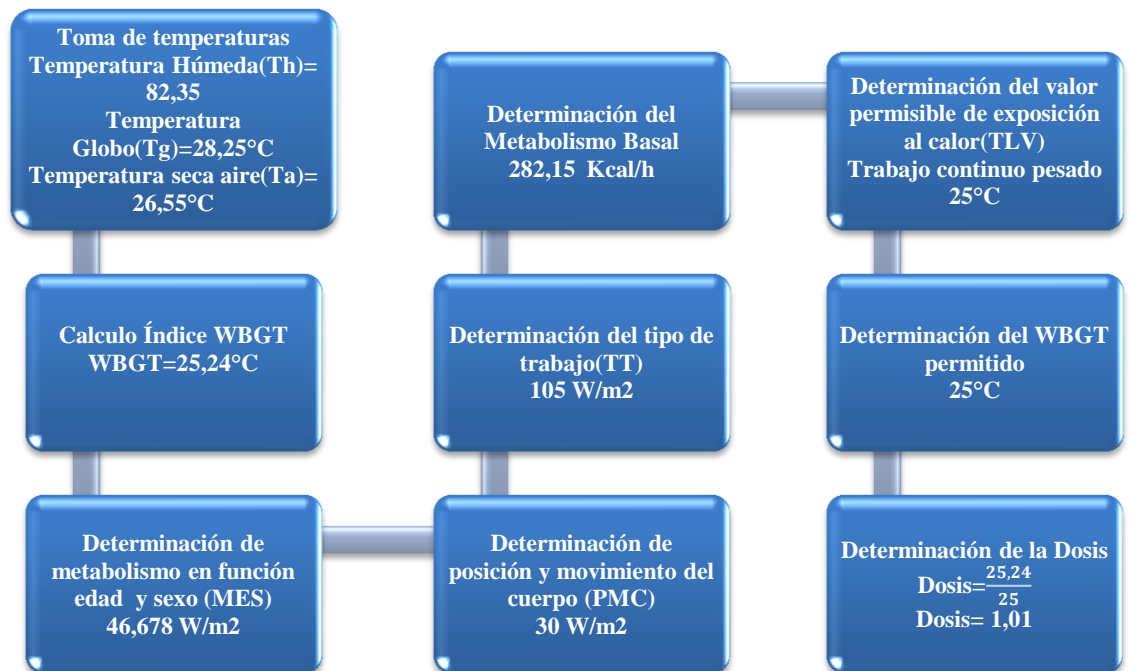
Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{17,56 \times 60 \text{ minutos}}{100} \right) = 11 \text{ minutos}$$

Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{11 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 8 \text{ minutos}$$

Gráfico 10: Cálculo dosis de calor puesto operador 4 Taladro HP 176



Fuente: Marco Anchatipán

✓ ANALISIS

En el gráfico 10 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico por lo que se determina que en el operador 4 del Taladro HP 176 posee estrés por calor ya que la dosis es igual a uno teniendo un riesgo alto, debiéndose implementar medidas inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descanse 7 minutos.

3.6.2. MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO EN LA MESA DE WORKOVER SHUSHUFINDI 01

Datos Generales

Empresa: TIW DE VENEZUELA SUCURSAL DE VENEZUELA

Elaborado por: Ing. Marco Anchatipán E.

Fecha de Monitoreo: 25-04-2015

Ubicación: Mesa de Workover Shushufindi 01

Observaciones: Medición de parámetros de temperatura y humedad realizados en el área correspondiente a la mesa del Taladro de Perforación durante operación normal.

Área de trabajo en la cual se desarrollan las actividades de: Torqueando Tubing de 3 ½ Tenaris Wedge 533.

Condiciones climáticas durante el monitoreo: Día, parcialmente Nublado, con sol esporádico

Datos de evaluación

Las condiciones ambientales introducidas para la evaluación de Estrés térmico son las siguientes:

Hora de Monitoreo: Inicio: 10H30

Fin: 12H30

3.6.2.1. OPERADOR 1 EN LA MESA DE WORKOVER SHUSHUFINDI 01

Nombre: Cristian Tenelanda

Edad: 25 años

Tabla 35: Primera medición al operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,3	27,3	26,8	79,8
1,1	25,3	27,3	26,6	80,0
1,7	25,2	27,4	26,6	79,3

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 36: Segunda medición al operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,2	27,3	26,5	79,9
1,1	25,1	27,3	26,5	80,0
1,7	25,1	27,2	26,4	80,0

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 37: Tercera medición al operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,1	27,2	26,3	80,0
1,1	25,1	27,2	26,3	79,0
1,7	25,1	27,2	26,3	80,0

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 38: Promedio de mediciones del operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,20	27,27	26,53	79,90
1,1	25,17	27,27	26,47	79,67
1,7	25,13	27,27	26,43	79,77

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ WBGT

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{25,3 + 25,2 + 25,1}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 25,20$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{25,3 + 25,1 + 25,1}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 25,17$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{25,2 + 25,1 + 25,1}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 25,13$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{25,20 + 2x25,17 + 25,13}{4}$$

$$WBGT = 25,17$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{25,17}{25,0}$$

$$Dosis = 1,01$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 39: Consumo de metabolismo global en el operador 1

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	46,678
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	181,678

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 181,678 * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 282,15 \frac{Kcal}{h}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{\text{Gasto Metabolico}}{60} = \text{Kcal/min}$$

$$M = \frac{282,15}{60} = 4,70\text{Kcal/min}$$

Lehman y Spitzer han propuesto la fórmula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1\right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,70}{4} - 1\right) \times 100$$

$$D = 17,56\%$$

Este 17,56 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

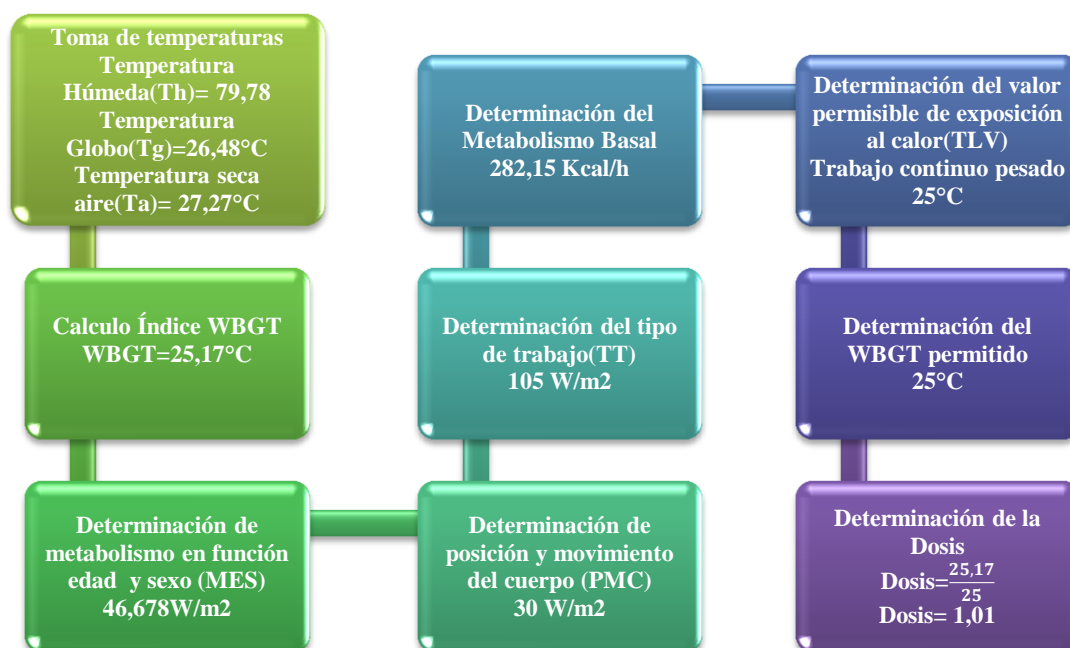
Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{17,56 \times 60 \text{ minutos}}{100}\right) = 11 \text{ minutos}$$

Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{11 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 8 \text{ minutos}$$

Gráfico 11: Cálculo dosis de calor puesto operador 1 Workover Shushufindi 01



Fuente: Marco Anchatipán

✓ ANALISIS

En el gráfico 12 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico, se determina que el operador 1 del Workover Shushufindi 01 posee estrés por calor ya que la dosis es mayor a uno teniendo un riesgo alto, debiéndose implementar medidas inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descanse 8 minutos.

3.6.2.2. OPERADOR 2 EN LA MESA DE WORKOVER SHUSHUFINDI 01

Nombre: William Quispe

Edad: 30 años

Tabla 40: Primera medición al operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,4	26,9	27,7	81,7
1,1	25,2	26,8	27,9	81,9
1,7	25,3	26,3	27,8	81,3

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 41: Segunda medición al operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,7	27,3	27,9	82,3
1,1	26,0	27,3	28,0	84,0
1,7	25,9	27,4	28,1	83,0

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 42: Tercera medición al operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,8	27,4	28,2	83,0
1,1	25,8	27,4	28,2	81,7
1,7	25,7	27,3	28,2	83,5

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 43: Promedio de mediciones del operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,63	27,20	27,93	82,33
1,1	25,67	27,17	28,03	82,53
1,7	25,63	27,00	28,03	82,60

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ WBGT

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{25,4 + 25,7 + 25,8}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 25,63$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{25,2 + 26 + 25,8}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 25,67$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{25,3 + 25,9 + 25,7}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 25,63$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{25,63 + 2x25,67 + 25,63}{4}$$

$$WBGT = 25,65$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{25,65}{25,0}$$

$$Dosis = 1,03$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 44: Consumo de metabolismo global en el operador 2

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	45,634
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	180,634

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 180,634 * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$\text{Gasto Metabólico} = 280,52 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{\text{Gasto Metabolico}}{60} = \text{Kcal}/\text{min}$$

$$M = \frac{280,52}{60} = 4,68 \text{Kcal}/\text{min}$$

Lehman y Spitzer han propuesto la fórmula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1 \right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,68}{4} - 1 \right) \times 100$$

$$D = 16,88\%$$

Este 16,88 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{16,88 \times 60 \text{ minutos}}{100} \right) = 10 \text{ minutos}$$

Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{10 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 7 \text{ minutos}$$

Gráfico 12: Cálculo dosis de calor puesto operador 2 Workover Shushufindi 01



Fuente: Marco Anchatipán

✓ ANALISIS

En el gráfico 12 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico, se determina que en el operador 2 del Workover Shushufindi 01 posee estrés por calor ya que la dosis es mayor a uno teniendo un riesgo alto, debiéndose implementar medidas inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descansa 7 minutos.

3.6.2.3. OPERADOR 3 EN LA MESA DE WORKOVER SHUSHUFINDI 01

Nombre: Arturo Álvarez

Edad: 39 años

Tabla 45: Primera medición al operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,4	27,5	27,1	80,2
1,1	25,5	27,4	27,3	80,3
1,7	25,8	27,5	27,4	80,3

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 46: Segunda medición al operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,6	27,4	27,4	80,6
1,1	25,6	27,4	27,5	80,7
1,7	25,6	27,5	27,3	80,6

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 47: Tercera medición al operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,6	27,5	27,4	80,8
1,1	26,7	27,4	27,5	80,8
1,7	25,6	27,5	27,4	80,6

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 48: Promedio de mediciones del operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,53	27,47	27,30	80,53
1,1	25,93	27,40	27,43	80,60
1,7	25,67	27,50	27,37	80,50

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ WBGT

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{25,4 + 25,4 + 25,6}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 25,53$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{25,5 + 25,6 + 25,7}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 25,33$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{25,8 + 25,6 + 25,6}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 25,67$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{25,53 + 2x25,93 + 25,67}{4}$$

$$WBGT = 25,77$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{25,77}{25,0}$$

$$Dosis = 1,03$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 49: Consumo de metabolismo global en el operador 3

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	44,869
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	179,869

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 179,869 * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 279,34 \frac{Kcal}{h}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{\text{Gasto Metabolico}}{60} = \text{Kcal/min}$$

$$M = \frac{279,34}{60} = 4,66\text{Kcal/min}$$

Lehman y Spitzer han propuesto la formula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1 \right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,66}{4} - 1 \right) \times 100$$

$$D = 16,39\%$$

Este 16,39 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

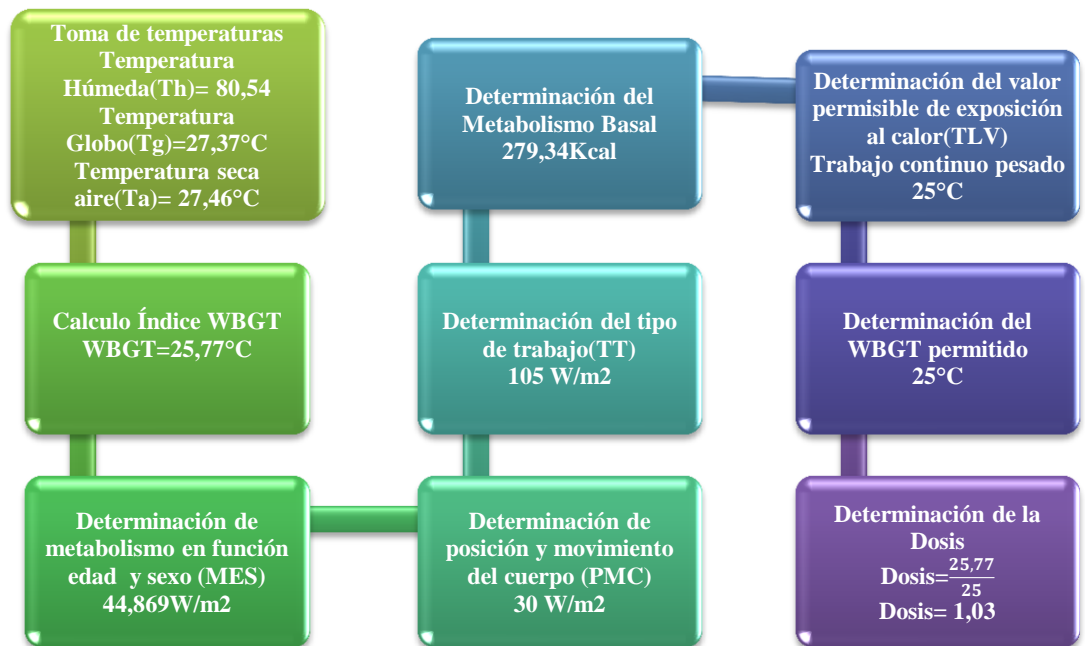
Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{16,39 \times 60 \text{ minutos}}{100} \right) = 10 \text{ minutos}$$

Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{10 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 7 \text{ minutos}$$

Gráfico 13: Cálculo dosis de calor puesto operador 3 Workover Shushufindi 01



Fuente: Marco Anchatipán

✓ **ANALISIS**

En el grafico 13 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico, se determina que en el operador 3 del Workover Shushufindi 01 posee estrés por calor ya que la dosis es mayor a uno teniendo un riesgo alto, debiéndose implementar medidas inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descanse 7 minutos.

3.6.2.4. OPERADOR 4 EN LA MESA DE WORKOVER SHUSHUFINDI 01

Nombre: Jorge Rodríguez

Edad: 26 años

Tabla 50: Primera medición al operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,5	26,2	29,7	80,0
1,1	24,1	26,8	29,9	79,5
1,7	24,8	28,3	29,3	80,2

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 51: Segunda medición al operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	26,6	27,8	31,4	76,0
1,1	25,5	26,7	32,6	75,9
1,7	26,3	27,9	28,0	72,7

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 52: Tercera medición al operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,5	27,9	37,7	73,8
1,1	23,3	27,7	33,7	74,0
1,7	26,5	27,3	33,4	78,6

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 53: Promedio de mediciones del operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,53	27,30	32,93	76,60
1,1	24,30	27,07	32,07	76,47
1,7	25,87	27,83	30,23	77,17

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ WBGT

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{24,5 + 26,6 + 25,5}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 25,53$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{24,1 + 25,5 + 23,3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 24,30$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{24,8 + 26,3 + 26,5}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 25,87$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{25,53 + 2x24,30 + 25,87}{4}$$

$$WBGT = 25,00$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{25,00}{25,0}$$

$$Dosis = 1,00$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 54: Consumo de metabolismo global en el operador 4

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	46,678
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	181,678

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 181,678 * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 282,15 \frac{Kcal}{h}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{Gasto Metabolico}{60} = Kcal/min$$

$$M = \frac{282,15}{60} = 4,70Kcal/min$$

Lehman y Spitzer han propuesto la formula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1\right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,70}{4} - 1\right) \times 100$$

$$D = 17,56\%$$

Este 17,56 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

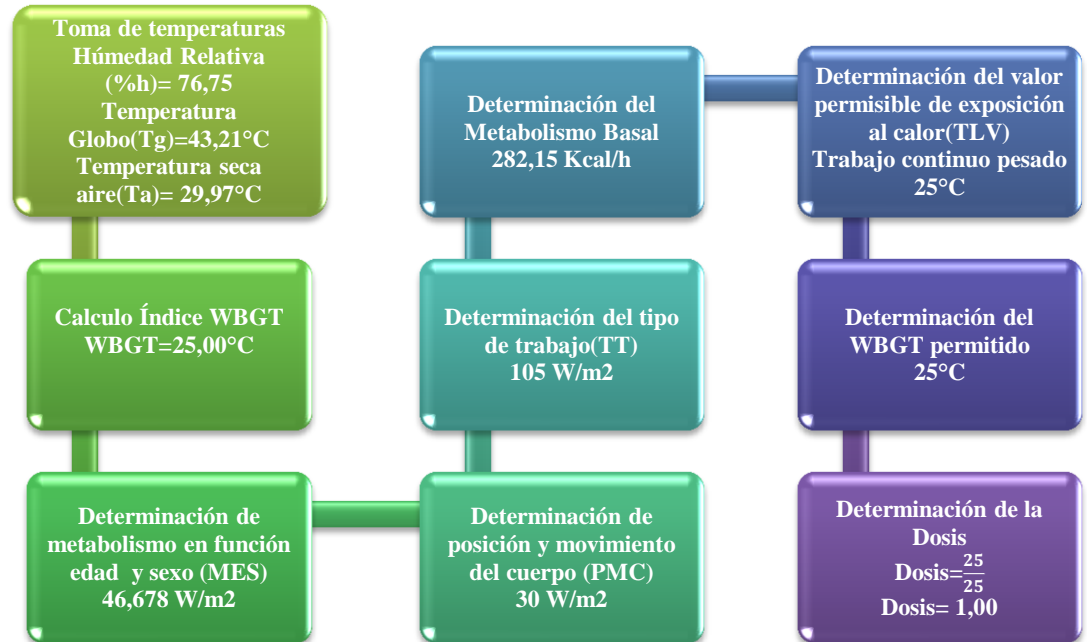
Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{17,56 \times 60 \text{ minutos}}{100}\right) = 11 \text{ minutos}$$

Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{10 \times 60 \text{ minutos}}{90}\right) = 8 \text{ minutos}$$

Gráfico 14: Cálculo dosis de calor puesto operador 4 Workover Shushufindi 01



Fuente: Marco Anchatipán

✓ **ANALISIS**

En el gráfico 14 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico, se determina que en el operador 4 del Workover Shushufindi 01 no posee estrés por calor ya que la dosis es igual a uno teniendo un riesgo medio, además con el resultado podemos ver que es muy propenso a tener estrés por calor debiéndose tomar acciones de control inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descanse 7 minutos.

3.6.3. MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO EN LA MESA DE WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057

Datos Generales

Empresa: TIW DE VENEZUELA SUCURSAL ECUADOR

Elaborado: Ing. Marco Anchatipán Escobar.

Fecha de Monitoreo: 26-04-2015

Ubicación: Mesa de WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057

Observaciones: Medición de parámetros de temperatura y humedad realizados en el área correspondiente a la mesa del Taladro de Perforación durante operación normal.

Área de trabajo en la cual se desarrollan las actividades de:
Torqueando Tubing de 3 ½ Tenaris Blue

Condiciones climáticas durante el monitoreo: Día, parcialmente Nublado

Datos de evaluación

Las condiciones ambientales introducidas para la evaluación de Estrés térmico son las siguientes:

Fecha de evaluación: 26-04-2015

Hora de Monitoreo: Inicio: 10H30

Fin: 12H30

3.6.3.1. OPERADOR 1 EN LA MESA DE WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057

Nombre: Héctor Poveda

Edad: 28 años

Tabla 55: Primera medición al operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,9	28,2	28,5	76,8
1,1	25,9	28,1	28,6	75,8
1,7	25,6	27,0	29,1	76,9

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 56: Segunda medición al operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,2	27,5	28,3	76,0
1,1	25,2	27,4	28,2	76,2
1,7	25,2	27,3	28,1	76,3

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 57: Tercera medición al operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,0	27,9	28,1	77,0
1,1	24,8	26,9	27,9	77,6
1,7	25,0	26,4	27,9	78,5

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 58: Promedio de mediciones del operador 1

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,37	27,87	28,30	76,60
1,1	25,30	27,47	28,23	76,53
1,7	25,27	26,90	28,37	77,23

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ **WBGT**

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{25,9 + 25,2 + 25}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 25,37$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{25,9 + 25,2 + 24,8}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 25,30$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{25,6 + 25,2 + 25,0}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 25,27$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{25,37 + 2x25,30 + 25,27}{4}$$

$$WBGT = 25,31$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{25,31}{25,0}$$

$$Dosis = 1,01$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 59: Consumo de metabolismo global en el operador 1

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	46,180
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	181,180

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 181,10 * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 281,37 \frac{Kcal}{h}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{\text{Gasto Metabolico}}{60} = \text{Kcal/min}$$

$$M = \frac{281,37}{60} = 4,69\text{Kcal/min}$$

Lehman y Spitzer han propuesto la fórmula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1 \right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,69}{4} - 1 \right) \times 100$$

$$D = 17,24\%$$

Este 17,24 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{17,24 \times 60 \text{ minutos}}{100} \right) = 11 \text{ minutos}$$

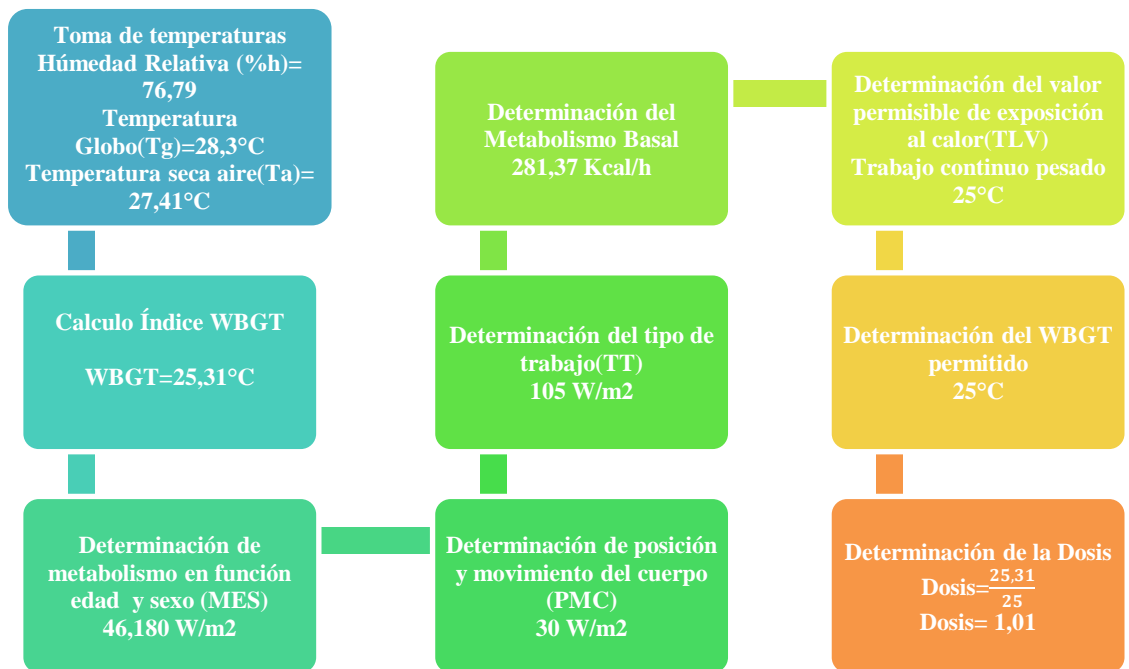
Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{11 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 7 \text{ minutos}$$

✓ **ANALISIS**

En el gráfico 15 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico, se determina que el operador 1 del Workover KEY ENERGY 80057 posee estrés por calor ya que la dosis es igual a uno teniendo un riesgo medio, además con el resultado podemos ver que es muy propenso a tener estrés por calor debiéndose tomar acciones de control inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descanse 7 minutos.

Gráfico 15: Cálculo dosis de calor puesto operador 1 Workover KEY ENERGY 80057



Fuente: Marco Anchatipán

3.6.3.2. OPERADOR 2 EN LA MESA DE WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057

Nombre: Jorge Campoverde

Edad: 40 años

Tabla 60: Primera medición al operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,0	26,6	27,5	77,8
1,1	24,7	26,6	27,4	78,2
1,7	24,7	26,6	27,3	79,3

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 61: Segunda medición al operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,0	26,6	27,2	81,7
1,1	25,1	26,8	27,0	81,3
1,7	24,9	26,7	27,0	80,1

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 62: Tercera medición al operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,9	26,9	27,0	81,3
1,1	25,1	26,8	26,9	80,0
1,7	25,0	24,4	27,1	78,9

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 63: Promedio de mediciones del operador 2

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,97	26,70	27,23	80,27
1,1	24,97	26,73	27,10	79,83
1,7	24,87	25,90	27,13	79,43

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ WBGT

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{25,0 + 25,0 + 24,9}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 24,97$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{24,7 + 25,1 + 25,1}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 24,97$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{24,7 + 24,9 + 25,0}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 24,87$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{24,97 + 2x24,97 + 24,87}{4}$$

$$WBGT = 24,94$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{24,94}{25,0}$$

$$Dosis = 0,99$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 64: Consumo de metabolismo global en el operador 2

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	44,080
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	179,080

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 179,08 * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$\text{Gasto Metabólico} = 278,11 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{\text{Gasto Metabolico}}{60} = \text{Kcal}/\text{min}$$

$$M = \frac{278,11}{60} = 4,64 \text{Kcal}/\text{min}$$

Lehman y Spitzer han propuesto la fórmula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1 \right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,64}{4} - 1 \right) \times 100$$

$$D = 16\%$$

Este 16 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{16 \times 60 \text{ minutos}}{100} \right) = 10 \text{ minutos}$$

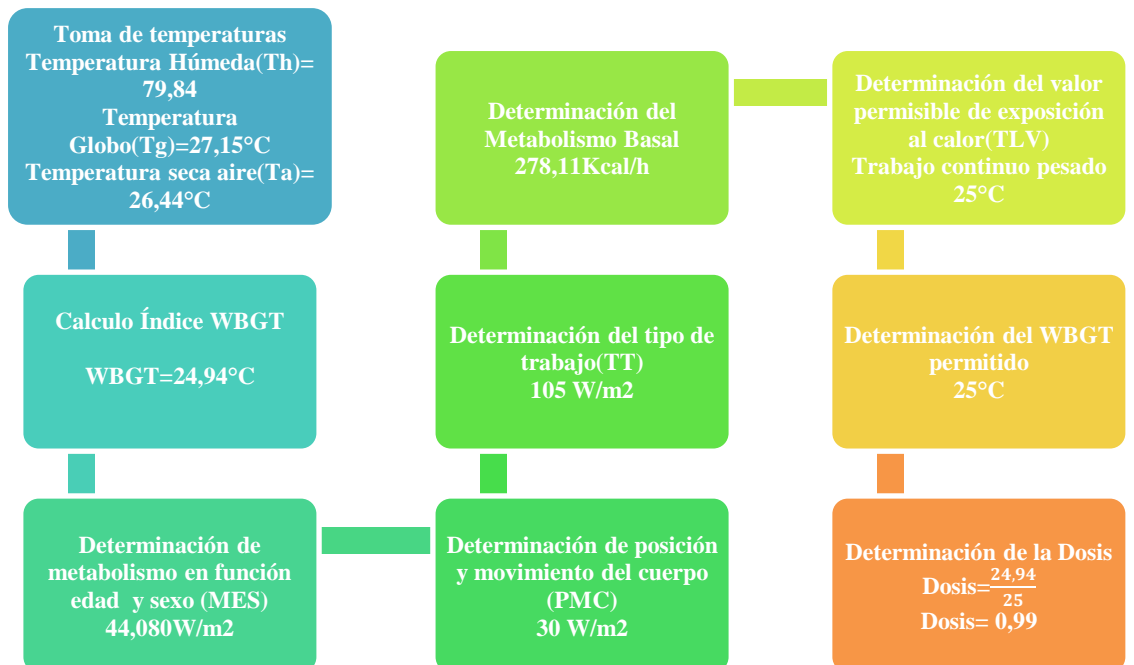
Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{10 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 7 \text{ minutos}$$

✓ ANÁLISIS

En el gráfico 16 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico, se determina que el operador 2 del Workover KEY ENERGY 80057 no posee estrés por calor ya que la dosis es menor a uno teniendo un riesgo medio, además con el resultado podemos ver que es muy propenso a tener estrés por calor debiéndose tomar acciones de control inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descanse 7 minutos.

Gráfico 16: Cálculo dosis de calor puesto operador 2 Workover KEY ENERGY 80057



Fuente: Marco Anchatipán

3.6.3.3. OPERADOR 3 EN LA MESA DE WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057

Nombre: Jorge Maiquiza

Edad: 36 años

Tabla 65: Primera medición al operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,4	26,9	27,7	81,7
1,1	25,2	26,8	27,9	80,9
1,7	25,3	27,8	27,8	81,4

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 66: Segunda medición al operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,7	27,4	27,8	82,3
1,1	26,0	27,3	28,0	84,0
1,7	25,9	27,4	28,1	83,0

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 67: Tercera medición al operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,8	27,4	28,2	82,3
1,1	25,9	27,3	28,2	84,0
1,7	25,8	27,3	28,1	83,0

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 68: Promedio de mediciones del operador 3

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,63	27,23	27,90	82,10
1,1	25,70	27,13	28,03	82,97
1,7	25,67	27,50	28,00	82,47

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ WBGT

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{25,4 + 25,7 + 25,9}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 25,63$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{25,2 + 26 + 25,9}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 25,70$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{25,3 + 25,9 + 25,8}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 25,67$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{25,63 + 2x25,70 + 25,67}{4}$$

$$WBGT = 25,68$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{25,68}{25,0}$$

$$Dosis = 1,02$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 69: Consumo de metabolismo global en el operador 3

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	44,869
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	179,869

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 179,869 * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 279,34 \frac{Kcal}{h}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{Gasto Metabolico}{60} = Kcal/min$$

$$M = \frac{279,34}{60} = 4,66 \text{Kcal/min}$$

Lehman y Spitzer han propuesto la fórmula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1 \right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,66}{4} - 1 \right) \times 100$$

$$D = 16,39\%$$

Este 16,39 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{16,39 \times 60 \text{ minutos}}{100} \right) = 10 \text{ minutos}$$

Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{10 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 7 \text{ minutos}$$

Gráfico 17: Cálculo dosis de calor puesto operador 3 Workover KEY ENERGY 80057



Fuente: Marco Anchatipán

✓ ANÁLISIS

En el gráfico 17 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico, se determina que en el operador 3 del Workover KEY ENERGY 80057 posee estrés por calor ya que la dosis es mayor a uno teniendo un riesgo alto, debiéndose implementar medidas inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descanse 7 minutos.

3.6.3.4. OPERADOR 4 EN LA MESA DE WORKOVER RIG KEY ENERGY 80057

Nombre: Elcio Pinergote

Edad: 26 años

Tabla 70: Primera medición al operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	24,8	25,5	28,4	88,6
1,1	25,2	26,2	27,6	89,0
1,7	25,4	26,5	28,9	87,2

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 71: Segunda medición al operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,2	26,4	28,9	83,4
1,1	25,2	26,4	28,8	82,1
1,7	25,6	26,8	30,1	78,4

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 72: Tercera medición al operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,4	26,4	28,9	88,5
1,1	25,0	26,3	28,8	82,1
1,7	25,4	26,8	30,0	80,0

Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 73: Promedio de mediciones del operador 4

Altura	WBGT	TA	TG	%H
0,1	25,13	26,10	28,73	86,83
1,1	25,13	26,30	28,40	84,40
1,7	25,47	26,70	29,67	81,87

Fuente: Marco Anchatipán

CÁLCULOS

✓ **WBGT**

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = \frac{24,8 + 25,2 + 25,4}{3}$$

$$WBGT_{(0,1)} = 25,13$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = \frac{25,2 + 25,2 + 25}{3}$$

$$WBGT_{(1,1)} = 25,13$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{WBGT_1 + WBGT_2 + WBGT_3}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = \frac{25,4 + 25,6 + 25,4}{3}$$

$$WBGT_{(1,7)} = 25,47$$

$$WBGT = \frac{WBGT_{(0,1)} + 2xWBGT_{(1,1)} + WBGT_{(1,7)}}{4}$$

$$WBGT = \frac{25,13 + 2x25,13 + 25,47}{4}$$

$$WBGT = 25,22$$

$$Dosis = \frac{WBGT_{medido}}{WBGT_{permitido}}$$

$$Dosis = \frac{25,22}{25,0}$$

$$Dosis = 1,01$$

✓ **METABOLISMO**

Tabla 74: Consumo de metabolismo global en el operador 4

TIPO DE METABOLISMO	VALOR (W/m ²)
Metabolismo basal	46,678
Componente postural	105,00
Componente del tipo de trabajo	30,00
Componente de desplazamiento	0,00
Consumo Metabólico Global	181,678

Fuente: Marco Anchatipán

$$1W/m^2 = 1,553Kcal/hora$$

$$Gasto Metabólico = Consumo Metabolico Global * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 181,678 * 1,553 \frac{Kcal}{h}$$

$$Gasto Metabólico = 282,15 \frac{Kcal}{h}$$

✓ **TIEMPO DE REPOSO**

$$M = \frac{Gasto Metabolico}{60} = Kcal/min$$

$$M = \frac{282,15}{60} = 4,70Kcal/min$$

Lehman y Spitzer han propuesto la fórmula siguiente para calcular el tiempo de reposo en función del consumo metabólico:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1 \right) \times 100$$

Donde,

D= duración del reposo en % de la duración de trabajo.

M= el gasto metabólico en Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.

$$D = \left(\frac{4,70}{4} - 1 \right) \times 100$$

$$D = 17,56\%$$

Este 17,56 % nos indica que la duración del reposo casi la cuarta parte del trabajo efectivo.

Por lo que después de una hora de trabajo efectivo, ser debería descansar:

$$D = \left(\frac{17,56 \times 60 \text{ minutos}}{100} \right) = 11 \text{ minutos}$$

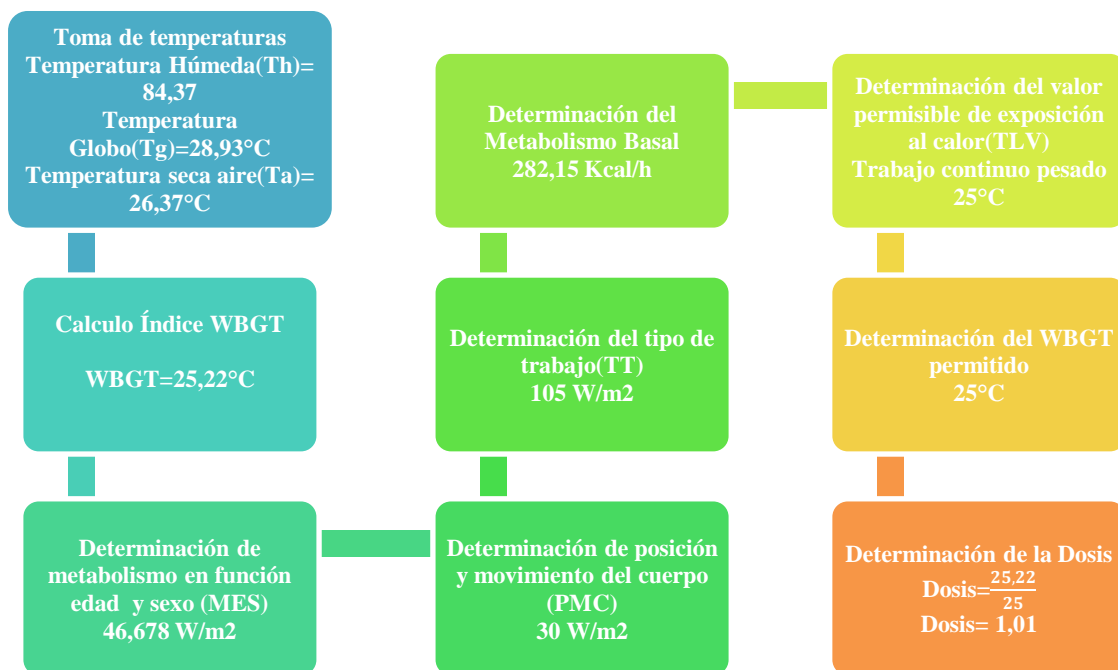
Si, se desea saber, dentro de cada hora cuál sería el tiempo de reposo:

$$D = \left(\frac{11 \times 60 \text{ minutos}}{90} \right) = 8 \text{ minutos}$$

✓ **ANÁLISIS**

En el gráfico 18 se puede observar todos los parámetros necesarios para saber si existe o no estrés térmico, se determina que en el operador 4 del Workover KEY ENERGY 80057 posee estrés por calor ya que la dosis es mayor a uno teniendo un riesgo alto, debiéndose implementar medidas inmediatas. Se recomienda que por cada hora de trabajo el operador descansa 7 minutos.

Gráfico 18: Cálculo dosis de calor puesto operador 4 Workover KEY ENERGY 80057



Fuente: Marco Anchatipán

Tabla 75. Resultados de evaluación estrés térmico por calor

	Operador	Edad	Gasto metabólico	WBGT	Dosis	Riesgo	Tiempo Descanso por hora
Operador Taladro HP 176	Operador 1	32	280,52Kcal/h	25,23	1,01	Alto	7 min
	Operador 2	20	284,29Kcal/h	24,69	0,99	Medio	8 min
	Operador 3	35	279,34Kcal/h	25,06	1,00	Medio	7 min
	Operador 4	26	282,15Kcal/h	25,24	1,01	Alto	8 min
Operador Workover SHUSHUFINDI 01	Operador 1	25	282,15Kcal/h	25,17	1,01	Alto	8 min
	Operador 2	30	280,52Kcal/h	25,65	1,03	Alto	7 min
	Operador 3	39	279,34Kcal/h	25,77	1,03	Alto	7 min
	Operador 4	26	282,15Kcal/h	25,00	1,00	Medio	8 min
Operador Workover Key Energy 80057	Operador 1	28	281,37Kcal/h	25,31	1,01	Alto	7 min
	Operador 2	40	278,11Kcal/h	24,94	0,99	Medio	7 min
	Operador 3	36	279,34Kcal/h	25,68	1,03	Alto	7 min
	Operador 4	26	282,15Kcal/h	25,22	1,01	Alto	8 min

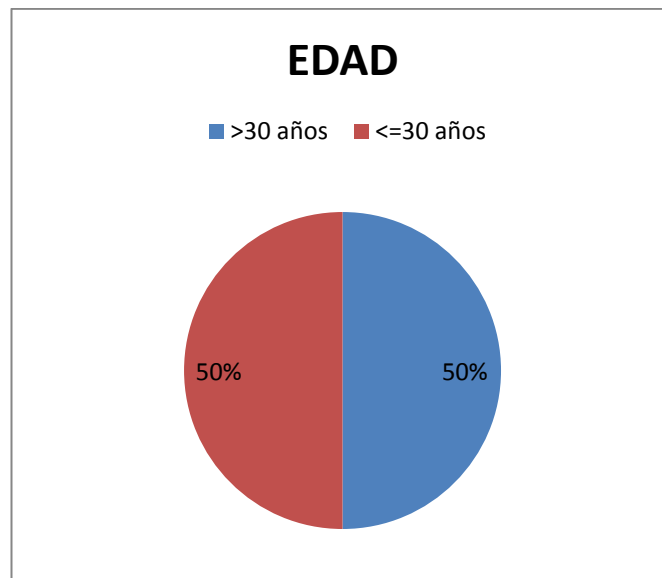
Fuente: Marco Anchatipán

Gráfico 19: Porcentaje del estrés por calor



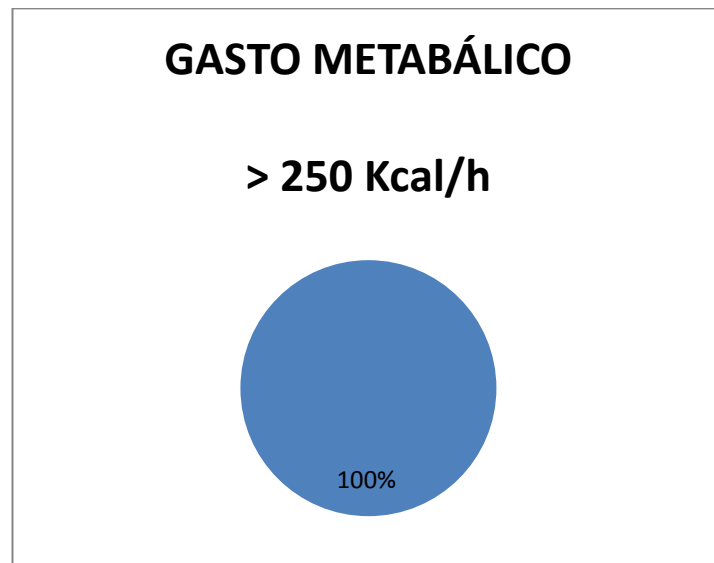
Fuente: Marco Anchatipán

Gráfico 20: Porcentaje de Edades



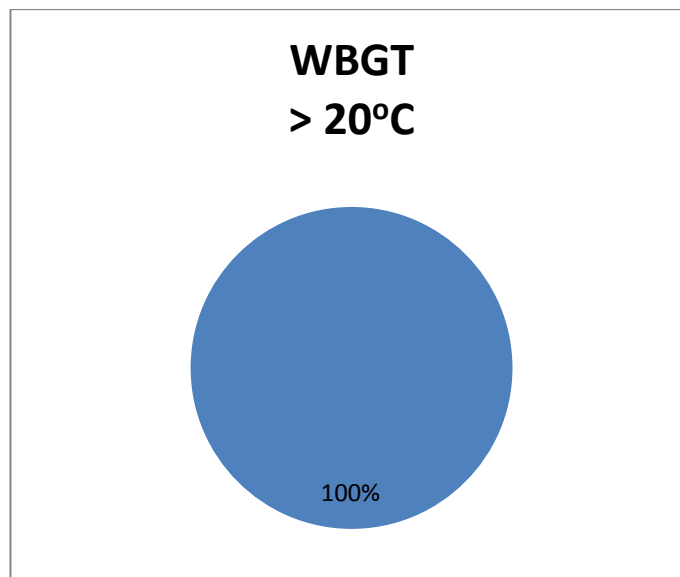
Fuente: Marco Anchatipán

Gráfico 21: Porcentaje de gasto metabólico



Fuente: Marco Anchatipán

Gráfico 22: Porcentaje de WBGT



Fuente: Marco Anchatipán

Gráfico 23: Porcentaje de tiempo de reposo



Fuente: Marco Anchatipán

✓ ANÁLISIS

De los resultados obtenidos de estrés térmico por calor en el gráfico 19 se observa que el 67% tienen una dosis superior a 1 lo que implica un riesgo Alto y al que se debe implementar medidas inmediatas, mientras que el 33% su dosis es menor o igual a 1, pero es muy propenso al estrés térmico por lo que se deberá tomar acciones de control.

El gráfico 20 indica que la mitad de los operadores es menor a los 30 años lo que implica que son los que más gasto metabólico consumen.

El gasto metabólico o consumo metabólico se encuentra en el gráfico 21, indicando que el mismo es mayor a 250 Kcal/h, incidiendo en el porcentaje trabajo descanso, ya que este depende mucho de la edad, la posición de trabajo y el tipo de actividad.

El gráfico 21 muestra que el WBGT es mayor a 20°C por lo que incide en el porcentaje trabajo descanso.

Los tiempos de descanso se indica en la gráfica 22, mostrándose que los reposos por cada hora de trabajo oscilan entre los 7 y 8 minutos.

3.7. Comprobación de la hipótesis

- Como el gasto metabólico está sobre los 250 Kcal/h en el manejo de llaves hidráulicas en los Taladros de Perforación se afirma la hipótesis según la tabla 75 y el gráfico 21.
- Como la temperatura WBGT está sobre los 20°C en el manejo de llaves hidráulicas en los taladros de Perforación se afirma la hipótesis según la tabla 75 y el gráfico 22.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Título de la propuesta

Programa de prevención de estrés por calor en el manejo de llaves hidráulicas en los Taladros de Perforación y Workover en la Empresa TIW Venezuela sucursal Ecuador.

4.2. Justificación

El estudio realizado en la presente investigación ha puesto en manifiesto, la existencia de estrés por calor en los operadores de llaves hidráulicas en los Taladros de Perforación y Workover en la empresa TIW de Venezuela sucursal Ecuador, principalmente por que los operadores están expuestos por mucho tiempo al calor realizando el manejo de las llaves hidráulicas ya que su trabajo diario es de 10 horas y su jornada de trabajo es 14/7.

En los estudios realizados se encontró que el 67% tiene estrés por calor por lo que su riesgo es alto, mientras que el 33% está muy propenso a adquirirlo porque la diferencia de dosis es mínima.

La propuesta de mejora que se presenta a continuación es un programa de prevención para evitar el estrés por calor en los operadores que surge como reflexión y conocimiento de los resultados del estudio realizado, así como también de la participación de especialistas y personal vinculado a esta actividad.

4.3. Objetivo

- ✓ Desarrollar un programa de prevención para ayudar a disminuir el estrés térmico de los operadores de las llaves hidráulicas en la empresa TIW de Venezuela sucursal Ecuador.

4.4. Estructura del Programa de Prevención

4.4.1. Programa de Prevención de Estrés Térmico

1. Introducción
2. Objetivo
3. Alcance
4. Marco Referencial
5. Definiciones Generales
6. Responsabilidades
7. Programa de Medicina Preventiva
8. Acciones de prevención para la eliminación del estrés por calor

4.5. Desarrollo del Programa de Prevención de Estrés por Calor en el manejo de llaves hidráulicas en los taladros de Perforación y Workover en la Empresa TIW de Venezuela sucursal Ecuador.

1. INTRODUCCIÓN

Este programa se sustenta en el conocimiento científico y técnico analizado el factor de riesgo de estrés por calor para todo trabajador de manejo de llaves hidráulicas de los Taladros de Perforación y Workover que intervienen en etapas de temperaturas altas dentro de las operaciones que hacen referencia a este puesto de trabajo en particular y al equipo de trabajo en conjunto.

La medición de este factor de riesgo permite determinar las demandas térmicas internas y externas que se puede tolerar en ambientes muy calurosos gracias a la termorregulación del cuerpo humano.

Mediante el estudio se ha determinado que en los operadores de manejo de llaves hidráulicas existe estrés por calor lo que indica que se deben tomar acciones inmediatas, en este caso se

2. OBJETIVO

Establecer lineamientos generales para la prevención de enfermedades ocupacionales a causa del estrés por calor, garantizando la integridad física de los empleados, ambiente, propiedades de la compañía y de la comunidad en general.

3. ALCANCE

Este programa de prevención se aplicará a toda la población que presta servicio con Llaves Hidráulicas de Fuerza en TIW de Venezuela sucursal Ecuador.

4. MARCO REFERENCIAL

Este programa se ampara en las siguientes referencias:

- ✓ ISO 8996 Norma internacional.
- ✓ ISO 7726 Ambientes térmicos. Instrumentos y métodos para medir las magnitudes físicas.
- ✓ ISO 7933 Ambientes calurosos. Determinación analítica e interpretación de estrés térmico.
- ✓ COVENIN 2254:1995

5. DEFINICIONES GENERALES

Accidente de trabajo.- Accidente de trabajo es todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona al trabajador una lesión corporal o perturbación funcional, con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena.

Agotamiento por el Calor: Es la forma más común de enfermedad relacionada a calor, y la primera manifestación aceptada como enfermedad por calor. Representa la falla del sistema cardiovascular para responder a la sobrecarga de trabajo en condiciones de temperaturas extremas anormales altas y deshidratación, con inhabilidad para continuar con el ejercicio o actividad física. Se produce súbitamente y la duración es breve.

Calambres por Calor: Condiciones en la cual la temperatura del cuero se eleva a un nivel que causa daño en los tejidos orgánico, originando un síndrome característico, que afecta a múltiples órganos del cuerpo.

Calor: Es la transferencia de energía térmica que se da entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas

Cansancio Fugaz por el Calor: Es un estado temporal de incomodidad y tensión mental o psicológica causado por una exposición prolongada al calor. Los trabajadores que no están acostumbrados al calor están especialmente propensos y pueden sufrir distintos grados de una disminución de rendimiento, coordinación y de su capacidad de estar alerta.

Desmayo (sincope por calor): Se asocia con la permanencia prolongada de pie o si el individuo se yergue bruscamente desde una posición sentada o acostada, en forma brusca, en situación de

calor. Se atribuye a débito cardíaco inadecuado e hipotensión postural por deshidratación

Edema por Calor: El edema de calor es la forma más leve de la enfermedad y la más frecuente que afecta a los individuos en calor extremo. Los síntomas incluyen, edema (hinchazón) en zonas de mayor gravedad: manos, piernas, signos vitales normales y síntomas de agotamiento.

Enfermedad Ocupacional: Cualquier condición anormal o desorden diferente a una lesión ocupacional, producto de la exposición a factores vinculados al ambiente de trabajo, ocasionados por inhalación, digestión y absorción o contacto.

Enfermedad Profesional.- Son las afecciones agudas o crónicas causadas de manera directa con el ejercicio de la profesión o labor que realiza el trabajador y que produce incapacidad.

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

Estrés: Corresponde a una sensación de tensión tanto física como psicológica, que puede ocurrir en situaciones, específicas, difíciles o inmanejables.

Golpes de calor: El límite de calor que puede tolerar el ser humano está relacionado con la humedad ambiental. Así, si el ambiente es seco y con viento, se pueden generar corrientes de convección que enfrían el cuerpo.

Incidente de trabajo .- Suceso acaecido durante el trabajo ,o relacionado con este, que tuvo potencial de ser un accidente, en el que hubo personas involucradas sin que sufriera lesiones o se presentaran daños a la propiedad o pérdida en los procesos.

Insolación: La insolación es un problema más grave para la salud de los trabajadores en ambientes calurosos. La insolación ocurre cuando el sistema que controla la temperatura del cuerpo falla y la transpiración se hace inadecuada. El proceso de transpiración se puede poner en peligro sin que la víctima se dé cuenta de haber llegado a un estado de crisis.

Riesgos del trabajo.- Son las eventualidades dañosas a que está sujeta el trabajador con ocasión o por consecuencia de su actividad. Se consideran riesgos del trabajo las enfermedades profesionales y los accidentes.

Salud Ocupacional - Higiene Industrial: Hace referencia a la identificación, evaluación y control de los potenciales riesgos para la salud del empleado relacionados con las actividades que realiza en su trabajo.

Sarpullido por Calor: Un sarpullido por el calor (fiebre miliar) ocurre con más frecuencia en ambientes calurosos y húmedos, donde la transpiración no se elimina muy fácilmente y la piel queda mojada la mayor parte del tiempo.

6. RESPONSABILIDADES

6.1. El Gerente General:

- ✓ Informar y formar a los trabajadores sobre los riesgos, efectos y medidas preventivas. Adiestrarles en el reconocimiento de los primeros síntomas de las afecciones del calor en ellos

mismos y en sus compañeros y en la aplicación de los primeros auxilios.

- ✓ Cuidar de que todos los trabajadores estén aclimatados al calor de acuerdo al esfuerzo físico que vayan a realizar. Permitirles adaptar los ritmos de trabajo a su tolerancia al calor.
- ✓ Disponer de sitios de descanso frescos, cubiertos o a la sombra, y permitir a los trabajadores descansar cuando lo necesiten, y especialmente en cuanto se sientan mal.
- ✓ Proporcionar agua fresca y aleccionar a los trabajadores para que la beban con frecuencia.
- ✓ Modificar procesos de trabajo para eliminar o reducir la emisión de calor y humedad y el esfuerzo físico excesivo. Proporcionar ayuda mecánica para disminuir este último.
- ✓ Organizar el trabajo para reducir el tiempo o la intensidad de la exposición: establecer pausas fijas o mejor permitir las pausas según las necesidades de los trabajadores; adecuar los horarios de trabajo al calor del sol; disponer que las tareas de más esfuerzo se hagan en las horas de menor calor; establecer rotaciones de los trabajadores, etc.

6.2. Coordinador QHSE

Es responsable de asumir la dirección del programa de prevención de estrés por calor asesorando a la Gerencia.

- ✓ Informar a la gerencia sobre actividades e indicadores obtenidos en salud ocupacional.

- ✓ El cumplimiento del programa de prevención de estrés por calor, por parte de todos los miembros de la organización, orientándolos en el cumplimiento de las normas legales.
- ✓ Establece un programa de capacitación del programa de estrés por calor, y auditar su ejecución.
- ✓ Establece campañas de motivación y conocimientos técnicos tendientes a mantener un interés activo por la prevención de estrés por calor en todo los colaboradores.
- ✓ Intervenir activamente en las reuniones donde se traten temas de salud ocupacional.
- ✓ Mantiene constante comunicación con entidades asesoras en el tema (IESS) y tomar parte activa en las actividades programadas por dichas organizaciones.
- ✓ Efectuar reuniones con los Comités Paritarios de Salud Ocupacional para evaluar los resultados del desarrollo del programa.

6.3. Medico Ocupacional

- ✓ Es responsable de cumplir y hacer seguimiento a los estándares aplicados en este programa.
- ✓ Garantizar una vigilancia de la salud específica a los trabajadores, ya que los trabajadores con problemas cardiovasculares, respiratorios, renales, diabetes, etc. son más sensibles a los efectos del estrés térmico.

6.4. Trabajadores

- ✓ Informar a sus superiores de si está aclimatado o no al calor; si han tenido alguna vez problemas con el calor;

de enfermedades crónicas que puedan padecer; si están tomando alguna medicación

- ✓ Adaptar el ritmo de trabajo a su tolerancia al calor.
- ✓ Descansar en lugares frescos cuando tengan mucho calor. Si se siente mal, cesar la actividad y descansar en lugar fresco hasta que se recupere, pues continuar trabajando puede ser muy peligroso. Evitar operar máquinas y herramientas si no están completamente recuperados
- ✓ Beber agua con frecuencia aunque no tengan sed. También es preciso seguir bebiendo agua cuando esta fuera del trabajo
- ✓ Evitar comer mucho y las comidas grasientas; comer fruta, verduras; tomar sal con las comidas.
- ✓ No tomar alcohol (cerveza, vino etc.) ni drogas. Evitar bebidas con cafeína (café, refrescos de cola, etc.) y también las bebidas muy azucaradas.
- ✓ Ir bien descansados al trabajo. Ducharse y refrescarse al finalizar el trabajo.
- ✓ Usar ropa de verano, suelta, de tejidos frescos (algodón y lino) y colores claros que reflejen el calor radiante. Proteger la cabeza del sol (mejor con sombreros de ala ancha
- ✓ Conocer, cumplir con el Programa de Prevención de Estrés por Calor.
- ✓ Colaborar activamente en el desarrollo de las actividades de Salud Ocupacional en la empresa.

7. PROGRAMA DE MEDICINA PREVENTIVA

POLÍTICA DE SALUD OCUPACIONAL

TIW de Venezuela sucursal Ecuador, a través de la autoridad máxima de la empresa , asume el compromiso en materia de prevención de riesgos en salud ocupacional y Medicina del trabajo, de manera que se garanticen los recursos necesarios para crear ambientes de trabajo sanos, evitando la aparición de enfermedades profesionales y accidentes laborales para los trabajadores, así como para los contratistas, proveedores, visitantes, y los vecinos que se puedan afectar por los riesgos propios de la operación de TIW , mediante el cumplimiento de requisitos legales en salud ocupacional y seguridad industrial, en un marco de mejora continua.

✓ **Objetivos**

➤ **Objetivo General:**

Propender por el mejoramiento y mantenimiento de las condiciones generales de salud y calidad de vida de los trabajadores.

➤ **Objetivos Específicos:**

- Educar a todo el personal en la forma de mantener su salud.
- Capacitar en factores de riesgo, sus efectos sobre la salud y la manera de corregirlos.
- Ubicar al trabajador en el cargo acorde con sus condiciones psicofísicas.

✓ **Evaluaciones Médicas**

TIW de Venezuela sucursal Ecuador acorde a la base legal establecida realizará exámenes pre-empleo, ocupacionales anuales, de reintegro pos accidente y de retiro.

La batería de exámenes a realizar será conforme al nivel de riesgo y a los profesiogramas existentes.

✓ **Seguimiento e Indicadores:**

- Identificación de patologías significativas (hipertensión arterial, diabetes, desnutrición, etc.) que puedan influenciar a la exposición de temperaturas ambientales elevadas y/o exposición al sol y así proponer acciones de mejora en su puesto de trabajo.
- Registro de casos de sintomatología inducida por temperaturas elevadas.
- Se efectúa un análisis de los exámenes realizados desde el ingreso hasta la actualidad.
- Los resultados se registran en un cuadro epidemiológico individual y por grupo de población.
- En el registro individual se llevara una información sistematizada que solo le interesara al trabajador y a la persona que lidera el programa de vigilancia en conjunto con el médico asignado.
- Los resultados por grupo poblacional se registrarán en un cuadro epidemiológico con el fin de reporte a las áreas afectadas.

8. ACCIONES DE PREVENCIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO DE ESTRÉS POR CALOR DETECTADOS

8.1. SISTEMAS DE TRABAJO

➤ Gestión del tiempo

Se establece el nivel de autonomía concedida al trabajador para determinar la distribución de las pausas dentro del proceso de descansar de 7 a 8 minutos por cada hora y la elección de las vacaciones de acuerdo a sus necesidades personales en base al desempeño.

➤ Autonomía Temporal

Se respetará horario de trabajo sin extender jornada laboral,

➤ Manual de funciones

La Gerencia de Recursos Humanos aplicará el manual de funciones para los operadores de llaves hidráulicas en donde se detalle las funciones, y responsabilidades como profesional

8.2. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN

➤ Comunicación descendente

- ✓ Se Informará a través de comunicaciones formales escrita (circulares), utilizando la cartelera del área de descanso en campo base y en los contenedores de HSE de Taladros de Perforación y Workover, también se utilizará comunicación electrónica vía internet.

➤ **Comunicación Ascendente**

- ✓ La comunicación se realizará directamente a los miembros del comité de seguridad y/o sub alternos al no estar de turno para que para que determinen sugerencia al representante legal.

8.3. TÉCNICAS GENERALES

➤ **Desarrollo de buen estado Físico**

Objetivo

- ✓ Fortalecer la resistencia física del individuo ante situaciones de estrés
- ✓ Mejorar las funciones cardiovascular, respiratoria y metabólica.

Alcance

- El servicio será exclusivo de trabajadores de TIW SUCURSAL ECUADOR durante su jornada de trabajo.

Modo de uso

- Servicio de ejercicio y recreación con especialistas de fitness y rumba-terapia.

Responsables

- Dirección administrativa y de RRHH
- Instructores calificados.

CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN

N°	TEMÁTICA	RESPONSABLE	HORAS
1	Rumba Terapia	Instructores	1 hora diaria

➤ DIETA ADECUADA

Objetivo

- ✓ Crear buenos hábitos alimenticios dentro y fuera de la empresa.
- ✓ Tener un equilibrio energético para enfrentar las demandas laborales.

Alcance

- Trabajadores de TIW SUCURSAL ECUADOR.

Intervención

- Asistencia mensual de Nutricionista para conferencias en TIW SUCURSAL ECUADOR.

CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN

N°	TEMÁTICA	RESPONSABLE	HORAS
1	Nutrición y peso	Nutricionista	1
2	Los alimentos, proteínas y carbohidratos	Nutricionista	1
3	Contenidos Calóricos	Nutricionista	1

➤ **Puntos de Hidratación**

Objetivo:

- ✓ Proteger la salud de los trabajadores de los riesgos y daños originados por la exposición a temperaturas ambientales elevadas, considerándose como una emergencia de salud a través de la utilización de medidas preventivas y de control con bases en los componentes establecidos en el programa

Alcance:

- Este programa aplica a todos los colaboradores de TIW SUCURSAL ECUADOR.

Intervención

- Asistencia del encargado de bodega de la distribución del líquido vital (agua) diariamente para las operaciones de TIW SUCURSAL ECUADOR.
- Se realizara la requisición para la compra de dispensadores de agua para las cabinas del perforador para el punto de hidratación.

N°	ABASTECIMIENTO	RESPONSABLE	PERIODO
1	Bidones de Agua	Bodeguero	Diarios

➤ **Ventilación Mecánica**

Objetivo:

- Proteger la salud de los trabajadores de los riesgos y daños originados por la exposición a temperaturas ambientales elevadas, considerándose como una emergencia de salud a

través de la utilización de medidas preventivas y de control con bases en los componentes establecidos en el programa

Alcance:

- Este programa aplica a todos los colaboradores de TIW SUCURSAL ECUADOR.

Intervención

- La implementación de máquinas o de procesos industriales permite controlar el calor, la toxicidad de los ambientes o la explosividad potencial de los mismos, garantizando en muchos casos la salud de los operarios que se encuentran en dichos ambientes de trabajo.

CONCLUSIONES GENERALES

Mediante la revisión de la fundamentación teórica y el análisis e interpretación de los datos recolectados, investigaciones y análisis de aspectos generales del manejo de llaves hidráulicas en el Taladro de Perforación referente al presente estudio, se obtienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

CONCLUSIONES

- El discomfort térmico influye negativamente en el manejo de llaves hidráulicas en el Taladro de Perforación debido a riesgo por calor es relativamente alto.
- La población mayor de operadores estudiados oscilan de entre los 20 y 30 años (58%), dato importante para obtener el gasto metabólico por edad.
- Se determinó un valor permisible de exposición al calor del trabajo continuo, en los operadores estudiados.
- La dosis por calor resultó que el 67 % es mayor a 1,0 lo que determina medidas de control inmediato.
- El gasto metabólico es alto debido principalmente a las jornadas de trabajo intenso de hasta 10 horas de trabajo ininterrumpidamente, por la imperiosa necesidad de obtener un mejor salario.
- Es importante mencionar que la medición y toma de datos, se realizó en la jornada de la mañana, y parte de la jornada de la tarde, considerando las condiciones ambientales y horarias donde la luz y radiación solar son más fuertes.
- Las condiciones térmicas se interrelacionan con otros factores de riesgo físicos como ruido y vibraciones, además de factores de riesgo químicos como presencia de gases de

combustión y vapores de combustibles y factores de riesgo psicosociales tales como la sobrecarga mental y minuciosidad de la tarea.

- Se ha notado también que los operadores nuevos presentan mayor desgaste en su jornada de trabajo ya que requieren de un tiempo de aclimatación mayor que el resto de operadores que ya se encuentran aclimatados.
- El riesgo por estrés térmico, para un operador expuesto a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea.

RECOMENDACIONES



- Desarrollar un programa de prevención ergonómica para disminuir riesgos por exposición de calor prolongada y reducción de gasto metabólico, en puntos como: vestimenta a usar, hidratación, reprogramación de jornadas de trabajo.
- Mantener políticas de contratación de operadores con experiencia suficiente para el mejor desempeño.
- De acuerdo al método se recomienda que las mediciones sean realizadas al medio día, donde las condiciones ambientales son más fuertes. Hay que resaltar que las mediciones realizadas se hicieron en condiciones que se presentaron en ese momento, tratando de apegarnos a las condiciones reales comúnmente dadas.
- Establecer un procedimiento adecuado para el consumo de bebidas previo al reconocimiento médico inicial y periódico.
- Se recomienda proporcionar una fuente adecuada de agua cerca del lugar de trabajo, además cada operador informado, sobre la necesidad de ingerir agua.

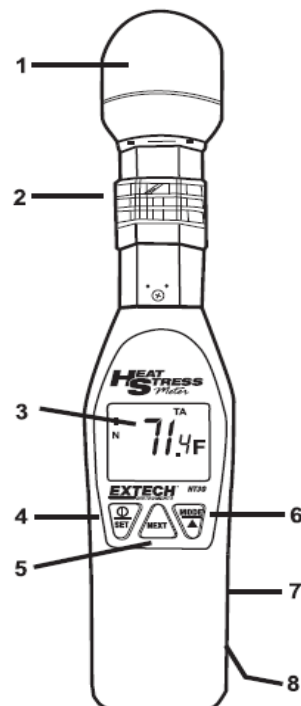
- El equipo de protección individual debe estar diseñada y construida de tal forma que permitan reducir la sobrecarga térmica, en el caso que las demás medidas preventivas se vean limitadas.
- En el tema de salud, se recomienda que cada operador expuesto a elevados niveles de calor, sea valorado por un médico antes de comenzar las actividades no rutinarias.
- Como se aclara desde un inicio, el presente estudio fue realizado en condiciones ambientales que se aproximan casi a los requeridos por el método del índice WBGT. Por lo tanto, se recomienda realizar monitoreos y evaluaciones en diferentes condiciones de tiempo de jornadas de trabajo.

ANEXOS





ANEXO 1: DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT HT30

DESCRIPCIÓN DEL MEDIDOR


1. Sensor de temperatura de globo negro
2. Sensores de temperatura y HR con cubierta protectora
3. Pantalla LCD
4. /SET
5. NEXT
6. MODE/ 
7. Interfaz RS-232
8. Compartimiento de la batería (atrás)



OPERACIÓN DEL MEDIDOR

1. Presione el botón  /SET para encender y apagar el instrumento.
2. Deslice abajo la cubierta protectora del sensor antes de tomar medidas.
3. Presione el botón MODE/ para seleccionar el modo de indicador deseado: Índice térmico de temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH), temperatura del aire (TA), temperatura de globo negro (TG) o humedad relativa (HR). Un icono aparecerá en la pantalla indicando la selección actual.
4. Para seleccionar la unidad de temperatura (°F o °C) presione simultáneamente y suelte los botones MODE/ y NEXT. En la pantalla aparecerá el icono F o C.
5. El medidor mide el índice TGBH con (IN) o sin (OUT) exposición directa al sol. Presione el MODE/ durante más de 1 segundo para alternar entre ajustes. En la pantalla aparecerá el icono IN (INT) u OUT (EXT).

INDICADOR

Símbolo	Función
WBGT	Temperatura de globo y bulbo húmedo
TG	Temperatura de globo negro
TA	Temperatura del aire
%	Humedad relativa
OUT	Interior (sin sol)
IN	Exterior (pleno sol)
C/F	Centígrados/Fahrenheit
	Indicador de batería débil



ESPECIFICACIONES

Temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH)	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
Precisión de TGBH	Calculado de parámetros medidos
Temperatura de globo negro (TG)	-30°C a 550°C (-22°F a 1022°F)
Precisión TG	IN ±4°C (2°F)
OUT	±3°C (5.5°F)
Temperatura del aire (TA)	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
Precisión	±1°C (1.8 °F)
Humedad relativa (RH)	0 a 100%HR
Precisión HR	±3% (@25°C, 10 to 95%RH)
Resolución	0.1°F/°C; 0.1%HR
Temperatura de operación	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
Humedad de operación	Max. 80% RH
Fuente de energía	Dos baterías AAA
Vida de la batería	Aprox. 1000 horas
Dimensiones	Medidor: 254 x 48.7 x 29.4mm (10x1.9x1.1") Esfera negra: 40mm, 35mm (1.57 Dia., 1.37H)
Peso	136g (4.8 oz.)
Accesorios Optativos	Software PC y cable (407752)

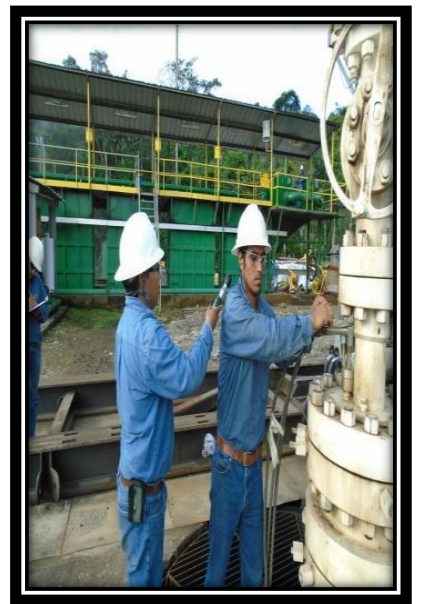
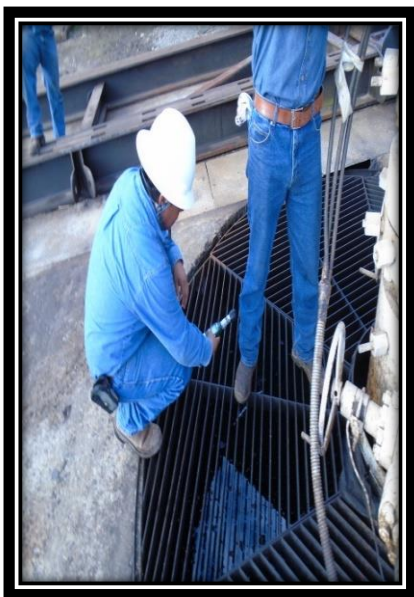
ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS REALIZADAS EN LA MEDICIÓN











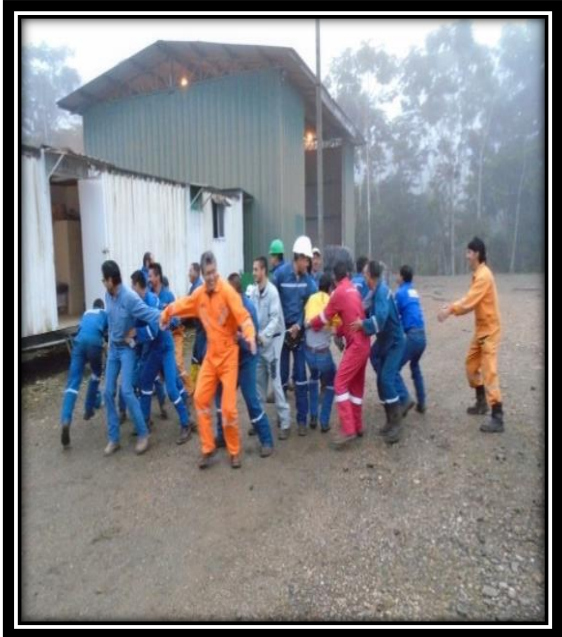


ANEXO 3: ANEXOS DE LA PROPUESTA

CAPACITACIONES



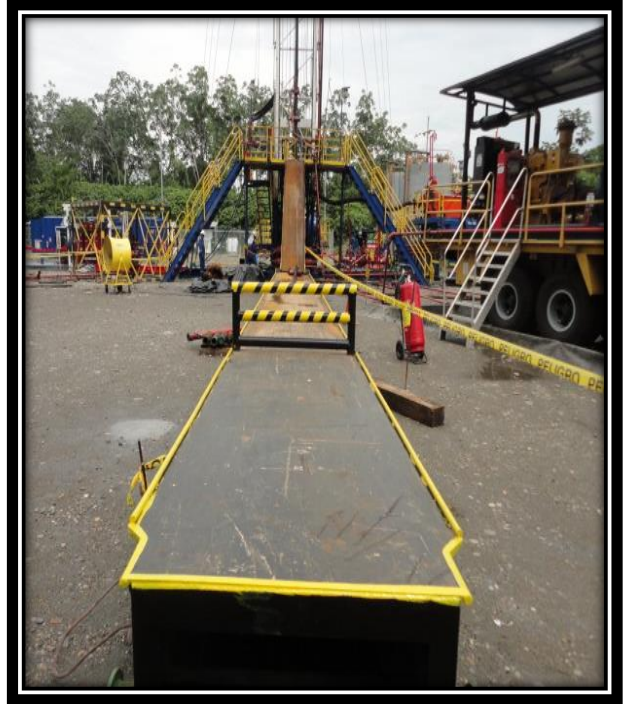
CALISTENIAS



HIDRATACIÓN EN EL PUESTO DE TRABAJO



VENTILACIÓN MECÁNICA HACIA LA MESA DE TRABAJO



ANEXO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

TÍTULO DE LA PROPUESTA: “LA TEMPERATURA WBGT Y EL GASTO METABÓLICO EN LOS TRABAJADORES DE TIW SUCURSAL ECUADOR EN LA OPERACIÓN DE MANEJO DE LLAVES HIDRÁULICAS, PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ESTRÉS POR CALOR”

3 = MUY SATISFACTORIO	2 = SATISFACTORIO	1 = POCO SATISFACTORIO
-----------------------	-------------------	------------------------

ASPECTOS	3	2	1	OBSERVACIONES
1. EL TEMA: <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la propuesta. • Originalidad. • Impacto. 				
2. OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Determinación clara y concisa. • Factibilidad. • Utilidad. 				
3. JUSTIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Contribuye a mejorar la organización. • Contribuye un aporte para la institución o empresa. 				
4. FUNDAMENTACIÓN TEORICA: <ul style="list-style-type: none"> • Se fundamenta en teorías científicas contemporáneas. • Los conceptos son de fácil comprensión. • Utiliza terminología básica y específica. 				
5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA: <ul style="list-style-type: none"> • Presenta un orden lógico. • Tiene coherencia entre si los componentes de la propuesta. • Se ajusta a la realidad del contexto social. • Es sugestivo e interesante. • Es de fácil manejo. 				
TOTAL				

VALIDADO POR:			
Área de Trabajo:	Título Profesional:	Cargo u Ocupación:	Año de Experiencia:
Observaciones:			
Fecha:	Telf.:	Dirección del Trabajo:	C.I.:

f.....

Ing. Hernán Navas
VALIDADOR

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

TÍTULO DE LA PROPUESTA: “LA TEMPERATURA WBGT Y EL GASTO METABÓLICO EN LOS TRABAJADORES DE TIW SUCURSAL ECUADOR EN LA OPERACIÓN DE MANEJO DE LLAVES HIDRÁULICAS, PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ESTRÉS POR CALOR”

3 = MUY SATISFACTORIO	2 = SATISFACTORIO	1 = POCO SATISFACTORIO
-----------------------	-------------------	------------------------

ASPECTOS	3	2	1	OBSERVACIONES
6. EL TEMA: <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la propuesta. • Originalidad. • Impacto. 				
7. OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Determinación clara y concisa. • Factibilidad. • Utilidad. 				
8. JUSTIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Contribuye a mejorar la organización. • Contribuye un aporte para la institución o empresa. 				
9. FUNDAMENTACIÓN TEORICA: <ul style="list-style-type: none"> • Se fundamenta en teorías científicas contemporáneas. • Los conceptos son de fácil comprensión. • Utiliza terminología básica y específica. 				
10. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA: <ul style="list-style-type: none"> • Presenta un orden lógico. • Tiene coherencia entre si los componentes de la propuesta. • Se ajusta a la realidad del contexto social. • Es sugestivo e interesante. • Es de fácil manejo. 				
TOTAL				

VALIDADO POR:			
Área de Trabajo:	Título Profesional:	Cargo u Ocupación:	Año de Experiencia:
Observaciones:			
Fecha:	Telf.:	Dirección del Trabajo:	C.I.:

f.....
 Ing. Wilmer Neto
VALIDADOR

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

TÍTULO DE LA PROPUESTA: “LA TEMPERATURA WBGT Y EL GASTO METABÓLICO EN LOS TRABAJADORES DE TIW SUCURSAL ECUADOR EN LA OPERACIÓN DE MANEJO DE LLAVES HIDRÁULICAS, PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ESTRÉS POR CALOR”

3 = MUY SATISFACTORIO	2 = SATISFACTORIO	1 = POCO SATISFACTORIO
-----------------------	-------------------	------------------------

ASPECTOS	3	2	1	OBSERVACIONES
11. EL TEMA: <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la propuesta. • Originalidad. • Impacto. 				
12. OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Determinación clara y concisa. • Factibilidad. • Utilidad. 				
13. JUSTIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Contribuye a mejorar la organización. • Contribuye un aporte para la institución o empresa. 				
14. FUNDAMENTACIÓN TEORICA: <ul style="list-style-type: none"> • Se fundamenta en teorías científicas contemporáneas. • Los conceptos son de fácil comprensión. • Utiliza terminología básica y específica. 				
15. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA: <ul style="list-style-type: none"> • Presenta un orden lógico. • Tiene coherencia entre si los componentes de la propuesta. • Se ajusta a la realidad del contexto social. • Es sugestivo e interesante. • Es de fácil manejo. 				
TOTAL				

VALIDADO POR:			
Área de Trabajo:	Título Profesional:	Cargo u Ocupación:	Año de Experiencia:
Observaciones:			
Fecha:	Telf.:	Dirección del Trabajo:	C.I.:

f.....
 Ing. Germán Claudio
VALIDADOR

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KRAUS, Richard, 1995, pág. 13
- LUNA, Pablo, INSHT, (2011), pág. 2
- INSHT, 2008, pág. 12
- AMSTRONG, Ycols, 2001, pág. 12
- NIELSEN, Bodil, 2005, pág. 5
- HERNANDEZ, Ana, 2008, pág. 1
- MONDELO, Pedro, 2001, pág. 75
- ARMENDARIZ, Pilar, INSHT España, pág. 2
- LUNA Pablo. INSHT (1995), pág. 1
- TOKUO, Ogawa, OIT, 1995, pág. 8
- KENNY, Larry, 1995, pág. 3
- SANDOVAL, pág. 20:
- BABBIE, 1979, pág. 12
- NARANJO, 2012, pág. 25
- HERRERA A. MEDINA F. Y NARANJO G, 2004, pág. 45.

BIBLIOGRAFÍA

- Córdova. M. (2011). Tesis: Tesis en opción al Grado Académico de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos de Trabajo.
- Hernández A. (2008). Nota Técnica de prevención *INSHT*, NTP 501". Madrid, España: Editorial INSHT, Madrid.
- Instituto de Posgrados. (s.f). Guía para el desarrollo y Elaboración del Proyecto Final de Investigación. Unach. Riobamba – Ecuador
- ISO 7726- Ambientes térmicos. Instrumentos y métodos para medir las magnitudes físicas.
- ISO 7730- Ambientes térmicos moderados. Determinación de los índices PMV y PPD y especificación de las condiciones para el confort térmico.
- ISO 7933 – Ambientes calurosos. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la tasa de sudoración requerida.
- Perez C. (2014) Tesis: El gasto metabólico y la temperatura WBGT en el sistema de trabajo de conductor de bus tipo Volkswagen 17210 de la carrocería modelo orión marca IMCE y su incidencia en el estrés térmico.
- Vasco C. (2011) tesis: 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.