



FACULTAD DE POSGRADOS

EVALUACIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR EN EL TALADRO DE
REACONDICIONAMIENTO DE POZOS PETROLEROS PARA LA MEJORA
DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA CUADRILLA DE LA EMPRESA
TRIBOILGAS CÍA. LTDA.

Autor

Líder Patricio Herrera Valladares

Año
2018



FACULTAD DE POSGRADOS

EVALUACIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR EN EL TALADRO DE
REACONDICIONAMIENTO DE POZOS PETROLEROS PARA LA MEJORA
DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA CUADRILLA DE LA EMPRESA
TRIBOILGAS CÍA. LTDA.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad
Industrial.

Profesor guía

MBA. Natalia Alexandra Montalvo Zamora

Autor

Líder Patricio Herrera Valladares

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Evaluación del estrés térmico por calor en el taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros para la mejora de la calidad de vida de la cuadrilla de la empresa Triboilgas Cía. Ltda., a través de reuniones periódicas con el estudiante Líder Patricio Herrera Valladares, en el periodo de mayo a diciembre del 2017, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Natalia Alexandra Montalvo Zamora
Magister en Administración de Empresas
C.C: 1803540598

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación del estrés térmico por calor en el taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros para la mejora de la calidad de vida de la cuadrilla de la empresa Triboilgas Cía. Ltda., elaborado por el estudiante Líder Patricio Herrera Valladares dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Francisco Eduardo Valencia Recalde
Magister en Prevención de Riesgos Laborales
C.C: 1706484043

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Líder Patricio Herrera Valladares

C.C: 1104677016

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme en cada momento de vida y enseñarme a ser una persona resiliente; a mis padres Lider y Esperanza; hermanas Samanta y Norelis mi sobrino Abraham por el apoyo incondicional en mis retos profesionales y personales.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a las personas que forman parte de mi vida que me han ayudado a ser una mejor persona y profesional.

Y a las personas que por circunstancias de la vida ya no forman parte de la mía; pero dejaron enseñanzas valiosas.

RESUMEN

El presente trabajo busca evaluar el estrés térmico en los trabajadores que conforman la cuadrilla de taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros de la Cía. Ltda. Triboilgas ubicado en la provincia de Sucumbíos cantón Shushufindi campo Drago de la EP Petroamazonas; y su incidencia en la calidad de vida en el trabajo de los integrantes de la cuadrilla, con el fin de mejorar la calidad de vida en el trabajo.

Se aplicó un cuestionario de 26 preguntas, las primeras 10 preguntas corresponden a CTV-Gohisalo, las 16 preguntas restantes fueron enfocadas a las condiciones climáticas por puesto de trabajo. Obtenida la percepción de cada integrante de la cuadrilla (obreros de patio, cuñeros, encuellador, maquinista, supervisor y jefe de pozo); se procedió a realizar la medición cuantitativa con el medidor 3M™ QuesTemp° 32. del índice WGTB.

De acuerdo a la medición y al cálculo del índice WGTB realizado por puesto de trabajo, los puestos con mayor afectación corresponden al de maquinista, encuellador, cuñeros y obreros de patio; de acuerdo del Decreto Ejecutivo 2393, Art. 54, literal e.

Las acciones de mejora van enfocadas a pausas en el trabajo, hidratación, ventilación y la implementación de un chaleco refrigerante. La implementación de estas acciones de mejora tiene un gasto \$13350 al realizar la implementación de las medidas va a existir un ahorro de un 48 % mensual lo que se va ver enfocado en la productividad por puesto de trabajo.

ABSTRACT.

The present work seeks to evaluate the thermal stress in the workers that make up the oil well reconditioning drilling crew of the Cía. Ltda. Triboilgas located in the province of Sucumbíos Shushufindi canton Drago field of Petroamazonas EP; and its impact on the quality of life at work of the members of the squad, in order to improve the quality of life at work.

A questionnaire of 26 questions was applied, the first 10 questions correspond to CTV-Gohisalo, the 16 questions were focused on the climatic conditions by job position. Obtained the perception of each member of the crew (yard workers, shifters, encuellador, machinist, supervisor and pit boss); The quantitative measurement was carried out with the 3M™ QuesTemp ° 32 meter of the WGTB index.

According to the measurement and the calculation of the WGTB index carried out by job position, the posts with the greatest impact correspond to that of machinist, encuellador, cunning and patio workers; according to Executive Decree 2393, Art. 54, literal e.

Improvement actions are focused on work breaks, hydration, ventilation and the implementation of a cooling vest. The implementation of these improvement actions has an expense of \$ 13350 to implement the measures will be a saving of 48% per month what will be focused on productivity per job.

ÍNDICE

1.	CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Antecedentes	2
1.1.1.	Análisis de la industria (bajo el enfoque de las 5 fuerzas competitivas de Porter).....	3
1.1.1.1.	Poder de Negociación de los Clientes	3
1.1.1.2.	Rivalidad entre las Empresas.....	5
1.1.1.3.	Amenaza de Nuevos Entrantes.....	6
1.1.1.4.	Poder de Negociación de los Proveedores	8
1.1.1.5.	Amenaza de Productos Sustitutos	8
1.2.	Planteamiento y formulación del problema	9
1.2.1.	Formulación del problema	12
1.3.	Objetivos	12
1.3.1.	Objetivo General.....	12
1.3.2.	Objetivos Específicos	12
1.4.	Planteamiento de la hipótesis	12
1.5.	Marco metodológico de la investigación	12
2.	CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL.....	15
2.1.	Reacondicionamiento de pozo.....	15
2.2.	Equipo de reacondicionamiento.....	15
2.2.1.	Taladro de reacondicionamiento Rig	15
2.2.2.	Componentes del taladro de reacondicionamiento.....	16
2.2.3.	Personal del taladro de reacondicionamiento	16
2.3.	Higiene industrial	17

2.3.1.	Estrés térmico por calor	18
2.3.2.	Daños a la salud por estrés térmico	18
2.3.3.	Índice WBGT	21
2.3.4.	Estimación del índice WBGT	21
2.3.5.	Límites permisibles	21
2.4.	3M questemp°32	22
2.5.	Marco regulatorio del estrés térmico	22
2.6.	Calidad de vida	24
2.7.	Evaluación de la calidad de vida	25
2.7.1.	Cuestionario CVT-Gohisalo	25
2.7.2.	Cuestionario condiciones climáticas de trabajo	26
2.8.	Marco conceptual	27

3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL

DE LA EMPRESA	28
3.1. Jefe de pozo	29
3.2. Supervisor de taladro	31
3.3. Maquinista	32
3.4. Encuellador	35
3.5. Cuñero	37
3.6. Obrero patio	40
3.7. Análisis técnico de la situación descrita en el planteamiento del problema	46
3.8. Aplicación del cuestionario CVT-Gohisalo para medir la calidad de vida en el trabajo de la cuadrilla de	

trabajo de un taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros en la amazonia ecuatoriana.....	50
3.9. Medición de las condiciones climáticas del trabajo según la percepción de cada trabajador de acuerdo a su puesto de trabajo	57
3.10. Medición del estrés térmico mediante el medidor 3M™ questemp° 32	65
3.11. Análisis financiero sobre la evaluación del estrés térmico por calor en el taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros para la mejora de la calidad de vida de la cuadrilla de la empresa Triboilgas Cía. Ltda.....	120
4. CAPITULO IV: PROPUESTA DE MEJORA DE LA EVALUACIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR EN EL TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO DE POZOS PETROLEROS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA CUADRILLA DE LA EMPRESA TRIBOILGAS CÍA. LTDA.	121
4.1. Acciones de mejora	121
4.1.1. Descanso en el trabajo pausas.....	123
4.1.2. Hidratación	125
4.1.3. Ventilación	129
4.1.4. Ropa protectora.....	129

4.2.	Análisis inicial de la propuesta técnica económica.....	130
4.2.1.	Hidratación del personal	132
4.2.2.	Aclimatación	134
4.2.3.	Implementación del chaleco refrigerante	135
4.2.3.1.	Hidrogel.....	135
5.	CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES	138
	REFERENCIAS.....	140
	ANEXOS	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.. Rig de Reacondicionamiento.	16
Figura 2. Equipo de Reacondicionamientos de pozos petroleros.....	17
Figura 3. Diagrama del proceso de reacondicionamiento de pozos petroleros donde interviene la cuadrilla de trabajo.	42
Figura 4. Rig 101 Taladro de Reacondicionamiento de pozos petroleros donde se realzo el estudio.....	48
Figura 5. Promedio Mensuales de temperatura, precipitación, humedad relativa de estaciones cercanas al sitio de estudio	48
<i>Figura 6.</i> Promedio mensual de la humedad relativa.	49
<i>Figura 7.</i> Promedio mensual de la temperatura máxima y mínima.	49
<i>Figura 8.</i> Promedio mensual de precipitación.	50
Figura 9. Aplicación del cuestionario para medir la CVT y la percepción del ambiente térmico laboral – Grupo 1.	51
<i>Figura 10.</i> Aplicación del cuestionario para medir la CVT y la percepción del ambiente térmico laboral – Grupo 2.	51
<i>Figura 11.</i> CVT Gohisalo ¿En relación con la duración de mi jornada de trabajo me encuentro?	52
Figura 12. CVT Gohisalo ¿Con respecto al turno de trabajo que tengo asignado me encuentro?	52
<i>Figura 13.</i> CVT Gohisalo ¿En cuanto a la cantidad de trabajo que realizo, mi grado de satisfacción es?	53
<i>Figura 14.</i> CVT Gohisalo - Este es el nivel de satisfacción que tengo con respecto al proceso que se sigue para supervisar mi trabajo.	53
<i>Figura 15.</i> CVT Gohisalo ¿Con relación a las funciones que desempeño en esta institución, mi nivel de satisfacción es?.....	54
<i>Figura 16.</i> CVT Gohisalo- Grado de satisfacción que siento del trato que tengo con mis compañeros de trabajo.	54
<i>Figura 17.</i> CVT Gohisalo- - Es el grado de satisfacción que tengo con respecto al trato que recibo de mis superiores	55

<i>Figura 18.</i> CVT Gohisalo- ¿Mi grado de satisfacción ante mi desempeño como profesional en este trabajo es?	55
<i>Figura 19.</i> CVT Gohisalo - ¿Qué tanto percibo que mi trabajo es útil para otras personas?	56
<i>Figura 20.</i> CVT Gohisalo - ¿Considero que tengo libertad para expresar mis opiniones en cuanto al trabajo sin temor a represalias de mis jefes?.....	56
<i>Figura 21.</i> ¿Son las temperaturas de las áreas o puestos de trabajo de la empresa adecuada al tipo de trabajo?	57
<i>Figura 22.</i> ¿Existen puestos de trabajo con temperaturas muy elevadas?	57
<i>Figura 23.</i> Las condiciones de alta temperatura que producen malestar, sudoración excesiva, cansancio, etc. ¿En su puesto de trabajo?	58
<i>Figura 24.</i> ¿Se han tomado mediciones sobre estrés térmico laboral en su puesto de trabajo?	58
<i>Figura 25.</i> ¿Ha tomado la empresa alguna medida de tipo técnico u organizativo para reducir la alta temperatura en el puesto de trabajo causado por el calor?.....	59
<i>Figura 26.</i> ¿Considera que, en su puesto de trabajo, la temperatura supone un riesgo grave para su salud?	59
<i>Figura 27.</i> ¿De todos los puestos de trabajo que hay en su empresa (o sección) ¿Hay alguno en particular donde la temperatura sea mucho más alta que en el resto de puestos?	60
<i>Figura 28.</i> ¿Se ha hecho la evaluación del riesgo de algún puesto de trabajo y se ha visto la necesidad de valorar el estrés térmico?	60
<i>Figura 29.</i> ¿Tiene un disconfort debido a la temperatura?	61
<i>Figura 30.</i> ¿Tiene a su disposición bebidas refrescantes?	61
<i>Figura 31.</i> ¿Considera que en algunas ocasiones el estrés térmico influye en su desempeño de trabajo?.....	62
<i>Figura 32.</i> ¿Considera que realizaría mejor su trabajo si le cambiaran de lugar de trabajo?	62

<i>Figura 33.</i> ¿Considera que las altas temperaturas interrumpen sus tareas diarias de trabajo?	63
<i>Figura 34.</i> ¿Cree que logra cumplir con las tareas diarias encomendadas por su jefe/pese a la temperatura de su lugar de trabajo?.....	63
<i>Figura 35.</i> ¿Ha escuchado que alguien de sus compañeros o jefes de trabajo justifica su bajo desempeño laboral o errores en sus funciones debido al estrés térmico por calor?	64
<i>Figura 36.</i> ¿Considera que retrasa su trabajo debido a que tiene que ir varias veces a tomar sombra o aire fresco o alguna bebida?	64
<i>Figura 37.</i> Medición del estrés térmico por puesto de trabajo.	65
<i>Figura 38.</i> Equipo para medición del estrés térmico.	72
<i>Figura 39.</i> Medición del estrés térmico al puesto de jefe de pozo.....	72
<i>Figura 40.</i> Medición del estrés térmico por puesto de trabajo.	73
<i>Figura 41.</i> Medición del Estrés térmico al puesto supervisor de taladro.	79
<i>Figura 42.</i> Medición del estrés térmico por puesto de trabajo.	79
<i>Figura 43.</i> Medición del Estrés térmico al puesto de Maquinista.....	85
<i>Figura 44.</i> Medición del estrés térmico por puesto de trabajo - encuellador	85
<i>Figura 45.</i> Medición del Estrés térmico al puesto de Encuellador.	91
<i>Figura 46.</i> Medición del estrés térmico por puesto de trabajo – cuñero	91
<i>Figura 47.</i> Medición del Estrés térmico al puesto de cuñero uno.	97
<i>Figura 48.</i> Medición del estrés térmico por puesto de trabajo – cueñero	97
<i>Figura 49.</i> Medición del Estrés térmico al puesto de Cuñero dos.	103
<i>Figura 50.</i> Medición del estrés térmico por puesto de trabajo – obrero de patio	103
<i>Figura 51.</i> Medición del Estrés térmico al puesto del obrero de patio uno.	109
<i>Figura 52.</i> Medición del estrés térmico por puesto de trabajo – obrero de patio.	109
<i>Figura 53.</i> Medición del Estrés térmico al puesto del obrero de patio uno,	115
<i>Figura 54.</i> Medición del estrés térmico por puesto de trabajo.	116

<i>Figura 55.</i> Medición del estrés térmico por día – día uno.....	117
<i>Figura 56.</i> Medición del estrés térmico por día – día dos.....	117
<i>Figura 57.</i> Medición del estrés térmico por día – día tres.....	118
<i>Figura 58.</i> Medición del estrés térmico por día – día cuatro.....	119
<i>Figura 59.</i> Medición del estrés térmico por día – día 5.....	119
<i>Figura 60.</i> Medición del estrés térmico total por día.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Enfermedades relacionadas con el calor causas y síntomas.	19
Tabla 2 Límites Permisibles	22
Tabla 3 Identificación de riesgos del puesto de trabajo de Jefe de Pozo y ponderación de riesgos	30
Tabla 4 Identificación de riesgos del puesto de trabajo de Supervisor de taladro y ponderación de riesgos.	31
Tabla 5 Identificación de riesgos del puesto de trabajo de maquinista y ponderación de riesgos.	34
Tabla 6 Identificación de riesgos del puesto de trabajo de encuellador y ponderación de riesgos.	36
Tabla 7 Identificación de riesgos del puesto de trabajo de cuñero y ponderación de riesgos	38
Tabla 8 Identificación de riesgos del puesto de trabajo de obrero de patio y ponderación de riesgos.	41
Tabla 9 Índice TGBH.....	65
Tabla 10 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo Jefe de pozo - día uno.....	67
Tabla 11 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo Jefe de pozo - día dos.....	68
Tabla 12 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo Jefe de pozo - día tres.....	69
Tabla 13 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo jefe de pozo - día cuatro.....	70
Tabla 14 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo jefe de pozo - día cinco.	71
Tabla 15 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo supervisor de taladro - día uno.....	74
Tabla 16 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo supervisor de taladro - día dos.	75
Tabla 17 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	

supervisor de taladro - día tres.....	76
Tabla 18 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
Supervisor de taladro - día cuatro.	77
Tabla 19 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
Supervisor de taladro - día cinco.....	78
Tabla 20 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
maquinista - día uno.....	80
Tabla 21 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
maquinista - día dos.	81
Tabla 22 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
maquinista - día tres.....	82
Tabla 23 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
maquinista - día cuatro.....	83
Tabla 24 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
maquinista - día cinco	84
Tabla 25 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
encuellador - día uno.....	86
Tabla 26 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
encuellador - día dos.....	87
Tabla 27 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
encuellador - día tres.....	88
Tabla 28 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
encuellador - día cuatro.....	89
Tabla 29 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
encuellador día cinco	90
Tabla 30 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
cuñero uno - día uno	92
Tabla 31 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
cuñero uno - día dos	93
Tabla 32 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	
cuñero uno - día tres	94
Tabla 33 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	

cuñero uno - día cuatro	95
Tabla 34 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero uno - día cinco.....	96
Tabla 35 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero dos - día uno	98
Tabla 36 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero dos - días dos.....	99
Tabla 37 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero dos - día tres.	100
Tabla 38 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero dos - días cuatro.....	101
Tabla 39 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero dos - días cinco	102
Tabla 40 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio uno - día uno.	104
Tabla 41 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio uno - día dos.....	105
Tabla 42 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio uno - día tres.	106
Tabla 43 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio uno - día cuatro.	107
Tabla 44 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio uno - día cinco.....	108
Tabla 45 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio dos - días uno.....	110
Tabla 46 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio dos - día dos.....	111
Tabla 47 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio dos - día tres.....	112
Tabla 48 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio dos - día cuatro.....	113
Tabla 49 Índice TGBH medido en el puesto de trabajo	

patio dos - día cinco.	114
Tabla 50 Acciones de mejora por puesto de trabajo de la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros	121
Tabla 51 Descansos por tipo de trabajo	125
Tabla 52 Consumo de agua por persona en un tiempo determinado.....	132
Tabla 53 Precio y cantidad de un botellón.	133
Tabla 54 Consumo de agua de botellones por personas	133
Tabla 55 Costo total de implementación de las medidas propuestas.....	136
Tabla 56 Costo de implementación por trabajador.....	136
Tabla 57 Diferencia entre costos de implementación y sin implementación	137

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de titulación de Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial busca evaluar el estrés térmico en los trabajadores que conforman la cuadrilla de taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros de la Cía. Ltda. Triboilgas ubicado en la provincia de Sucumbíos cantón Shushufindi campo Drago de la EP Petroamazonas; y su incidencia en la calidad de vida en el trabajo de los integrantes de la cuadrilla, con el fin de mejorar las condiciones de trabajo en el taladro de reacondicionamiento.

Se realizó la aplicación de un cuestionario de 26 preguntas, las primeras 10 preguntas corresponden a CTV-Gohisalo, las 16 preguntas restantes fue dirigido a determinar la percepción del trabajador sobre las condiciones climáticas por puesto de trabajo. Una vez obtenida la percepción de cada integrante de la cuadrilla (obreros de patio, cuñeros, encuellador, maquinista, supervisor y jefe de pozo); posteriormente se procedió a realizar la medición cuantitativa; realizando el cálculo del índice WGTB que significa “índice de temperatura del globo negro y termómetro húmedo”; esta medición se lo realizo con el medidor 3M™ QuesTemp° 32.

Una vez obtenidos los resultados de la medición con el instrumento 3M™ QuesTemp° 32, se determinó los índices con mayor afectación por puesto de trabajo, estos índices corresponden a los puestos de maquinista, encuellador, cuñeros y obreros de patio; esto se lo obtuvo de acuerdo del Decreto Ejecutivo 2393, Art. 54, literal e.

Ya determinado a que afectación de estrés térmico está expuesta la cuadrilla de pozos petroleros, se procedió a realizar las acciones de mejora como: pausas en el trabajo, hidratación, ventilación y EPP.

Para determinar las pausas de descanso se realizó la comparación con la legislación vigente ecuatoriana Decreto Ejecutivo 2393, Art. 54, literal d; y de

acuerdo al índice WGTB medido se determinó que la cuadrilla de acuerdo al tipo de trabajo que realiza debe estar en 50% y 50% de descanso por la carga de trabajo.

Al realizar la propuesta técnica económica para mejorar la calidad de vida de la cuadrilla de pozos petroleros se especifica que sin la implementación hay un gasto \$13350 al realizar la implementación de las medidas va a existir un ahorro de un 48 %.

1.1. Antecedentes

La empresa ecuatoriana de servicios petroleros Triboilgas Cía. Ltda., es de origen familiar, creada el 07 de junio de 1996 por Bolívar Barrionuevo Pérez, con el giro de negocio en los servicios petroleros; cuya visión es convertirse en la empresa líder en su target, cuenta con su oficina principal en Quito y bases operacionales en Tambillo, Base Lago y Base Coca. (Cueva y Soria, 2013, p. 1)

Triboilgas Cía. Ltda., tiene una trayectoria de 21 años en el mercado, debido a su infraestructura, capital humano y financiero a podido posicionarse en una empresa líder de los servicios petroleros como en el reacondicionamiento de pozos petroleros, perforación de pozos petroleros, servicio de vacuums y transporte pesado. (Cueva y Soria, 2013, p. 1)

Tiene como misión brindar servicios especializados y profesionales del sector hidrocarburífero nacional, satisfaciendo de forma técnica y económicamente a sus clientes, cuenta con mano de obra ecuatoriana y su personal técnico es altamente calificado todas sus políticas están alineadas hacia la Calidad, Salud Ocupacional y Cuidado Ambiental. (Cueva y Soria, 2013, p. 1)

Su visión es convertirse en una empresa internacional, mediante la aplicación de innovación, ejecución de procesos, gestión empresarial, personal altamente calificado y aplicando tecnología de punta. (Cueva y Soria, 2013, p. 1)

Actualmente Triboilgas Cía. Ltda., no cuenta con un estudio sobre el estrés térmico, el estudio permitirá identificar, evaluar, gestionar, controlar el riesgo térmico en los ambientes de trabajo, y establecerá de acuerdo a la normativa nacional (Decreto Ejecutivo 2393) y a la normativa internacional de las normas técnicas del INSTH, directrices que darán las pautas para mejorar CVT de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros de la organización en mención.

1.1.1. Análisis de la industria (bajo el enfoque de las 5 fuerzas competitivas de Porter)

Las empresas de servicios petroleros son aquellas entidades legalmente constituidas y domiciliadas en el Ecuador, que desarrollan sus principales actividades dentro de la industria petrolera del país. Estas entidades son contratadas ya sea por empresas estatales o privadas, que mantienen firmado un contrato de servicios petroleros con el Estado, para brindar ayuda en un servicio específico.

Este tipo de entidad se caracteriza por dominar y desarrollar tecnología de punta, haciendo que la variedad de servicios que ofrecen, sean de gran soporte para el desarrollo de las actividades petroleras. (Aldaz, 2014, pp. 49).

1.1.1.1. Poder de Negociación de los Clientes

Triboilgas Cía. Ltda., empresa dedicada a la prestación de servicios petroleros tanto para el sector privado y estatal; sus líneas de servicios son:

- Servicio de Reacondicionamiento de pozos petroleros (Workover y/o Pulling)
- Servicio de Pistoneo (Swab) de pozos petroleros.
- Servicio de perforación de pozos petroleros.

Las empresas de servicios petroleros son contratadas ya sea por empresas estatales o privadas, que mantienen firmado un contrato de servicios petroleros con el Estado, para brindar ayuda en un servicio específico. Este tipo de entidad se caracteriza por dominar y desarrollar tecnología de punta, haciendo que la variedad de servicios que ofrecen, sean de gran soporte para el desarrollo de las actividades petroleras.

Cuando una empresa de servicios petroleros firma un contrato de prestación de servicios, este básicamente está enfocado al área de exploración y explotación y a servicios específicos que puedan realizar este tipo de empresa, tales como: acondicionamiento de pozos, optimización de producción, producción incremental, actividades de recuperación mejorada, entre otras. El alcance de este tipo de empresas solo se desarrolla en las áreas mencionadas, sin intervenir en procesos de refinación, transporte, almacenamiento ni comercialización.

El contrato de servicios está regulado en conformidad de los términos y condiciones estipulados en la ley, tiene por objeto la prestación de un servicio en un área establecida en el contrato, el servicio es realizado con sus propios recursos y se asume todo el riesgo para la exploración y explotación de hidrocarburos (Aldaz, 2014, pp. 55).

En julio del 2010, se encuentran ejecutando los contratos en base a la reforma legal a la Ley de Hidrocarburos. El contrato estipula que el Estado asignara un bloque o área a un contratista para que este pueda realizar actividades de exploración y explotación, y a cambio, el contratista recibe una remuneración fijada por un contrato o por una orden de servicio. (Panorama Petrolero, 2008).

Triboilgas Cía. Ltda., presenta una oferta técnica y económica al estado o una empresa privada; cada interesado revisa la oferta y de ser la idónea se firma un contrato u orden de servicio por una tarifa fija establecida en el contrato u orden de servicio. La oferta que realiza Triboilgas Cía. Ltda., es la menor del mercado para los servicios petroleros en el Ecuador en cuanto a precio de operación y tiempo de movilización hacia el lugar de trabajo (pozo petrolero) para realizar la prestación del servicio.

Para poder realizar esta oferta Triboilgas Cía. Ltda., tiene de aliado estratégico a Conexpet. Cía. Ltda. Este aliado estratégico se dedica al transporte de los componentes necesarios para prestar el servicio, pero a un tiempo y costo tres veces más bajo del mercado para Triboilgas Cía. Ltda., es así como puede bajar su coste y tiempos frente a sus competidores.

1.1.1.2. Rivalidad entre las Empresas

Las empresas más importantes de servicios petroleros domiciliadas en el Ecuador son las siguientes:

- Schlumberger Surencó S.A.
- Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) Ecuador S.A.
- Halliburton Latín América S.A. LLC.
- Sinopec International Petroleum Service Ecuador S.A.
- Corpetrolsa S.A.
- Baker Hughes Services International INC
- Baker Hughes International Branches INC.
- Schlumberger del Ecuador S.A.
- Weatherford South America L.L.C.
- CNPC Chuanqing Drilling Engineering Company Limited
- PDV Ecuador S.A.
- Helmerich & Payne del Ecuador INC
- Swissoil del Ecuador S.A.

- Petrex S.A.
- Nabors Drilling Services Ltd.
- Tuscany International Drilling INC.
- Smith International INC.
- Geopetsa Servicios Petroleros S.A.
- Saxon Energy Services del Ecuador S.A.
- Petrotech Group
- China National Petroleum Corp (CNPC). (Aldaz, 2014, pp. 53).

Triboilgas Cía. Ltda., cuenta con 16 taladros de reacondicionamiento para pozos petroleros; siete en operación, de los cuales seis taladros son de 550 HP y uno es 650 HP; repartidos en los siguientes campos petroleros: Libertador; Shushufindi, Sacha; Lago Agrio, Edén Yuturi, Cuyabeno. En la línea de reacondicionamiento, Triboilgas Cía. Ltda., es la empresa que cuenta con mayor número de unidades, así como con más unidades en operación frente a sus competidores.

Los competidores del segmento no cuentan con un aliado estratégico para el transporte de sus componentes para poder realizar el servicio establecido. Gracias a su aliado estratégico, Conexpet Cía. Ltda.; la organización puede abaratar su tarifa de operación como la más asequible del mercado y reducir tiempo para iniciar operaciones.

1.1.1.3. Amenaza de Nuevos Entrantes

Los servicios petroleros que ofrecen las empresas de este mercado; fomentan un trabajo especializado que facilita a las operadoras estatales y privadas solventar técnicamente las necesidades, actividades complementarias de los yacimientos; todos estos trabajos son realizados en una plataforma o locación petrolera.

El nuevo ciclo económico mundial data de 2014. En el primer trimestre de ese año se inició una sostenida revalorización del dólar. Desde mediados del mismo año, bajaron los precios de las materias primas, entre esas el petróleo. Debido a la baja del petróleo los contratos y órdenes de servicios celebrados con la E.P. Petroamazonas, tuvieron retrasos en los pagos hasta tres meses; muchas empresas de servicios petroleros tuvieron que cesar operaciones debido a la falta de liquidez del sector.

Según el Comercio en una de sus publicaciones menciona que actualmente el país tiene hasta el 2024, comprometidas exportaciones de crudo con Petrochina, según datos confirmados por Petroecuador. Dado este antecedente la empresa China National Petroleum Corp (CNPC) es la que incursionado al segmento debido a las relaciones de negocio entre China y Ecuador. (El Comercio, 2016).

La baja del precio de barril de crudo, la falta de liquidez del estado para el pago de servicios petroleros y la falta de inversión a sus campos petroleros hacen casi imposible la entrada de un competidor nuevo, si para las empresas que persisten aun en el segmento se les difícil seguir subsistiendo. Salvo el caso de CNCP que está entrando al mercado debido a las relaciones de negocios entre los países de Ecuador y China. (El Comercio, 2016).

La baja del precio de barril de crudo, la falta de liquidez del estado para el pago de servicios petroleros y la falta de inversión a sus campos petroleros hacen casi imposible la entrada de un competidor nuevo, si para las empresas que persisten aun en el segmento se les difícil seguir subsistiendo. (El Comercio, 2016).

La baja del precio de barril de crudo, la falta de liquidez del estado para el pago de servicios petroleros y la falta de inversión a sus campos petroleros hacen casi imposible la entrada de un competidor nuevo, si para las empresas que

persisten aun en el segmento se les difícil seguir subsistiendo. (El Comercio, 2016).

1.1.1.4. Poder de Negociación de los Proveedores

Para desarrollar su giro negocio, Triboilgas Cía. Ltda., cuenta con las siguientes dependencias:

- Gerencia,
- Comercialización (procesos gerenciales);
- Operaciones (procesos de realización);
- Talento Humano,
- Mantenimiento,
- Seguridad Salud y Ambiente,
- Almacenes y Adquisiciones (procesos de apoyo).

Todas estas dependencias hacen operar el giro de negocio de Triboilgas Cía. Ltda., cada una de estas dependencias requiere insumos proporcionados por los proveedores. Cada dependencia tiene identificado sus insumos, para su funcionamiento se realiza el requerimiento; este requerimiento es entregado al departamento de adquisiciones y este busca el proveedor con mejor oferta económica y tiempo de entrega. De acuerdo a las necesidades establecidas. Por su parte, el aliado estratégico Conxpet Cía. Ltda., comparte las instalaciones de operación de Lago Agrio; El Coca y oficina matriz en Quito, representando una ventaja para todo tipo de operación que realice la organización.

1.1.1.5. Amenaza de Productos Sustitutos

Para realizar el reacondicionamiento de un pozo petrolero; se realiza una serie de trabajos especializados y técnicos que se ejecutan para transformar o cambiar el funcionamiento de un pozo productor de flujo artificial o natural. El

reacondicionamiento de un pozo petrolero es la aplicación técnica de algún proceso mecánico para que siga y se mantenga la producción del pozo petrolero o aumente su producción. (Da Silva, 2009).

No existe un sustituto para el servicio que ofrece Triboilgas Cía. Ltda., si la producción del pozo petrolero baja, no existe un servicio a parte del reacondicionamiento que pueda recuperar la producción. Si la producción del pozo petrolero decrece en este caso la operadora que esté a cargo del campo y del pozo está en la obligación de mantener o mejorar su producción diaria ya que cada campo aporta a la producción total del país y no realizar el aporte diario de producción establecida representa pérdidas económicas para el estado.

1.2. Planteamiento y formulación del problema

De acuerdo al INSHT menciona que el calor se convierte en peligro para la salud del trabajador; cuando este actúa sobre la temperatura corporal llegando a los 38 °C y produce la muerte cuando la temperatura corporal llega a 45 °C. La OIT menciona que el estrés térmico en el obrero es uno de los factores que puede tener efectos críticos y desencadenar incluso la muerte de los trabajadores. En el taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros interactúan sobre temperaturas que superan los 30 °C. (Real Decreto 486, 1997)

De acuerdo a la búsqueda de datos de Seguridad y Salud ocupacional proporcionados por las entidades gubernamentales ecuatorianas no se cuenta con estadísticas actuales de morbilidad por exposición a sobrecarga térmica, pero existen datos en países de primer mundo e industrializados tecnológicamente, se encuentran estadísticas relacionados en los periodos comprendidos entre 2001 y 2003, se informó que 483 casos se ausentaron del trabajo durante más de cuatro días, debido a enfermedades relacionadas con el calor, y de estos 63 murieron por estas causas. (Yoshi, 2006, pp. 345-358)

La legislación ecuatoriana de seguridad industrial vigente, fomenta que en las organizaciones se ejecuten estudios técnicos avalados para proceder con la identificación de los factores de riesgos presentes en las actividades que desarrollan sus trabajadores, sin embargo, estas se lo realizan únicamente para cumplimiento legal y más no con el objetivo de definir la situación real del puesto de trabajo y establecer medidas preventivas, esto es analizando de manera integral.

Según se menciona en la OIT, el estrés térmico se define como “El estrés por calor se produce cuando el entorno de una persona (temperatura del aire, temperatura radiante, humedad y velocidad del aire), su ropa y su actividad interactúan para producir una tendencia a que la temperatura corporal aumente”. (OIT, pp. 42.17)

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH, 1992) señala que cuando se trabaja en condiciones de exceso de calor los mecanismos de pérdida de calor se activan para que se pierda el exceso de calor. Cuando la temperatura del organismo superara los 38 °C; los daños a la salud dependerán de la cantidad de calor acumulada en el organismo.

Triboilgas Cía. Ltda., es una empresa de servicios petroleros dedicada a ofertar servicios como: reacondicionamiento de pozos, pulling, swab, campers, winches, y transporte petrolero. La organización cuenta con su oficina matriz la ciudad de Quito y su centro de operaciones en las ciudades de El Coca y Lago Agrio. La categorización del Ministerio de Trabajo le da a la organización es de empresa de alto riesgo debido a la cantidad de trabajadores que laboran, y por el tipo de labores que realizan.

Para que un taladro de reacondicionamiento pueda operar, se necesita de una cuadrilla de trabajadores, la cual está conformado por: un jefe de torre quien está a cargo del taladro y operaciones; un Supervisor de taladro de cuadrilla

quien dirige a los integrantes de la cuadrilla para que cumplan la ejecución de las operaciones; un maquinista quien opera la mesa rotaria y el bloque viajero; dos cuñeros quienes operan la cuña barco y la llave hidráulica y dos obreros de patio que se encargan de varias actividades como orden y limpieza de las facilidades.

Una jornada de trabajo comprende 14 días divididos en dos turnos: el primero es de 12 horas por 7 días en la mañana y el segundo es de 12 horas por 7 días en la noche, es decir; la cuadrilla trabaja 14 días de lunes a domingo y 7 días de descanso.

En las operaciones de reacondicionamiento de taladros se han identificado varios riesgos de tipo mecánico, químico, biológico, psicosocial, ergonómico y físico, tomando en cuenta que el riesgo más representativo de acuerdo a la matriz de riesgos de la organización es el riesgo físico. De acuerdo a las condiciones normales de trabajo los trabajadores de la cuadrilla están expuestos a altas temperaturas las cuales fluctúan anualmente entre los 15 °C y 40 °C.; ocasionando en los trabajadores agotamiento físico, falta de concentración en las tareas encomendadas y por ende baja productividad, además de errores en los procesos, pérdida de motivación hacia la actividad, deshidratación, síncope, golpe de calor, entre otros. Estas consecuencias influyen en los indicadores de accidentabilidad y morbilidad en el trabajo.

Por lo tanto, al evaluar el estrés térmico en las actividades que se realizan en el taladro de reacondicionamiento se podrá determinar la influencia en la calidad de vida en el trabajo de los integrantes de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros del Rig 101, y proponer medidas de mejora para aumentar la calidad de vida en el trabajo y ayudar a mitigar los accidentes laborales y enfermedades ocupacionales.

1.2.1. Formulación del problema

¿El estrés térmico por calor tiene incidencia en la calidad de vida de los trabajadores de la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros de la empresa Triboilgas Cía. Ltda.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el estrés térmico por calor en el taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros para la mejora de la calidad de vida de la cuadrilla de la empresa Triboilgas Cía. Ltda.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de calidad de vida de los trabajadores de la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros.
- Evaluar el estrés térmico por calor en el que se encuentran expuesta la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros.
- Proponer acciones de mejora para la calidad de vida de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros.
- Análisis costo beneficio de la propuesta.

1.4. Planteamiento de la hipótesis

¿Mediante la evaluación del estrés térmico en el taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros se mejorará la calidad de vida de los trabajadores de la cuadrilla de Triboilgas Cía. Ltda.?

1.5. Marco metodológico de la investigación

Esta investigación se centra en identificar CVT mediante la medición del estrés térmico en los puestos de trabajo de la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros, en la empresa Triboilgas Cía. Ltda.

Los instrumentos metodológicos que se emplearon para la obtención de información y datos en la primera parte son: revisión bibliográfica y cuestionario.

Para realizar la medición de la CVT se aplicó un banco de preguntas, dividido en dos partes; la primera parte del cuestionario, corresponde CVT-Gohisalo, este instrumento está conformado a partir de 7 dimensiones y 30 subdimensiones; la confiabilidad del instrumento es de 0.95; pero para el presente estudio los ítems que se utilizaron corresponden a la dimensión de **soporte institucional para el trabajo** que corresponden a las primeras 10 preguntas, para poder desarrollar esta dimensión se aplicó la escala Likert, que usa los valores de 0 a 4 donde (Pazos, 2014, p. 34):

- 0 significa nada satisfecho, nunca, nada de acuerdo o nulo compromiso.
- 1 a poco satisfecho, poco, en desacuerdo y poco compromiso.
- 2 a regularmente satisfecho, casi siempre, de acuerdo o comprometido.
- 4 corresponde a máxima satisfacción, siempre, totalmente de acuerdo o máximo compromiso.

Para medir las condiciones climáticas del lugar donde se realizan los trabajos, la metodología utilizada fue la aplicación del banco de preguntas, con el fin de determinar la percepción de cada trabajador de Triboilgas Cía. Ltda., se sentían conformes o no con las condiciones climáticas de cada una de sus puestos de trabajo.

Se hizo un compendio de encuestas aplicadas y a la experticia del autor del presente trabajo ya que prestó sus servicios como coordinador SSA para la empresa mencionada.

Se aplicó un cuestionario cerrado, que, por su fácil llenado y menor esfuerzo por parte de los encuestados, al presentar tres alternativas de llenado Si, No y No Sé.

Para la evaluación cuantitativa del estrés térmico por calor al que se encuentra expuesta la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros, se utilizó la ficha técnica 322 del INSHT: Cálculo del índice WBGT, con el fin de caracterizar y evaluar el posible riesgo de estrés térmico. Además, fue necesario tomar los siguientes datos ambientales siguientes (Cújar y Julio, 2016, p. 336):

- Temperatura seca del aire (t_a), en °C.
- Temperatura húmeda (t_h), en °C.
- Temperatura de globo (t_g), en °C. (Cújar y Julio, 2016, p. 336)

Para el cálculo del índice WBGT de exposición, se aplicó la siguiente fórmula:

$$WBGT = 0,7 \cdot Th + 0,2 \cdot Tg + 0,1 \cdot Ta \text{ (}^\circ\text{C)} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Índice WBGT (con exposición solar)

Dónde:

Th: temperatura húmeda (°C)

Tg: temperatura de globo (°C)

Ta: temperatura seca del aire (°C)

El dispositivo 3M™ QUESTEMP° 32, basa el cálculo del índice WBGT (TGBH) utilizando cuatro parámetros:

1. Temperatura ambiente o de bulbo seco (DB)
2. Temperatura de bulbo húmedo (WB)
3. Temperatura de globo (G)
4. Humedad relativa (Cújar y Julio, 2016, p. 338)

La evaluación del estrés térmico se lo realizó en horario diurno a cada integrante de la cuadrilla: dos obreros de patio, dos cuñeros, un encuellador, un maquinista, un supervisor de taladro y un jefe de torre.

2. CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Reacondicionamiento de pozo

El reacondicionamiento de un pozo petrolero (workover) es el conjunto de procesos, cuyo propósito es mantener o mejorar la producción de un pozo petrolero recién perforado o antiguo, el proceso incluye la reparación o cambio parcial o totalmente de la sarta de producción, el proceso también incluye actividades en el yacimiento como apertura de zonas para aumentar o recuperar la producción.

Este procedimiento se lo realiza con varias herramientas y equipos entre estas tenemos el taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros (chivo).

2.2. Equipo de reacondicionamiento

Está compuesto por tres elementos:

- Equipo Mecánico-eléctrico
- Equipo Auxiliar (bombas, tanques, BOP)
- Equipo humano o cuadrilla.

2.2.1. Taladro de reacondicionamiento Rig

Está compuesto por un vehículo o cargador autopropulsado, la unidad básica o drawwork (incluye la torre del equipo y el sistema de levantamiento de cargas); además del sistema hidráulico y neumático. El sistema de levantamiento consta de: malacate principal y de suabeo, corona, bloque viajero y gancho, y los cables de operación.



*Figura 1. Rig de Reacondicionamiento.
Tomado de: Triboilgas 2017.*

2.2.2. Componentes del taladro de reacondicionamiento

El taladro de reacondicionamiento se divide en seis sistemas:

- Soporte estructural
- Elevación
- Rotario
- Circulación
- Generación y transmisión de potencia
- Prevención de reventones

2.2.3. Personal del taladro de reacondicionamiento

Para realizar las reparaciones del pozo se necesita de cuadrillas que representan el personal base del taladro; siendo los otros elementos de apoyo y de supervisión de operaciones.

La cuadrilla base de reacondicionamiento es la siguiente:

- Jefe de Pozo o Jefe de Torre (Tool Pusher)
- Supervisor de taladro

- Maquinista
- Encuellador
- Cuñeros
- Obreros de Patio. (Triboilgas, 2017).

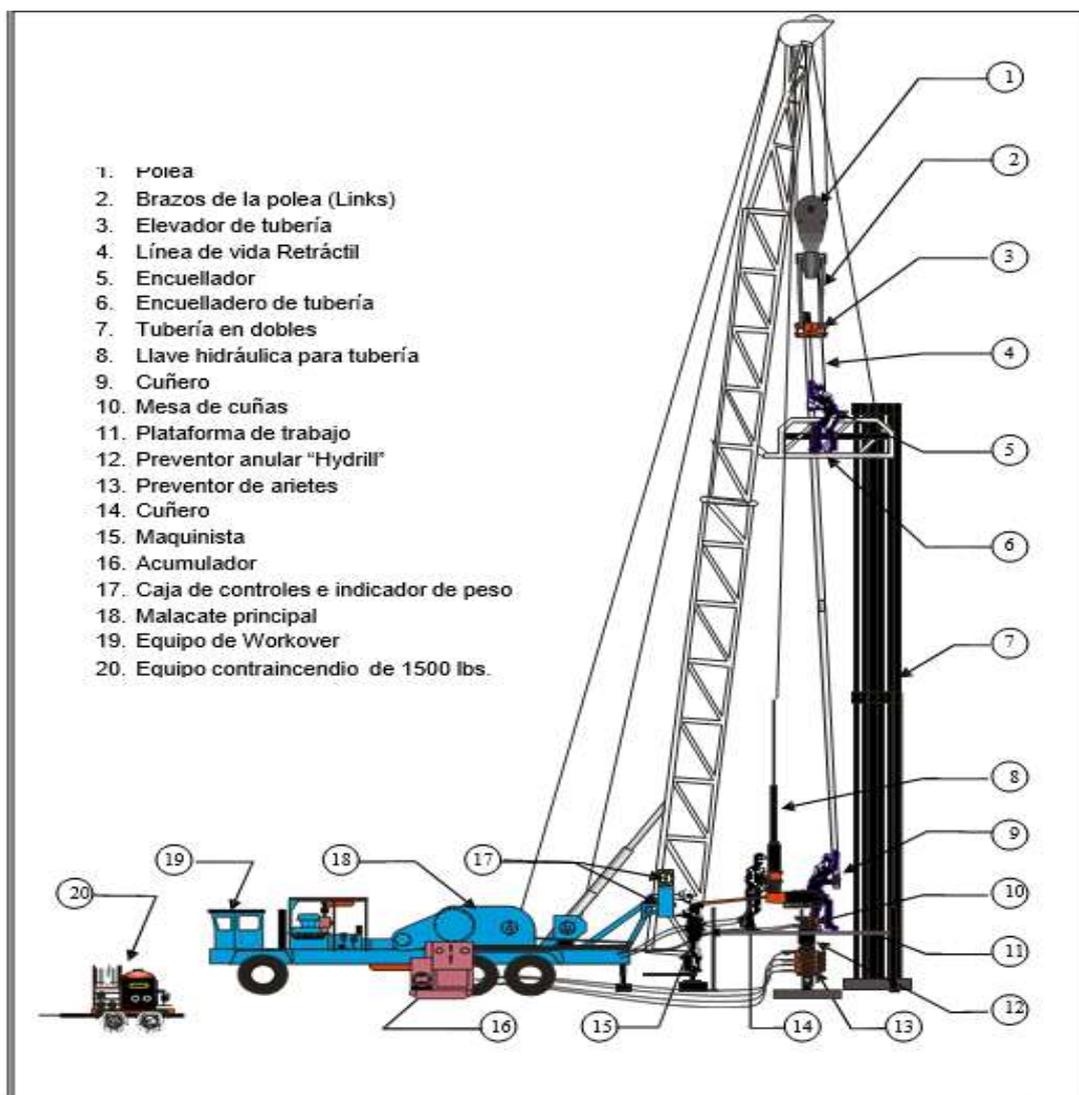


Figura 2. Equipo de Reacondicionamientos de pozos petroleros.
 Tomado de: Ecopetrol, 2005.

2.3. Higiene industrial

El trabajador durante la realización de sus actividades cotidiana está expuesto a seis tipos de riesgos esto está tipificado por la normativa ecuatoriana estos

riesgos son: Riesgo Físico; Riesgo Químico, Riesgo Biológico, Riesgo Mecánico; Riesgo Ergonómico y Riesgo Psicosocial. (Cortez, Salinas y Ramos, 2013, p.15)

La higiene industrial se encarga de la identificación, evaluación y el control, de las concentraciones de los diferentes tipos de contaminantes físicos, químicos o biológicos presentes en el ambiente laboral; en el puesto de trabajo y estos puedan causar alguna afectación al trabajador. (Falagán *et al.*, 2000, p 29),

2.3.1. Estrés térmico por calor

Interacción entre las condiciones ambientales del lugar de trabajo, ropa de trabajo y la actividad física que realizan; cuando aumenta la temperatura corporal, el organismo para enfriarse activa sus mecanismos corporales como sudoración y vasodilatación periférica, si la temperatura en el organismo excede los 38 °C, se podrán producir distintos daños a la salud. (Armendáris, s.f., pp. 1).

2.3.2. Daños a la salud por estrés térmico

Al activarse los mecanismos fisiológicos de termólisis; el calor absorbido, más el calor que se libera en los procesos orgánicos del cuerpo, el organismo con la sudoración mantiene la temperatura del organismo. Convirtiendo a la evaporación del sudor en un proceso importante para mantener la temperatura corporal ya que si la temperatura ambiente aumenta se verá en problemas este proceso de evaporación del sudor. Debido a esto la velocidad del viento y la humedad del sitio son factores ambientales críticos en ambientes calurosos.

Las variables ambientales como la temperatura y humedad relativa altas, sumándole a la carga de trabajo pesada o una falta de aclimatación al calor pueden causar efectos adversos como: golpe de calor, síncope, edema, calambres, agotamiento o erupciones cutáneas. (Armendáris, s.f., pp. 1).

Tabla 1.

Enfermedades relacionadas con el calor causas y síntomas.

ENFERMEDADES RELACIONADAS	CAUSAS	SÍNTOMAS
ERUPCIÓN CUTÁNEA	Piel mojada debido a excesiva sudoración o a excesiva humedad ambiental.	Erupción roja desigual en la piel. Puede infectarse. Picores intensos. Molestias que impiden o dificultan trabajar y descansar bien.
CALAMBRES	Pérdida excesiva de sales, debido a que se suda mucho. Ingerir grandes cantidades de agua sin que se ingieran sales para reponer las perdidas con el sudor.	Espasmos (movimientos involuntarios de los músculos) y dolores musculares en los brazos, piernas, abdomen, etc. Pueden aparecer durante el trabajo o después.
SÍNCOPE POR CALOR	Al estar de pie e inmóvil durante mucho tiempo en sitio caluroso, no llega suficiente sangre al cerebro. Pueden sufrirlo sobre todo los trabajadores no aclimatados al calor al principio de la exposición.	Desvanecimiento, visión borrosa, mareo, debilidad, pulso débil.
	Pérdida excesiva de agua, debido a que se	Sed, boca y mucosas secas, fatiga,

DESHIDRATACIÓN	suda mucho y no se repone el agua perdida	aturdimiento, taquicardia, piel seca, acartonada, micciones menos frecuentes y de menor volumen, orina concentrada y oscura.
AGOTAMIENTO POR CALOR	En condiciones de estrés térmico por calor: trabajo continuado, sin descansar o perder calor y sin reponer el agua y las sales perdidas al sudar. Puede desembocar en golpe de calor.	Debilidad y fatiga extremas, náuseas, malestar, mareos, taquicardia, dolor de cabeza, pérdida de conciencia, pero sin obnubilación. Piel pálida, fría y mojada por el sudor. La temperatura rectal puede superar los 39 °C.
GOLPE DE CALOR	En condiciones de estrés térmico por calor: trabajo continuado de trabajadores no aclimatados, mala forma física, susceptibilidad individual, enfermedad cardiovascular crónica, toma de ciertos medicamentos, obesidad, ingesta de alcohol, deshidratación, agotamiento por calor, etc.	Taquicardia, respiración rápida y débil, tensión arterial elevada o baja, disminución de la sudación, irritabilidad, confusión y desmayo. Alteraciones del sistema nervioso central. Piel caliente y seca, con cese de sudoración. La temperatura rectal puede superar 40,5 °C. PELIGRO DE MUERTE

Puede aparecer de manera brusca y sin síntomas previos.

Fallo del sistema de termorregulación

fisiológica. Elevada temperatura central y daños en el sistema nervioso central, riñones, hígado, etc., con alto riesgo de muerte.

Tomado de: Armendáris, s.f., pp. 3

2.3.3. Índice WBGT

Es la combinación de variables ambientales, como: temperatura de globo, humedad relativa, y para algunas condiciones especiales se utiliza la temperatura seca del aire. La medición se la puede determinar con el dispositivo 3M™ QUESTemp° 32 calcula automáticamente Índice WBGT. (3 M, 2012).

2.3.4. Estimación del índice WBGT

Se lo calcula con la combinación de la temperatura del bulbo seco, la temperatura del bulbo, la temperatura de globo (3 M, 2012).

2.3.5. Límites permisibles

El valor límite va a depender del calor metabólico que el trabajador genera cuando realiza sus actividades, véase en tabla 2. (Decreto Ejecutivo 2393, art. 54.)

El valor límite va a depender del calor metabólico que el trabajador genera cuando realiza sus actividades, véase en tabla 2.

Tabla 2.

Límites Permisibles.

Régimen trabajo- Descanso	TIPO DE TRABAJO							
	Ligero		Moderado		Pesado		Muy	
	S.A.	A	S.A.	A	S.A.	A	S.A.	A
100 % Trabajo	27,5	29,5	25,0	27,5	22,5	26,0	-	-
75% Trabajo – 25% Descanso	29,0	30,5	26,5	28,5	24,5	27,5	-	-
50% Trabajo – 50% Descanso	30,0	31,5	28,0	29,5	26,5	28,5	25,0	27,5
25% Trabajo – 75% Descanso	31,0	32,5	29,0	31,0	28,0	30,0	26,5	29,5
Notas		S.A. = Sin aclimatar A =Aclimatado						

Tomado de: Congreso Nacional del Ecuador, 1986, Art. 54, literal d.

2.4. 3M questemp°32

Instrumento que calcula el índice TBGH con la interacción de las variables ambientales ya mencionadas. (3 M, 2012.).

2.5. Marco regulatorio del estrés térmico

De acuerdo a la NTP 322 para el cálculo del índice WGTB se aplica la siguiente fórmula, siempre y cuando, las actividades se realizan en un ambiente homogéneo.

$$WBGT = 0.7*TBH + 0.2*TG + 0.1 TBS (°C) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Fórmula: cálculo del índice WGTB (Norma técnica del INSHT 322 Cálculo del índice WBGT)

Dónde:

TBS: Temperatura de bulbo seco o de referencia (°C).

BH: temperatura húmeda (°C). determina la velocidad a la cual el trabajador está perdiendo agua por la exposición al calor

TG: temperatura del globo (°C). Es la temperatura a la que está expuesta una persona por radiación teniendo como fuente de calor una zona cercana a la que este realiza sus actividades.

El presente trabajo de titulación se sustenta en normativa nacional e internacional que rige en el país, en lo que respecta a seguridad y salud ocupacional.

En el registro oficial # 449 de 20-10-08 donde se publicó la Constitución del Ecuador, en el artículo 326, numeral 5 de la constitución menciona que todo ciudadano tiene el derecho en desarrollar sus actividades laborales en un ambiente óptimo.

La Resolución 957 de SSO, en el artículo 1, que habla sobre la prevención de riesgos laborales, hace el sustento para el control y mitigación de los riesgos y en este caso sobre el estrés térmico.

El Decreto Ejecutivo 2393, capítulo III, Art. 53, redacta que con la ayuda de mecanismos estos sean artificiales o naturales, para que mejoren las condiciones atmosféricas y estas a su vez aseguren un ambiente óptimo para los trabajadores; Art. 54 hace mención a evitar ambientes donde se superen los valores máximos de calor y procurar confort térmico de los trabajadores; manifiesta además la necesidad de proporcionar un ambiente confortable al trabajador para desarrollar sus labores.

La normativa internacional vigente en Seguridad y Salud en el trabajo para el Ecuador es:

La O.I.T.; da el sustento adecuado del óptimo ambiente de trabajo, menciona que los individuos trabajadores necesitan congregarse a trabajadores, empleadores y gobiernos para realizar la normativa del trabajo y así poder desarrollar políticas y crear programas.

El Decreto 486/1997; establece los parámetros de seguridad y salud para el ambiente de trabajo y son guiadas por las fichas técnicas:

- Ficha técnica 779: Bienestar Térmico
- Ficha Técnica 501 Ambiente Térmico
- Ficha Técnica 322 Cálculo del índice WBGT.

2.6. Calidad de vida

Se define como calidad de vida la percepción que tienen las personas sobre su vida; está ligada a sus ideas, pensamientos y sentimientos; tiene que ver si se sienten realizadas, está relacionada con la felicidad, salud, satisfacción y bienestar, también influye el ámbito económico, filosófico y político. Mientras que la CVT es una definición con varios paradigmas que entran en comunión cuando el obrero, a través del trabajo y bajo su propia percepción, incluye sus necesidades en las siguientes dimensiones:

- Soporte institucional para el trabajo (SIT)
- Seguridad en el trabajo (ST)
- Integración de puesto de trabajo (IPT)
- Satisfacción por el trabajo (SAT)
- Bienestar logrado a través del trabajo (BLT)
- Desarrollo personal del trabajador (DP)
- Administración del tiempo libre (ATL) (Moyano y Ramos, 2007.).

2.7. Evaluación de la calidad de vida

CVT-GOHISALO es un instrumento validados por varios autores para medir CVT, para el presente trabajo de titulación usaremos una de las siete dimensiones que la de soporte institucional para el trabajo (SIT) que consta de 10 preguntas (González, *et al.*, 2010, p. 333).

2.7.1. Cuestionario CVT-Gohisalo

Las preguntas utilizadas corresponden a las siguientes y reflejan el grado de la dimensión de Soporte Institucional en el Trabajo (SIT):

1. ¿En relación con la duración de mi jornada de trabajo me encuentro?
2. ¿Con respecto al turno de trabajo que tengo asignado me encuentro?
3. ¿En cuanto a la cantidad de trabajo que realizo, mi grado de satisfacción es?
4. Este es el nivel de satisfacción que tengo con respecto al proceso que se sigue para supervisar mi trabajo
5. ¿Con relación a las funciones que desempeño en esta institución, mi nivel de satisfacción es?
6. Grado de satisfacción que siento del trato que tengo con mis compañeros de trabajo
7. Es el grado de satisfacción que tengo con respecto al trato que recibo de mis superiores
8. ¿Mi grado de satisfacción ante mi desempeño como profesional en este trabajo es?
9. ¿Qué tanto percibo que mi trabajo es útil para otras personas?
10. ¿Considero que tengo libertad para expresar mis opiniones en cuanto al trabajo sin temor a represalias de mis jefes?

2.7.2. Cuestionario condiciones climáticas de trabajo

La medición de la percepción de los trabajadores sobre las condiciones climáticas de su puesto de trabajo, se lo realizó con la aplicación de un cuestionario recopilado en la web, este cuestionario se asemeja con la realidad que percibe los integrantes de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros esto es corroborado por el autor de la investigación ya que este prestó sus servicios profesionales en la empresa, esto permitió investigar, si los colaboradores de Triboilgas Cía. Ltda., se sentían conformes o no con las condiciones climáticas de su puesto y como afectan a cada una de estas en su calidad de vida en el trabajo.

11. ¿Son las temperaturas de las áreas o puestos de trabajo de la empresa adecuada al tipo de trabajo?
12. ¿Existen puestos de trabajo con temperaturas muy elevadas?
13. ¿Las condiciones de alta temperatura que producen malestar, sudoración excesiva, cansancio, etc. ¿En su puesto de trabajo?
14. ¿Se han tomado mediciones sobre estrés térmico laboral en su puesto de trabajo?
15. ¿Ha tomado la empresa alguna medida de tipo técnico u organizativo para reducir la alta temperatura en el puesto de trabajo causado por el calor?
16. ¿Considera que, en su puesto de trabajo, la temperatura supone un riesgo grave para su salud?
17. De todos los puestos de trabajo que hay en su empresa (o sección)
¿Hay alguno en particular donde la temperatura sea mucho más alta que en el resto de puestos?
18. ¿Se ha hecho la evaluación del riesgo de algún puesto de trabajo y se ha visto la necesidad de valorar el estrés térmico?
19. ¿Tiene un disconfort debido a la temperatura?
20. ¿Tiene a su disposición bebidas refrescantes?

21. ¿Considera que en algunas ocasiones el estrés térmico influye en su desempeño de trabajo?
22. ¿Considera que realizaría mejor su trabajo si le cambiaran de lugar de trabajo?
23. ¿Considera que las altas temperaturas interrumpen sus tareas diarias de trabajo?
24. ¿Cree que logra cumplir con las tareas diarias encomendadas por su jefe/pese a la temperatura de su lugar de trabajo?
25. ¿Ha escuchado que alguien de sus compañeros o jefes de trabajo justifica su bajo desempeño laboral o errores en sus funciones debido al estrés térmico por calor?
26. ¿Considera que retrasa su trabajo debido a que tiene que ir varias veces a tomar sombra o aire fresco o alguna bebida?

2.8. Marco conceptual

3M Questemp³².- Equipo que determina el índice WBGT.

Calidad de vida en el trabajo. – percepción de los trabajadores sobre las condiciones de trabajo, ambiente laboral y la interacción de la vida laboral, personal y familiar.

Chivo. - Taladro de Workover.

Cuñero. – Profesional que trabaja en la mesa del taladro en todas las operaciones programadas.

CVT- Gohisalo. - Herramienta para medir la Calidad de Vida en el Trabajo.

Encuellador. – Profesional que trabaja en el encuelladero durante los viajes de la tubería. Revisa los niveles de los tanques de lodo y verifica su correcto funcionamiento.

Estrés térmico por calor. – Condición del organismo del trabajador debido a la actividad física y a las características ambientales del puesto de trabajo, que infieren en el intercambio de calor entre el ambiente laboral y el organismo.

Índice WBGT. - se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, TA.

Jefe de Pozo. – Profesional que garantiza el correcto funcionamiento del equipo, el cumplimiento y ejecución del programa de reacondicionamiento de pozos y sus modificaciones, controla y supervisa de toda la cuadrilla.

Maquinista. – profesional que opera el equipo de reacondicionamiento.

Obrero de patio. – Profesional que mantiene el equipo y los alrededores de la Torre en perfectas condiciones de limpieza y orden, cooperando según la designación de tareas requeridas.

Rig. - Taladro

Supervisor de taladro. – Profesional que procura una operación 100% segura, sin daños al personal, medio ambiente y equipos cumpliendo y haciendo cumplir los procedimientos de seguridad y ambiente de la empresa prestadora de servicios y de la Operadora.

Workover. - Reacondicionamiento y reparación de pozo.

3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Triboilgas Cía. Ltda., no cuenta con la medición higiénica sobre el estrés térmico; por lo que el presente trabajo de titulación proporcionará la línea base sobre la exposición de estrés térmico por puesto de trabajo de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros y permitirá establecer acciones correctivas.

A continuación, se detallarán los puestos de trabajo en los que se realizara la medición del estrés térmico.

3.1. Jefe de pozo

Su misión es dirigir y supervisar que todas las operaciones de Reacondicionamiento se cumplan de acuerdo al programa presentado por la Operadora, observando las normas generalmente aceptadas en la Industria petrolera, bajo sanos principios de ingeniería y cumpliendo con las normas de SSA.

Las funciones correspondientes al puesto son las siguientes:

- Mantener comunicación directa y continua con el Representante de la Operadora.
- Verificar la existencia y el buen funcionamiento de equipos, herramientas, repuestos y accesorios.
- Realizar de las órdenes de pedido de suministros y equipos.
- Recibir de la Operadora los programas de trabajo.
- Planificar y coordinar las actividades a realizar.
- Organizar y programar los insumos requeridos para desarrollar de manera óptima las actividades operacionales de acuerdo con los requerimientos.
- Realizar la inducción en el puesto de trabajo al colaborador que inicia por primera vez su función, a fin de que garantice la adaptación y desenvolvimiento en el puesto.
- Garantizar el cumplimiento y ejecución de todos los programas operacionales.
- Organizar, conjuntamente con el Supervisor de taladro y Coordinador de SSA, armado, cierre, desarme y embodegado del taladro.
- Atender y solucionar los inconvenientes presentados en los frentes de trabajo, relacionados con la operación, equipos y herramientas.

- Informar permanentemente a los representantes de la operadora sobre el desarrollo de los programas de trabajo.
- Asegurar que los informes y registro de control sean llenados correcta y oportunamente.
- Mantener comunicación permanente con el personal asignado a la Operación.
- Cumplir con la Política de calidad; políticas SSA de la empresa. (Triboilgas, 2017).

Tabla 3.

Identificación de riesgos del puesto de trabajo de Jefe de Pozo y ponderación de riesgos

ESTIMACIÓN DEL RIESGO	MECÁNICO	FÍSICO	BIOLÓGICO
IMPORTANTE	Atrapamientos, choque vehicular, obstáculos en el piso, maquinaria desprotegida, trabajo a distinto nivel, proyección de sólidos o líquidos,	Caídas a distinto nivel, ruido, temperatura elevada	Presencia de vectores, animales venenosos y ponzoñosos
INTOLERABLE	n/a	n/a	n/a
ESTIMACIÓN DEL RIESGO	QUÍMICO	ERGONÓMICO	PSICOSOCIAL
IMPORTANTE	n/a	Uso de pantallas de visualización	Turnos de rotativos, minuciosidad de la tarea, sobrecarga mental, trabajo nocturno

INTOLERABLE	n/a	n/a	Alta responsabilidad
--------------------	-----	-----	-------------------------

3.2. Supervisor de taladro

Su misión es supervisar que todas las operaciones dispuestas por la operadora se cumplan de acuerdo al programa, en coordinación con el Jefe de Torre y Técnico Mecánico y cumpliendo con las normas de SSA.

Las funciones correspondientes al puesto son las siguientes:

- Cumplir con el programa de perforación o reacondicionamiento entregado por la Operadora.
- Supervisar las tareas asignas al obrero de patio, cuñero, encuellador y maquinista.
- Participar activamente en el armado, desarmado y transporte de los equipos de perforación y reacondicionamiento siguiendo exigencias, condiciones y procedimientos establecidos por la Operadora, Compañía y Manuales Operativos.
- Verificar el correcto funcionamiento del equipo de reacondicionamiento.
- Asegurar que los procedimientos sigan las instrucciones del Jefe de Torre.
- Colaborar en la elaboración del IADC Report
- Cumplir con las normas de seguridad, salud, ambiente y calidad establecidas por la organización. (Triboilgas, 2017).

Tabla 4.

Identificación de riesgos del puesto de trabajo Supervisor de taladro y ponderación de riesgos.

ESTIMACIÓN DEL RIESGO	MECÁNICO	FÍSICO	BIOLÓGICO
IMPORTANTE	Transporte mecánico de	Ruido, Temperatura	Presencia de vectores,

	cargas, proyección de sólidos o líquidos, piso irregular, resbaladizo, espacio físico reducido	elevada	animales venenosos y ponzoñosos
INTOLERABLE	n/a	n/a	n/a
ESTIMACIÓN DEL RIESGO	QUÍMICO	ERGONÓMICO	PSICOSOCIAL
IMPORTANTE	n/a	Posición forzada (de pie, sentado, encorvado)	Trabajo a presión, sobrecarga mental, minuciosidad de la tarea, alta responsabilidad
INTOLERABLE	n/a	n/a	

3.3. Maquinista

Su misión es operar el equipo de reacondicionamiento observando las disposiciones técnicas con el fin de garantizar una óptima operatividad de la máquina, manejándose siempre bajo normas de calidad, seguridad, salud y ambiente.

Las funciones correspondientes al puesto son las siguientes:

- Operar el equipo de reacondicionamiento forma segura de acuerdo con las especificaciones técnicas y siguiendo un programa establecido por el Supervisor de taladro.

- Operar el equipo de reacondicionamiento cumpliendo con los requerimientos técnicos y de seguridad en cuanto a peso de la sarta, presión de bomba, velocidad y torque, teniendo en cuenta las capacidades del equipo según sus especificaciones. No puede delegar esta función a sus subalternos
- Observar e informar permanentemente al Supervisor de taladro las lecturas de las presiones de Bomba, peso en la sarta, torque y demás lecturas necesarias para el correcto desarrollo del programa.
- Inspeccionar regularmente los instrumentos de control, la torre, los frenos, los sistemas de anclaje, válvula Crow o matic, el cable de perforación, el cable de los vientos, poleas y demás accesorios y herramientas que conforman el equipo, e informar cualquier anomalía.
- Cumplir con los procedimientos operacionales y supervisar que todos sus subalternos los conozcan y ejecuten de una manera eficiente y segura, de acuerdo con las normas y procedimientos establecidos.
- Cumplir con las instrucciones dispuestas por el Supervisor de taladro en el desarrollo de las actividades.
- Colaborar en la movilización, arme y desarme del equipo, cumpliendo con los procedimientos establecidos.
- Verificar el correcto estado de las cargas antes de cada movilización.
- Mantener las áreas de trabajo, herramientas y equipos utilizados debidamente ordenados y aseados.
- Vigilar que los equipos y accesorios se armen y utilicen en forma correcta.
- Comunicar oportunamente cualquier desviación que se presente al Supervisor de taladro.
- Aportar información para la identificación de aspectos peligrosos y evaluación de impactos de riesgos y medidas de control.
- Cumplir con las normas de seguridad, salud, ambiente y calidad establecidas por la organización. (Triboilgas, 2017).

Tabla 5.

Identificación de riesgos del puesto de trabajo de maquinista y ponderación de riesgos.

ESTIMACIÓN DEL RIESGO	MECÁNICO	FÍSICO	BIOLÓGICO
IMPORTANTE	Espacio físico reducido, irregular, resbaladizo, trabajo a distinto nivel, caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento, atrapamiento, desorden, circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo, superficies o materiales calientes	Ruido, vibración, temperatura elevada	Presencia de vectores, animales venenosos y ponzoñosos
INTOLERABLE	Proyección de sólidos o líquidos, obstáculos en el piso, maquinaria desprotegida, transporte mecánico de cargas	n/a	n/a

ESTIMACIÓN DEL RIESGO	QUÍMICO	ERGONÓMICO	PSICOSOCIAL
IMPORTANTE	Gases de combustión, vapores de solventes, manejo de químicos	de Levantamiento manual de objetos, movimiento corporal repetitivo, posición forzada (de pie, sentada, encorvada)	Trabajo nocturno, trabajo a presión, minuciosidad en la tarea
INTOLERABLE	n/a	n/a	Alta responsabilidad

3.4. Encuellador

Su misión es colocar la tubería en el encuelladero aflojando el elevador de la misma y realiza el mantenimiento preventivo de las bombas de lodo y el sistema de tanques para almacenar y circular los fluidos del pozo, a fin de garantizar una operación oportuna y confiable enmarcada dentro de los procedimientos operativos y normas de calidad, seguridad, salud y ambiente que mantiene la organización.

Las funciones correspondientes al puesto son las siguientes:

- Colocar la tubería en el encuelladero.
- Aflojar y asegurar el elevador de tubería.
- Agregar químicos en las tolvas para preparar fluidos de control o de perforación.
- Manipular en el trabajadero de tubería, las sartas de tubería y de varilla durante las diferentes operaciones de perforación, mantenimiento o reacondicionamiento de pozos.
- Operar correctamente la bomba de lodos y realizar las conexiones de superficie para la circulación de fluidos al pozo.

- Verificar el estado de los pines de la torre, evaluar su desgaste y asegurarse que operen libremente.
- Informar al Operador y/o al Supervisor de taladro los cambios registrados en el nivel de los tanques de lodos, revisar el peso y viscosidad del fluido de control o de perforación.
- Realizar el engrase de la corona, revisión de chavetas, pines, cables, lámparas y poleas de la corona en la torre del taladro.
- Instalar la bomba, el desgasificador y los tanques de almacenamiento de fluidos.
- Participar activamente en el arme y desarme del equipo.
- Servir de apoyo al operador de equipo durante las operaciones de control de pozos.
- Cumplir con las normas de seguridad, salud, ambiente y calidad establecidas por la organización. (Triboilgas, 2017).

Tabla 6.

Identificación de riesgos del puesto de trabajo de encuellador y ponderación de riesgos.

ESTIMACIÓN DEL RIESGO	MECÁNICO	FÍSICO	BIOLÓGICO
IMPORTANTE	Piso irregular, resbaladizo, manejo de herramienta cortante y/o punzante, espacio físico reducido, trabajo a distinto nivel, trabajo en altura, maquinaria desprotegida, atrapamiento,	Temperatura elevada, vibración, electricidad, iluminación excesiva, radiación ionizante, caída a distinto nivel	Presencia de vectores

	superficies o materiales calientes		
INTOLERABLE	Obstáculos en el piso, proyección de sólidos o líquidos, circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo, transporte mecánico de carga	Ruido	n/a
ESTIMACIÓN DEL RIESGO	QUÍMICO	ERGONÓMICO	PSICOSOCIAL
IMPORTANTE	Gases de combustión, vapores de solvente	de Posición forzada (de pie, sentado, encorvado), sobreesfuerzo físico	Minuciosidad de la tarea, trabajo a presión
INTOLERABLE	n/a	Levantamiento manual de objetos	Trabajo nocturno, alta responsabilidad,

3.5. Cuñero

Su misión es colocar y sacar la cuña de la mesa rotatoria con el fin de que el tubo de perforación o de producción puedan ser acoplados al siguiente tubo o ser desconectados cuando se saque la sarta, a fin de garantizar una operación oportuna y confiable enmarcada dentro de los procedimientos operativos y normas de calidad, seguridad, salud y ambiente que mantiene la organización.

Las funciones correspondientes al puesto son las siguientes:

- Manipular la sarta de tubería, sarta de producción y varillas de bombeo, que entran y salen del pozo, roscándolas, desenroscándolas y acomodándolas.
- Operar correctamente las llaves hidráulicas, de potencia, neumáticas y manuales en la mesa de trabajo.
- Realizar inspecciones visuales periódicas de equipo de levante y herramientas utilizadas en la mesa de trabajo y rotaria.
- Participar activamente en el aseo de la mesa rotaria y de todo el equipo: lavado, engrase y pintada en general.
- Colaborar al encuellador en el mantenimiento preventivo de las bombas y tanques de lodos, instalación de líneas de superficie y bombeo de fluidos.
- Operar el winche para subir tuberías y piezas a la mesa de trabajo.
- Participar en el arme, desarme y almacenamiento de todas las herramientas y equipos que conforman el taladro.
- Inspeccionar y verificar frecuentemente el funcionamiento de las llaves hidráulicas, de potencia, demás equipos y herramientas utilizados.
- Colaborar en la preparación y mezcla de los fluidos del control del pozo.
- Cumplir con las normas de seguridad, salud, ambiente y calidad establecidas por la organización. (Triboilgas, 2017).

Tabla 7.

Identificación de riesgos del puesto de trabajo de cuñero y ponderación de riesgos.

ESTIMACIÓN DEL RIESGO	MECÁNICO	FÍSICO	BIOLÓGICO
IMPORTANTE	Piso irregular, resbaladizo, obstáculos en el piso, trabajo en	Ruido, temperatura elevada, vibración,	Presencia de vectores

altura (desde 1.8 metros), caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento, caída de objetos en manipulación, proyección de sólidos o líquidos, espacio físico reducido, desorden, circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo, superficies o materiales calientes, maquinaria desprotegida, manejo de herramienta cortante y/o punzante.

INTOLERABLE

Transporte mecánico de cargas, trabajo a distinto nivel, atrapamiento

n/a

n/a

ESTIMACIÓN DEL RIESGO	QUÍMICO	ERGONÓMICO	PSICOSOCIAL
IMPORTANTE	Gases de combustión, vapores de solventes	de Movimiento corporal repetitivo, de turnos rotativos	Trabajo nocturno, alta responsabilidad, minuciosidad en la tarea
INTOLERABLE	n/a	Sobreesfuerzo físico, levantamiento manual de objetos, posición forzada (de pie, sentado, encorvado)	n/a

3.6. Obrero patio

Su misión es brindar apoyo al personal que opera el taladro en forma ágil y oportuna, de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la organización a fin de garantizar la operación bajo normas de calidad, seguridad industrial y ambiente.

Las funciones correspondientes al puesto son las siguientes:

- Desarrollar las actividades que le sean asignadas por el Supervisor de taladro de Taladro y Maquinista.
- Guiar las tuberías, herramientas, cargas suspendidas utilizando una manila para evitar su balanceo y golpear al personal o elementos del equipo.
- Realizar la limpieza de los sitios de trabajo durante la operación.
- Asistir, previa autorización de sus superiores, a los cuñeros y encuellador en el manejo de las herramientas durante las operaciones y mantenimientos.

- Aportar información para la identificación de aspectos peligrosos y evaluación de impactos, riesgos y medidas de control.
- Cumplir con las normas de seguridad, salud, ambiente y calidad, establecidas por la organización. (Triboilgas, 2017).

Tabla 8.

Identificación de riesgos del puesto de trabajo de obrero de patio y ponderación de riesgos.

ESTIMACIÓN DEL RIESGO	MECÁNICO	FÍSICO	BIOLÓGICO
IMPORTANTE	Caída de objetos por manipulación, trabajo a distinto nivel, caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento, trabajo en altura, circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo, proyección de sólidos o líquidos	Iluminación excesiva, ruido,	Presencia de vectores, animales venenosos y ponzoñosos
INTOLERABLE	Espacio reducido, irregular, resbaladizo, desorden, maquinaria desprotegida, transporte mecánico de	físico piso	n/a
	cargas,	n/a	n/a

De acuerdo al informe anual de gestión del 2016 de la Unidad de Seguridad, Salud y Ambiente, se presentó la siguiente gestión técnica:

La actualización de la matriz para la identificación, medición, evaluación y control de riesgos laborales en los frentes donde la empresa opera, tiene el cumplimiento del 100%.

En cuanto a la planificación y cronograma de mediciones higiénicas de seguimiento, realizadas en los equipos operativos, los resultados se registran en el formato de control y seguimiento de mediciones, con un cumplimiento del 25%, realizándose las mediciones en los RIG'S en el 06 y 08; por falta de presupuesto no se logra realizar las mediciones en todos los equipos y se realizan mediciones internas, se reprogramará para el año 2017 los equipos faltantes.

Las mediciones ambientales de seguimiento, se realizaron en los equipos operativos, se tiene un cumplimiento del 50%. Las mediciones de emisiones gaseosas y de ruido ambiental se realizaron en los RIGS' 104, 105 y 201. Se replanifica para el año 2017 los monitoreos en los RIGs faltantes.

Las estadísticas de accidentabilidad se registran en el formato de Estadísticas de Accidentabilidad, con un Índice de frecuencia 3.06, Índice de Gravedad 34.29, Tasa de Riesgo en 11.20, Índice de Accidentabilidad 0.33 e Índice de Incidentabilidad 0.00.

El seguimiento de Accidentes se registra en el formato Matriz de registro y seguimiento de accidentes reportados a riesgos de trabajo, con un cumplimiento del 89% de casos cerrados, considerando un total de 87 accidentes reportados desde el año 2010 hasta el año 2016. De los accidentes del 2016, tres casos han sido cerrados representado un 37.50%, mientras que 5 casos no se han cerrado debido a varios factores como falta de valoración

médica por parte del IESS y renuncia voluntaria de los trabajadores sumando un total de 8 accidentes en el año 2016.

Las Inspecciones planeadas de SSA realizadas en el año 2016 con un cumplimiento del 98%, en un total de 1695 inspecciones realizadas, se evidencia su cumplimiento mediante el registro Reporte mensual de gestión SSA.

Corrección de condiciones sub estándar realizadas durante el 2014 fue del 63% y durante el año 2015 fue de 68%, durante el año 2016 fue de 52 % teniendo una disminución del 16%. Permisos de trabajo realizados en un 85%. Actividades generadas con Análisis Seguro de Tarea AST realizadas en un 86% disminuyendo en comparación de los años 2014 y 2015, debido que no se cuenta con Coordinadores SSA en cada frente de trabajo y esta responsabilidad fue dada a otras áreas. Se evidencia su cumplimiento mediante el registro Reporte mensual de gestión SSA.

En el 2016 se pueden evidenciar 13 accidentes laborales, los meses de mayor accidentabilidad son marzo, junio, julio y diciembre. El índice de accidentabilidad es de 0.33 % y de incidentabilidad del 0.00 % disminuyendo del 4.30 % Índice de accidentabilidad y 0.20 % Índice de incidentabilidad, con respecto al 2015, cumpliendo con la meta planteada IA \leq 5 y el IIn \leq 0.2. Para el año 2017 se mantienen las metas, IA hasta 0,5 y el IIn hasta 0,2.

El Índice de Gravedad es 29.99, el Índice de Frecuencia es 2.68, y la Tasa de Riesgo es 11.20, en el 2016, en comparación con el año 2015 se ha disminuido, ya que en el 2015 el índice de gravedad fue de 34,92, el Índice de Frecuencia 3,49 y la Tasa de Riesgo fue de 10,00. Evidenciamos que se cumple con las metas planteadas para el 2016 tanto del IG e IF. En el 2017 las metas a alcanzar son: para el Índice de Gravedad es \leq 40, el Índice de Frecuencia a 5.5 y la Tasa de Riesgo a 12.

De los 13 accidentes reportados a nivel general los lugares de mayor incidencia fueron RIG 106 y Base Coca con 3 accidentes cada uno. Durante el año 2016, no se presentaron incidentes laborales en ningún frente de trabajo. El número de personas afectadas en los accidentes fueron 13, de las cuales 4 corresponde a lesiones de la cabeza, 6 en las extremidades superiores, 3 en las extremidades inferiores.

Se ha logrado reducir los accidentes en miembros superiores en un 71.43 % según el historial desde el 2013, esto gracias a la implementación del programa de protección de manos.

El Diagnóstico y Reporte interno investigación de posibles Enfermedades Ocupacionales. Del 2010 al 2016 se han identificado 19 casos de posibles enfermedades profesionales, 15 de estos han sido reportados a Riesgos de Trabajo, de los cuales 9 fueron investigados por esta entidad, declarados como enfermedades profesionales y cerrados sin responsabilidad patronal.

Los 6 casos restantes se encuentran en espera de investigación por parte de Riesgos de Trabajo y los 4 casos pendientes de reportar. El Índice de enfermedades profesionales desde el año 2010 al 2016 es de 19; casos reportados 15; casos cerrados nueve; casos abiertos seis.

El protocolo de vigilancia de la salud específica de los trabajadores su ejecución es del 100 %. Los protocolos de vigilancia son los siguientes:

- Protocolo de Protección de Lesiones Osteomusculares
- Protocolo de Protección de Radiaciones no Ionizantes
- Protocolo de Protección de Dermatitis Laboral
- Protocolo de Protección Auditiva
- Protocolo de Protección de Agentes Biológicos
- Protocolo de manejo Pantalla de Visualización de datos
- Protocolo de manejo de Movimientos repetitivos

- Protocolo de Manipulación Manual de carga

Las estadísticas de morbilidad, los 5 controles médicos más frecuentes según grupos de CIE 10 son los siguientes: enfermedades del sistema respiratorio 29%, enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conectivo 23%, síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte 12%, enfermedades del aparato digestivo 7.4%, traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa 7.4%.

El ausentismo laboral durante el año 2016, es de 1%, ya que se tuvieron 864 horas de ausentismo por permisos médicos generados de causa médica teniendo 448 horas perdidas por enfermedad común, 240 horas por accidentes laborales 168 horas por enfermedad laboral y permisos de trabajo por enfermedad 8 horas.

3.7. Análisis técnico de la situación descrita en el planteamiento del problema

La metodología aplicada para la presente investigación sigue los lineamientos del Decreto ejecutivo 2393 con la guía del INSHT y el apoyo en la norma técnica 322: Cálculo del índice WBGT y TLV's and BEI's por de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), Section 2. Heat Stress and Heat Strain.

El índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH) o WBGT es el método utilizado para la evaluación de la sobrecarga térmica basado en la temperatura de globo (TG), bulbo húmedo (TH) y bulbo seco (TS) los parámetros que abarca es la carga de calor ambiental con o sin carga solar y carga de calor metabólico es representada por la carga trabajo.

Las medidas fueron efectuadas con un analizador de estrés térmico QuesTemp 32 el cual integra termómetros de bulbo seco, húmedo y globo, el procesamiento de la información recopilada durante los monitoreos fue realizada mediante el uso del software especializado Software QuestSuit Professional I.

Para la selección de datos se tuvo en cuenta que para el presente análisis se tomó la Temperatura de Globo Húmedo de interiores (TGBH) sin exposición a radiación.

La evaluación del nivel de riesgo por exposición a estrés térmico se hizo al calcular el índice TGBH cuya exposición está establecida por la legislación ecuatoriana quien da las directrices establecidas; los valores reportados de TGBH corresponde a la lectura reportada por el equipo in situ y analizada con el software Quest Suite Professional.

Además, se realizó la valoración del nivel de riesgo mediante la comparación de las temperaturas TGBH fijadas en los TLV's & BEI's de la ACGIH "Screening criteria for Heat Stress Exposure" y los valores registrados de TGBH. El procedimiento aplicado para el monitoreo y medición de las condiciones del ambiente laboral se detalla a continuación:

1. Identificar y seleccionar la condición de medición y monitoreo
2. Verificar las condiciones de registro y calibración de campo.
3. Estabilizar e igualar las condiciones térmicas del equipo a las condiciones térmicas de área a evaluar (10 a 15 minutos).
4. Realizar los monitoreos y registro digital de datos en el área seleccionada.
5. Seleccionar la tasa de registro de temperaturas, a 60 segundos.
6. Adquisición y registro de datos.



Figura 4. Rig 101 Taladro de Reacondicionamiento de pozos petroleros.

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct
Promedio Mensual	26,5	26,3	26,3	26,04	25,9	25,7	25,6	26,1	26,4	26,7
Máxima	29,8	29,9	29,6	29,3	29,05	28,3	27,9	29	29,8	30
Mínima	20,2	20,3	20,5	20,6	20,4	20,2	19,8	19,7	20,1	20,1
Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct
Promedio Mensual	237,8	214,6	316,3	355,7	352,1	371,6	336,6	255,6	283,6	326,4
Humedad Relativa	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct
Humedad Relativa %	90	92	94	97	96	95	96	97	97	97

Figura 5. Promedio Mensuales de temperatura, precipitación, humedad relativa de estaciones cercanas al sitio de estudio

En la Figura 5; se evidencia que la temperatura media oscila entre los 26 °C; la precipitación va con una media de 300 mm; y la humedad con un promedio de 94 %.

Se utilizó del software de modelación LocClim 1.0 desarrollado por la FAO en el 2002. Dicho programa provee un promedio estimado de las condiciones climatológicas en localidades donde no existe registros de datos en estaciones meteorológicas.

LocClim usa datos de precipitación, temperatura, velocidad de viento, fracción solar, presión de vapor y evapotranspiración. El software tiene datos de 28 000 estaciones promedio mensual, e interpola los valores de estaciones conocidas.

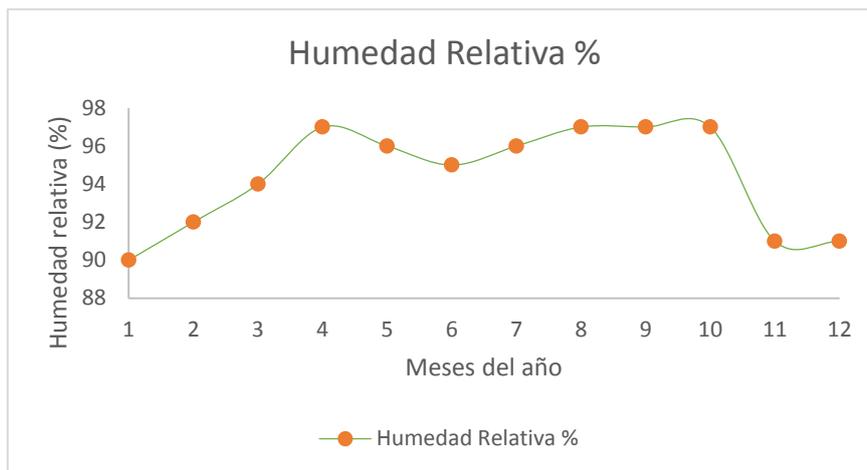


Figura 6. Promedio mensual de la humedad relativa.

La figura 6, muestra el comportamiento de la humedad relativa a lo largo del año, tomando en cuenta los promedios mensuales, se evidencia que hay una disminución en los meses de noviembre a enero; habiendo un incremento en los meses de febrero a abril y manteniéndose relativamente constante para los meses de mayo a octubre.

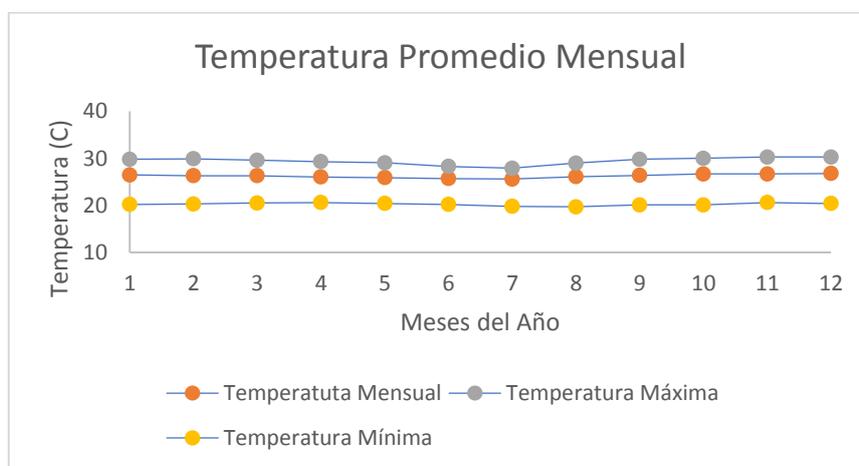


Figura 7. Promedio mensual de la temperatura máxima y mínima.

La figura 7, explica el comportamiento de la temperatura mínima y máxima mensual; la temperatura máxima presenta un incremento en los meses de agosto hasta diciembre, pero la mínima casi presenta un comportamiento uniforme.

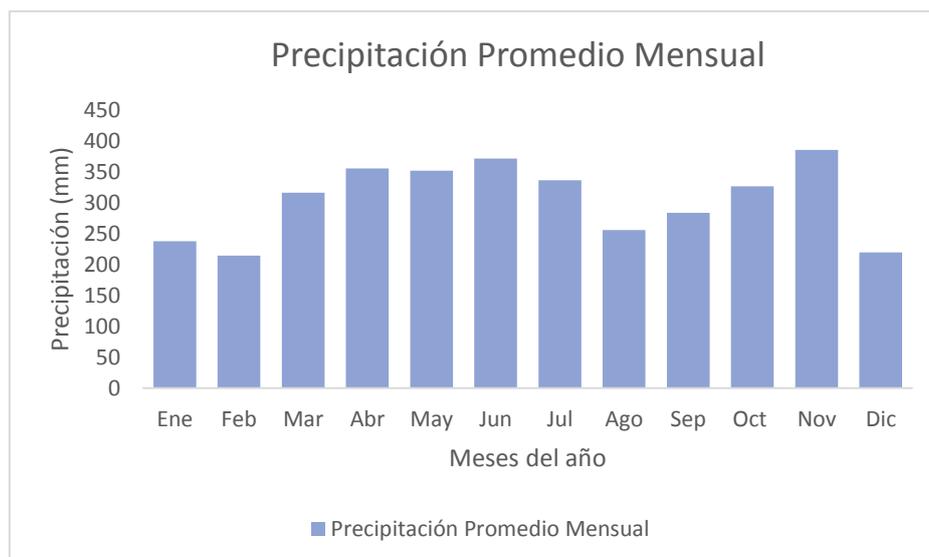


Figura 8. Promedio mensual de precipitación.

La humedad relativa es la cantidad de agua en el aire en forma de vapor, al compararla con la cantidad máxima de agua que puede mantenerse a una temperatura elevada. (Chinchillas, 2015, p. 8)

3.8. Aplicación del cuestionario CVT-Gohisalo para medir la calidad de vida en el trabajo de la cuadrilla de trabajo de un taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros en la amazonia ecuatoriana

La presente encuesta constó de 10 preguntas para medir la calidad de vida en el trabajo de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros.

Se encuestó a dos jefes de Pozo, dos supervisores de taladro de cuadrilla, dos maquinistas, dos encuelladores, cuatro cuñeros y cuatro obreros de patio.

La encuesta fue aplicada en el Rig 101 de Triboilgas Cía. Ltda., que se encontraba laborando en el campo Drago cantón Shushufindi; provincia de Sucumbíos.



Figura 9. Aplicación del cuestionario para medir la CVT y la percepción del ambiente térmico laboral – Grupo 1.



Figura 10. Aplicación del cuestionario para medir la CVT y la percepción del ambiente térmico laboral – Grupo 2.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

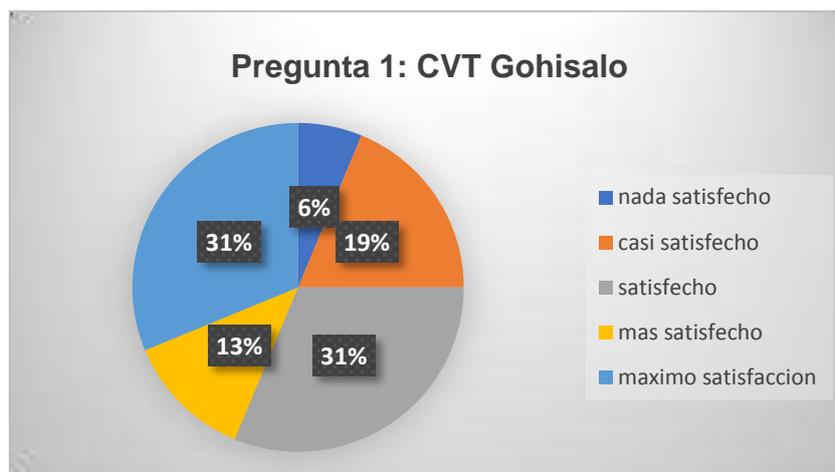


Figura 11. CVT Gohisalo ¿En relación con la duración de mi jornada de trabajo me encuentro?

En la figura 11, de los 16 encuestados; el 31% de la muestra representa el máximo de satisfacción empatando con satisfecho, seguido con 19 % que se encuentra casi satisfecho; esto se debe a la austeridad que vive el sector petrolero debido a la crisis económica; la mayoría de sus colegas han sido despedidos y es mejor tener trabajo a no tener.

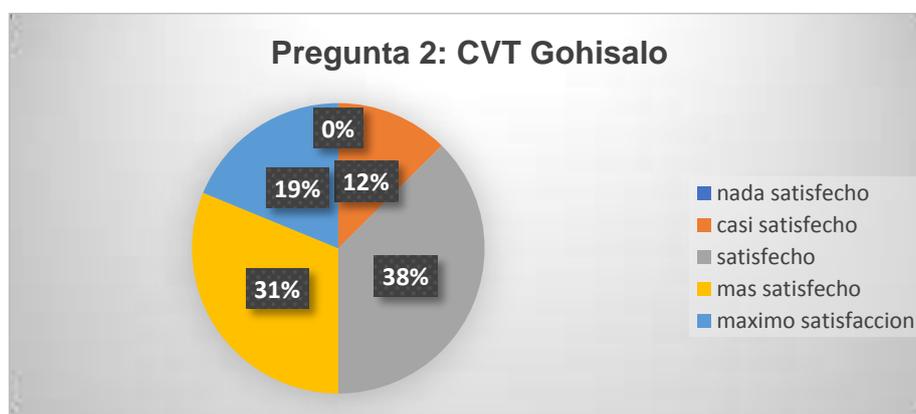


Figura 12. CVT Gohisalo ¿Con respecto al turno de trabajo que tengo asignado me encuentro?

De acuerdo con la pregunta dos y la figura 12; da como resultado que de los 16 encuestados; el 38% se encuentra satisfecho; el 31% se encuentra un poco más que satisfecho; mientras que el 19% tiene un máximo de satisfacción; esto se debe por la baja de puestos de trabajos del sector petrolero.

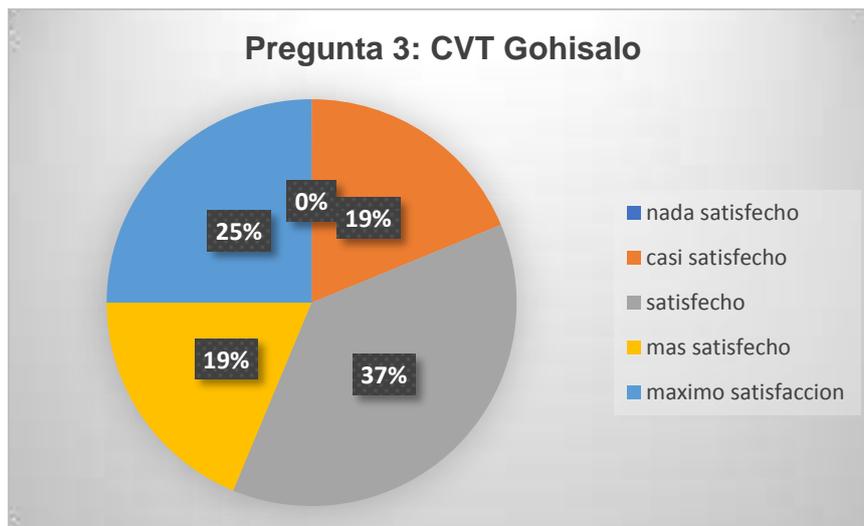


Figura 13. CVT Gohisalo ¿En cuánto a la cantidad de trabajo que realizo, mi grado de satisfacción es?

De los 16 encuestados de la pregunta 3, la figura 13; indica que el 37% de los encuestados esta satisfechos mientras el 25% cuenta con un máximo de satisfacción; empatados con un 19% tenemos más satisfecho y casi satisfecho.

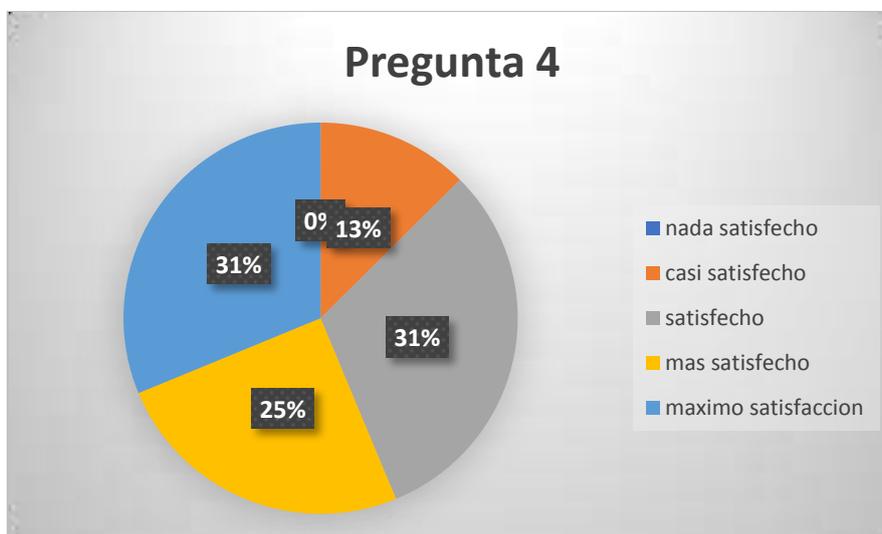


Figura 14. CVT Gohisalo - Este es el nivel de satisfacción que tengo con respecto al proceso que se sigue para supervisar mi trabajo.

De acuerdo con la pregunta 4, la figura 14, muestra que el 31% respectivamente se encuentran en su máximo de satisfacción; y satisfechos; mientras un 25% se encuentra con más satisfacción.

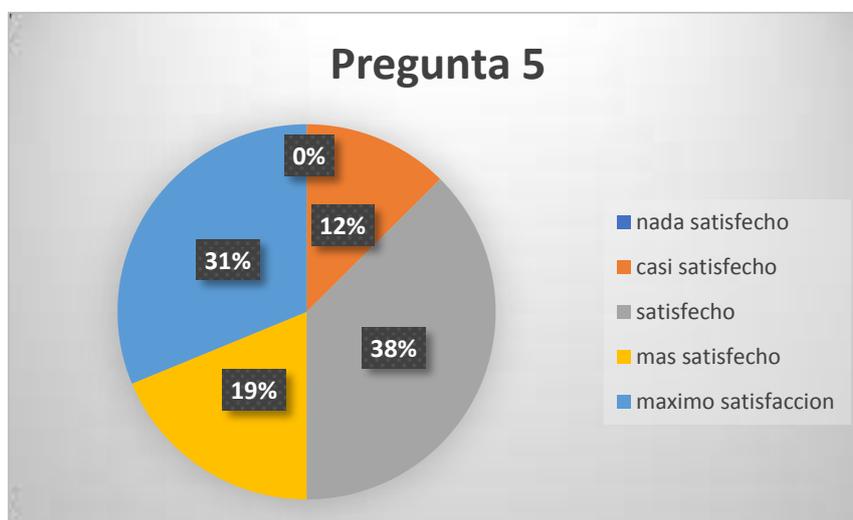


Figura 15. CVT Gohisalo ¿Con relación a las funciones que desempeño en esta institución, mi nivel de satisfacción es?

En cuanto a la pregunta 5, la figura 15, muestra que el 38% de los encuestados se encuentra satisfecho; mientras que el 31% tiene un máximo de satisfacción; y un 19% se ha inclinado más satisfecho.

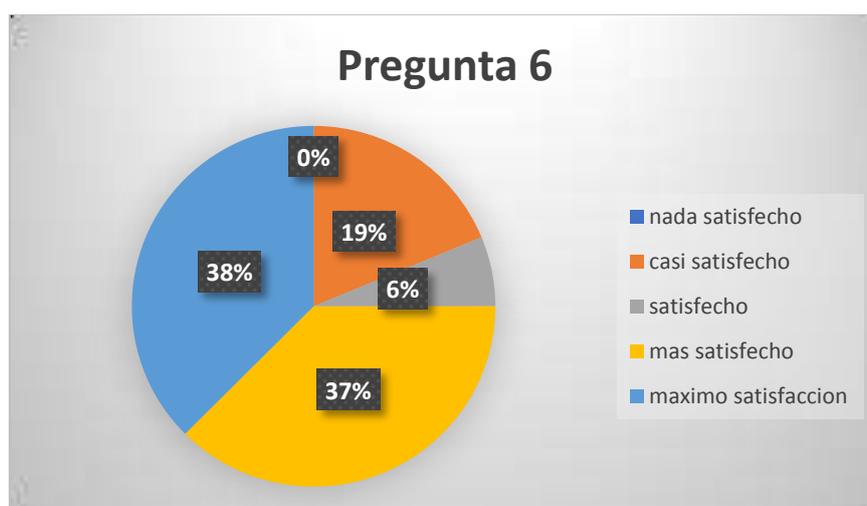


Figura 16. CVT Gohisalo- Grado de satisfacción que siento del trato que tengo con mis compañeros de trabajo.

En cuanto a la pregunta 6, la figura 16, muestra que el 38% de los encuestados tiene un máximo de satisfacción; mientras q el 37% está más satisfecho y el 19% casi satisfecho.

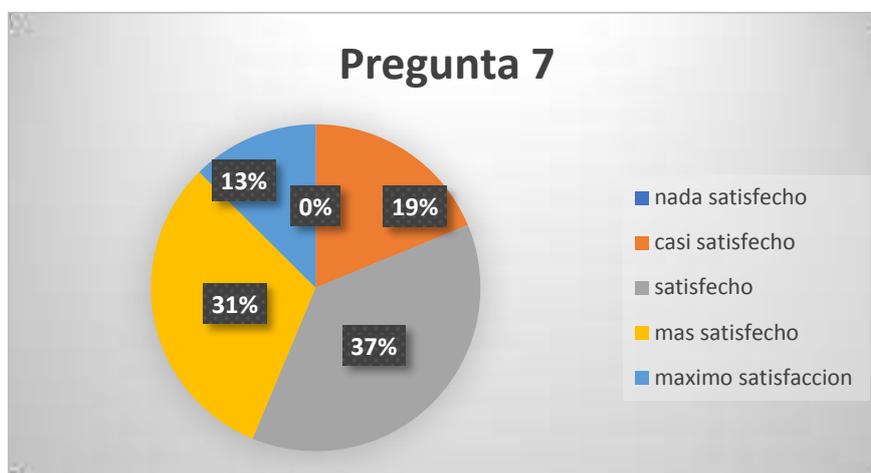


Figura 17. CVT Gohisalo- - Es el grado de satisfacción que tengo con respecto al trato que recibo de mis superiores

De acuerdo a la pregunta 7, la figura 17 muestra que el 37% de los encuestados está satisfecho; mientras que el 31% está más satisfecho, mientras que el 19% está casi satisfecho.

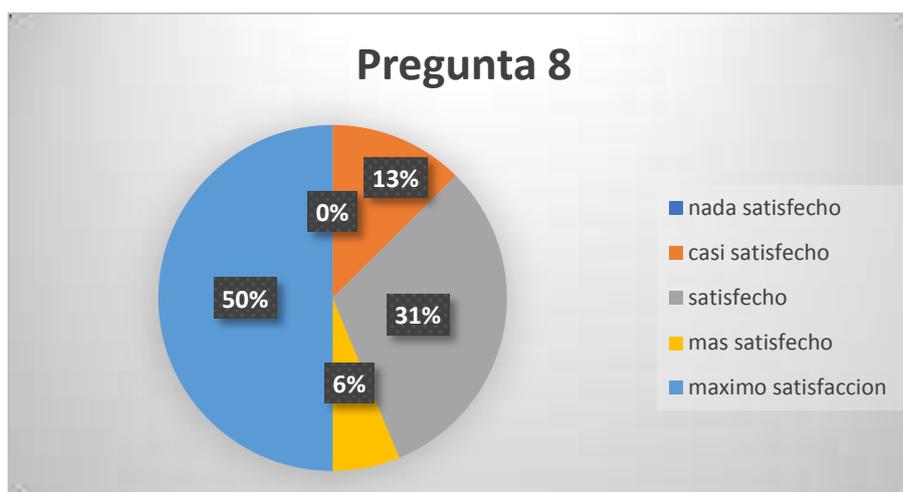


Figura 18. CVT Gohisalo- ¿Mi grado de satisfacción ante mi desempeño como profesional en este trabajo es?

De acuerdo con la pregunta 8, la figura 18 muestra que el 50% se encuentra en un máximo de satisfacción; seguido con el 31% está satisfecho; mientras el 13% se encuentra casi satisfecho.

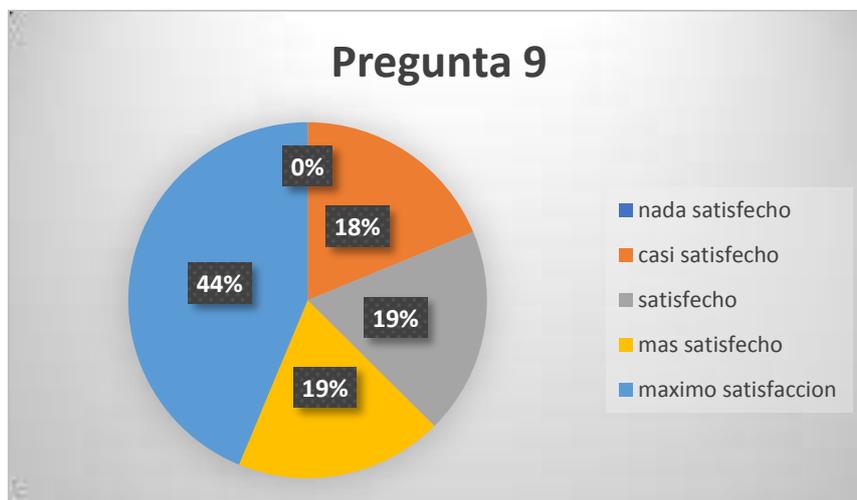


Figura 19. CVT Gohisalo - ¿Qué tanto percibo que mi trabajo es útil para otras personas?

La figura 19, muestra que el 44 % se encuentra en un máximo de satisfacción seguido con un 19 % se encuentra con más satisfacción; en igual porcentaje se encuentran satisfechos.

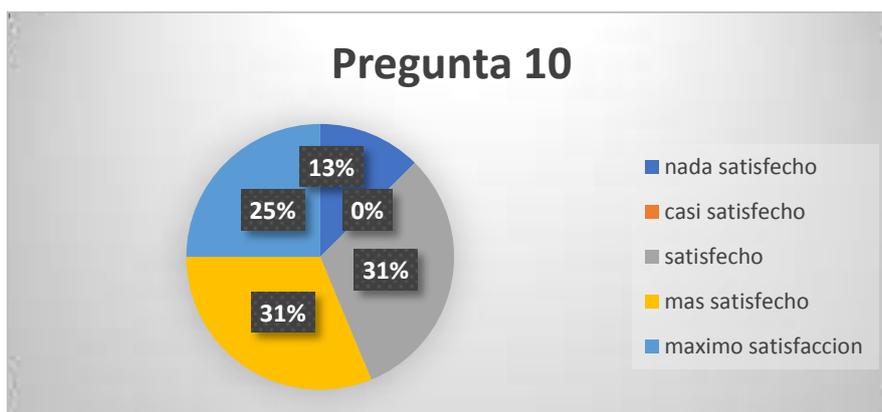


Figura 20. CVT Gohisalo - ¿Considero que tengo libertad para expresar mis opiniones en cuanto al trabajo sin temor a represalias de mis jefes?

La figura 20, muestra que el 31 % se encuentra con más de satisfacción; en igual porcentaje se encuentran satisfechos; seguidos con 25 % de máximo de satisfacción.

3.9. Medición de las condiciones climáticas del trabajo según la percepción de cada trabajador de acuerdo a su puesto de trabajo

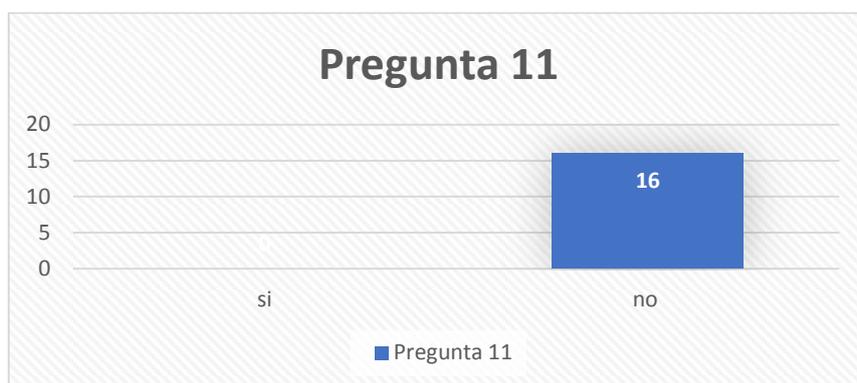


Figura 21. ¿Son las temperaturas de las áreas o puestos de trabajo de la empresa adecuada al tipo de trabajo?

La figura 21, muestra que los 16 encuestados contestaron de forma unánime No a la pregunta 11.

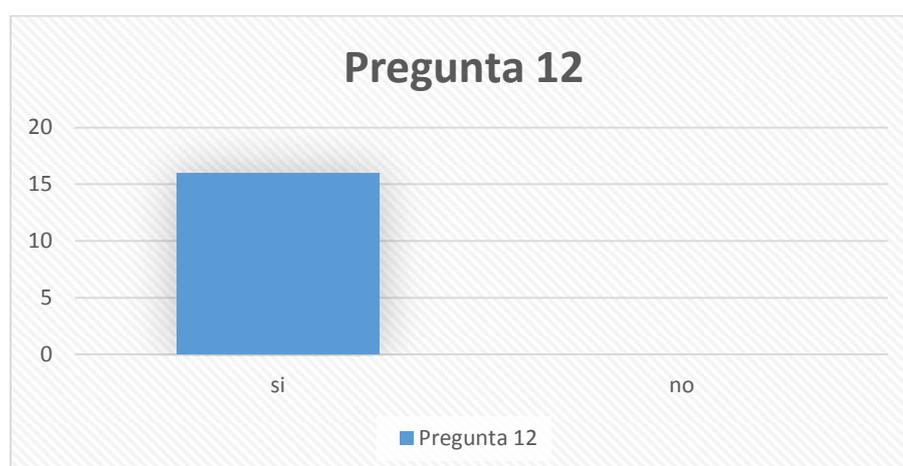


Figura 22. ¿Existen puestos de trabajo con temperaturas muy elevadas?

La figura 22, muestra que los 16 encuestados contestaron si a la pregunta 12.

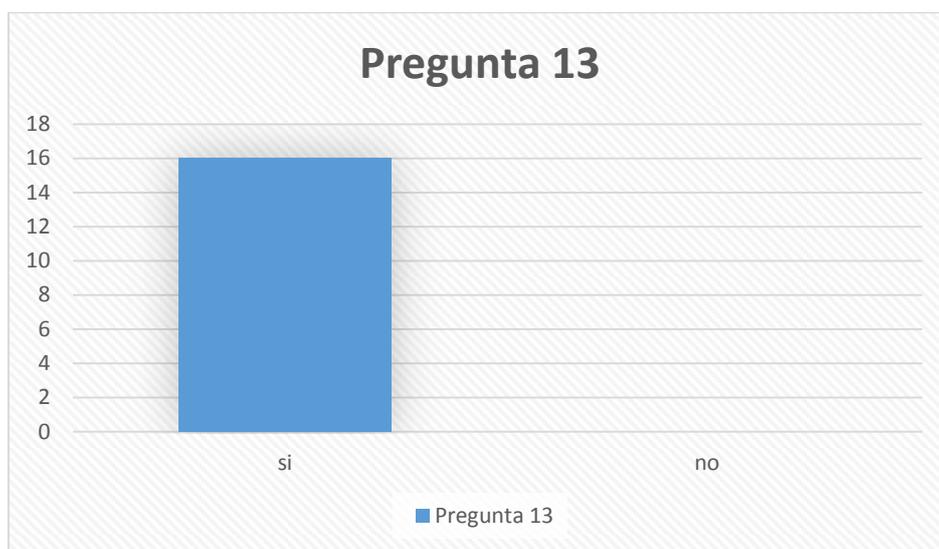


Figura 23. Las condiciones de alta temperatura que producen malestar, sudoración excesiva, cansancio, etc. ¿En su puesto de trabajo?

La figura 23, muestra que los 16 encuestados contestaron Si a la pregunta 13.

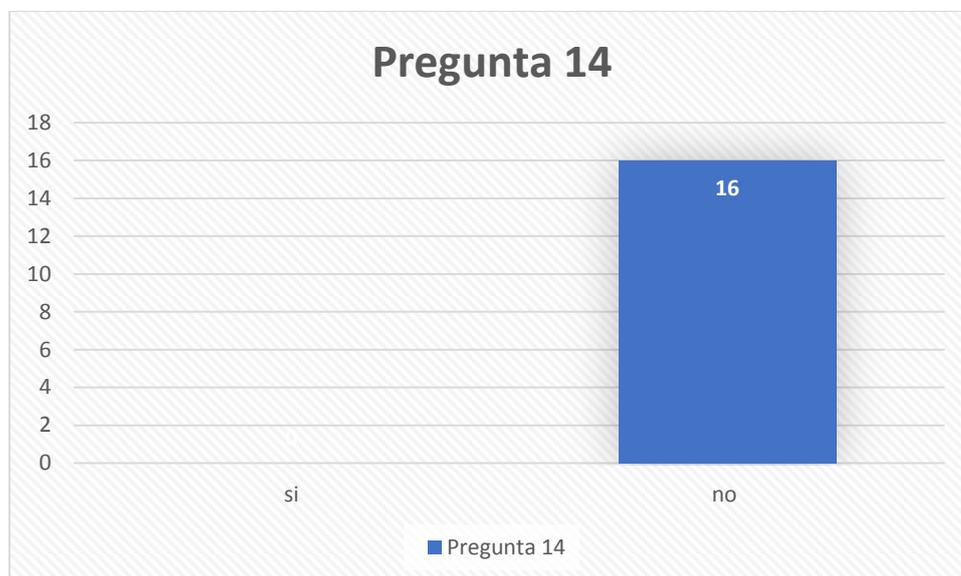


Figura 24. ¿Se han tomado mediciones sobre estrés térmico laboral en su puesto de trabajo?

La figura 24, muestra que los 16 encuestados contestaron No a la pregunta 14.

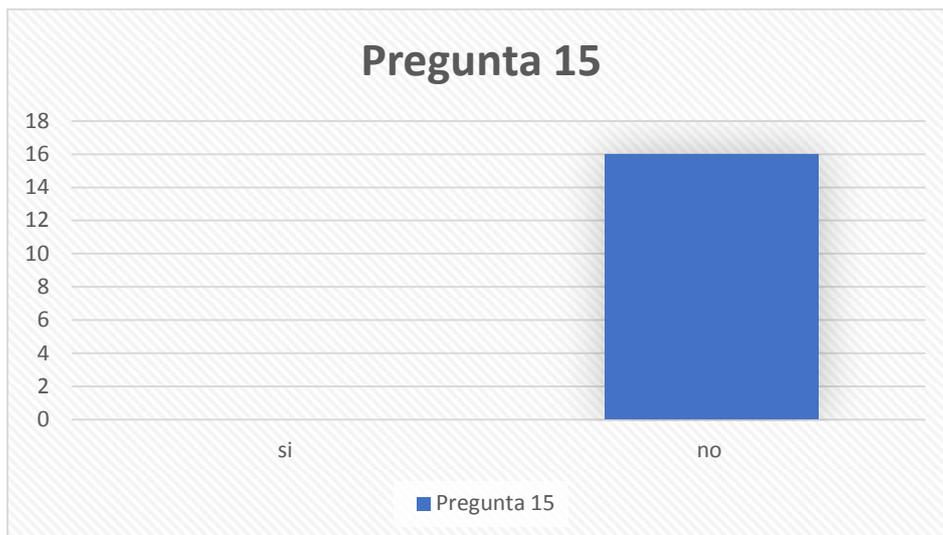


Figura 25. ¿Ha tomado la empresa alguna medida de tipo técnico u organizativo para reducir la alta temperatura en el puesto de trabajo causado por el calor?

La figura 25, muestra que los 16 encuestados contestaron No a la pregunta 15.

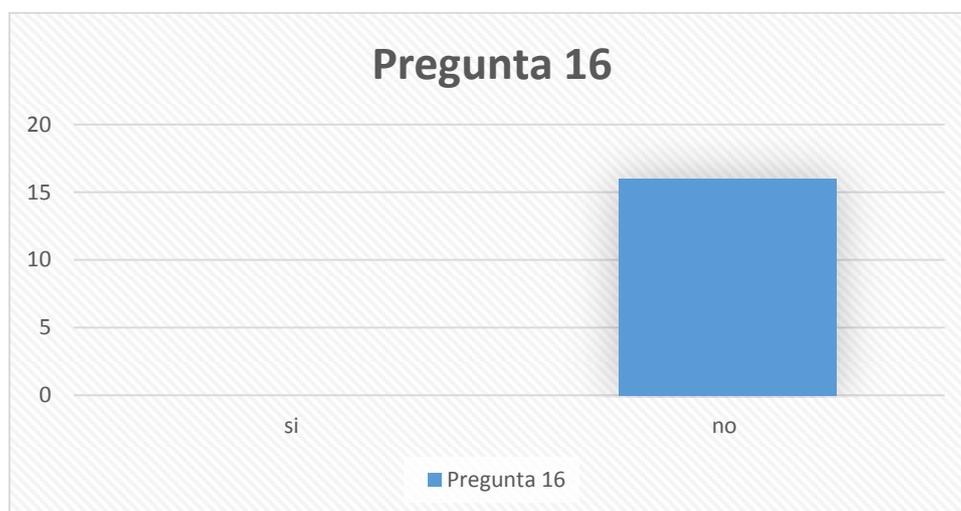


Figura 26. ¿Considera que, en su puesto de trabajo, la temperatura supone un riesgo grave para su salud?

La figura 26, muestra que los 16 encuestados contestaron No a la pregunta 16.

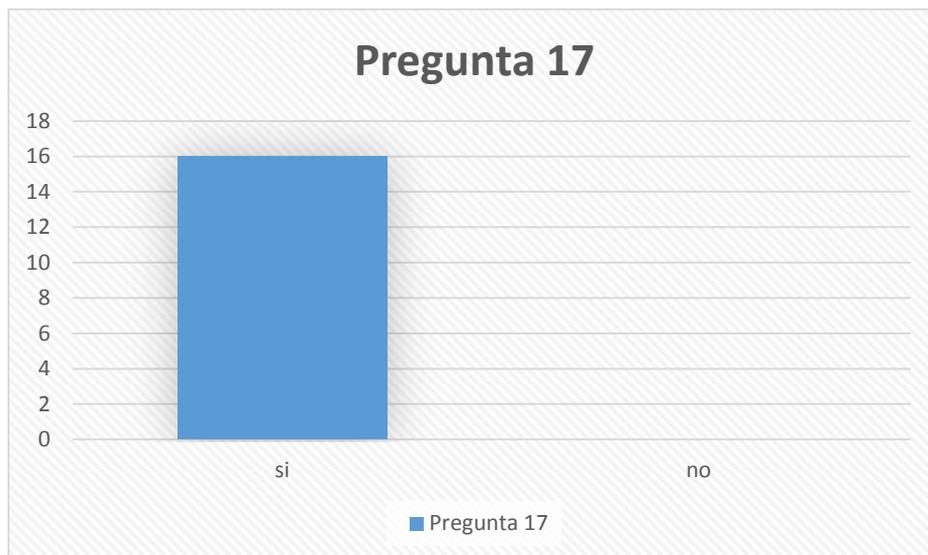


Figura 27. ¿De todos los puestos de trabajo que hay en su empresa (o sección) ¿Hay alguno en particular donde la temperatura sea mucho más alta que en el resto de puestos?

La figura 27, muestra que los 16 encuestados contestaron Si a la pregunta 17.

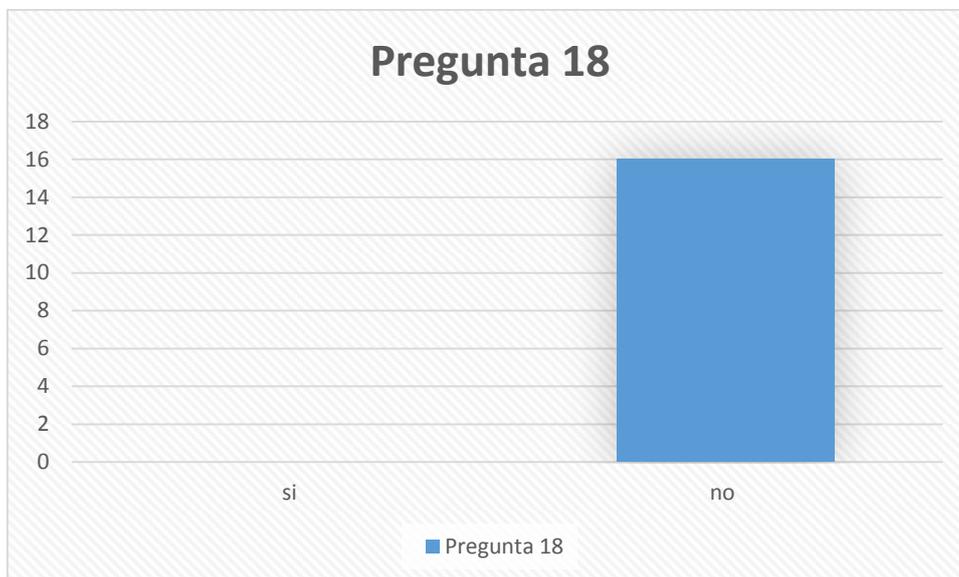


Figura 28. ¿Se ha hecho la evaluación del riesgo de algún puesto de trabajo y se ha visto la necesidad de valorar el estrés térmico?

La figura 28, muestra que los 16 encuestados contestaron No a la pregunta 18.

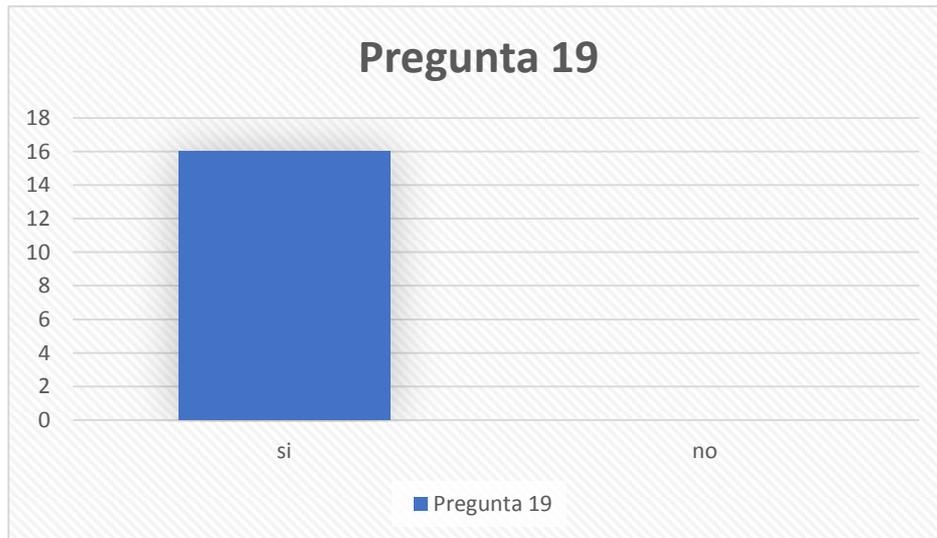


Figura 29. ¿Tiene un disconfort debido a la temperatura?

La figura 29, muestra que los 16 encuestados contestaron Si a la pregunta 19.

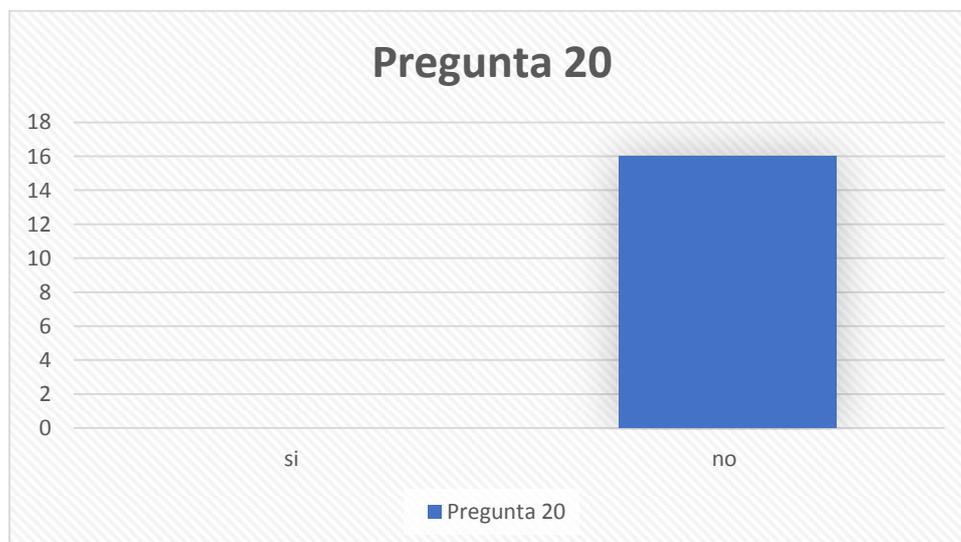


Figura 30. ¿Tiene a su disposición bebidas refrescantes?

La figura 30, muestra que los 16 encuestados contestaron No a la pregunta 20.

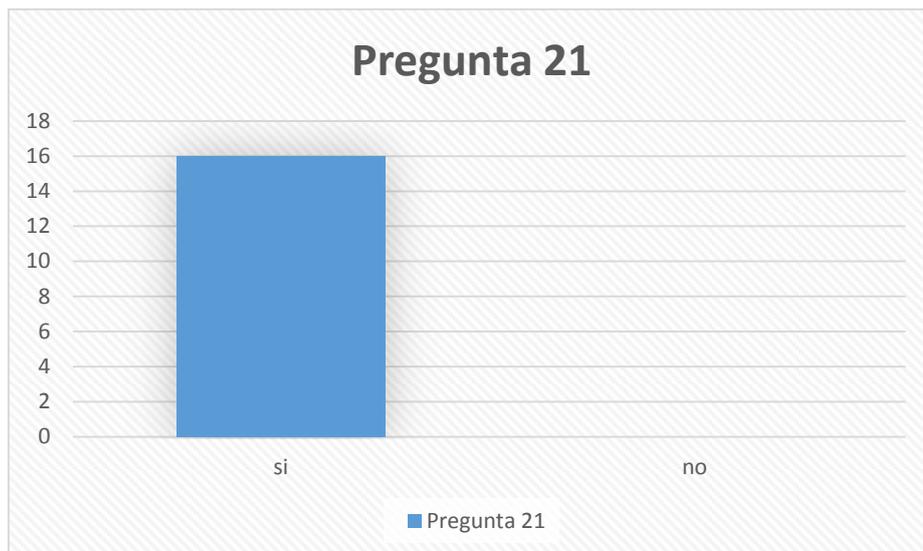


Figura 31. ¿Considera que en algunas ocasiones el estrés térmico influye en su desempeño de trabajo?

La figura 31, muestra que los 16 encuestados contestaron Si a la pregunta 21.

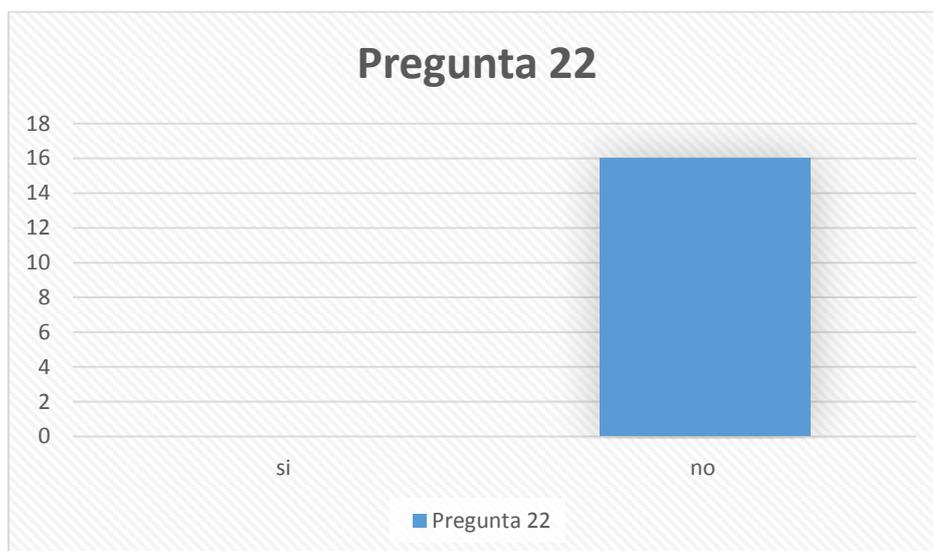


Figura 32. ¿Considera que realizaría mejor su trabajo si le cambiaran de lugar de trabajo?

La figura 32, muestra que los 16 encuestados contestaron No a la pregunta 22.

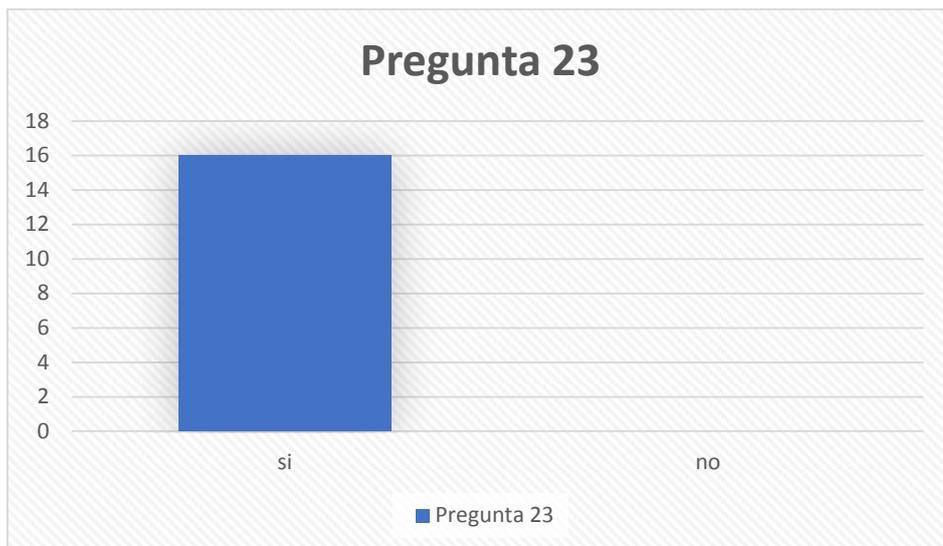


Figura 33. ¿Considera que las altas temperaturas interrumpen sus tareas diarias de trabajo?

La figura 33, muestra que los 16 encuestados contestaron Si a la pregunta 23.

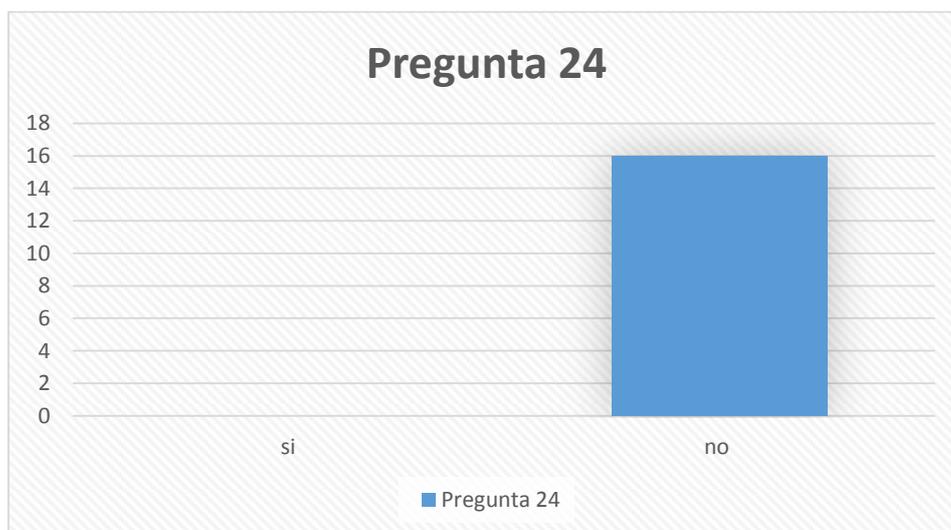


Figura 34. ¿Cree que logra cumplir con las tareas diarias encomendadas por su jefe/pese a la temperatura de su lugar de trabajo?

La figura 34, muestra que todos los encuestados contestaron No a la pregunta 24.

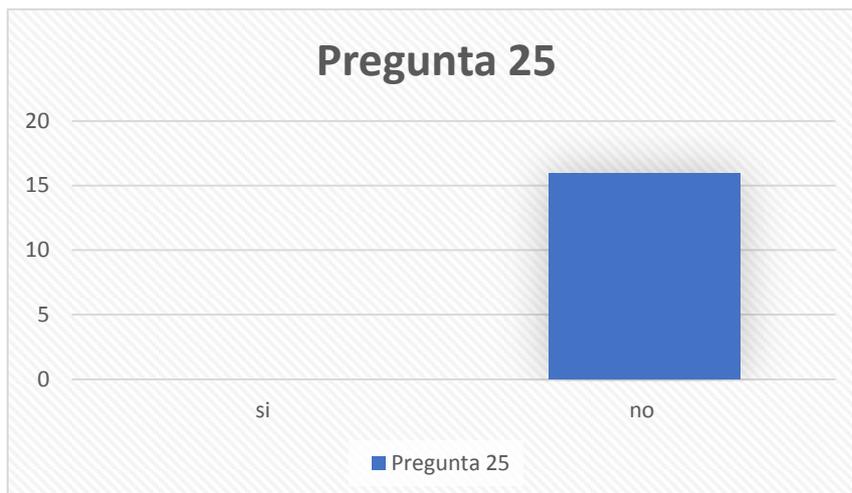


Figura 35. ¿Ha escuchado que alguien de sus compañeros o jefes de trabajo justifica su bajo desempeño laboral o errores en sus funciones debido al estrés térmico por calor?

La figura 35, muestra que todos los encuestados contestaron No a la pregunta 25.

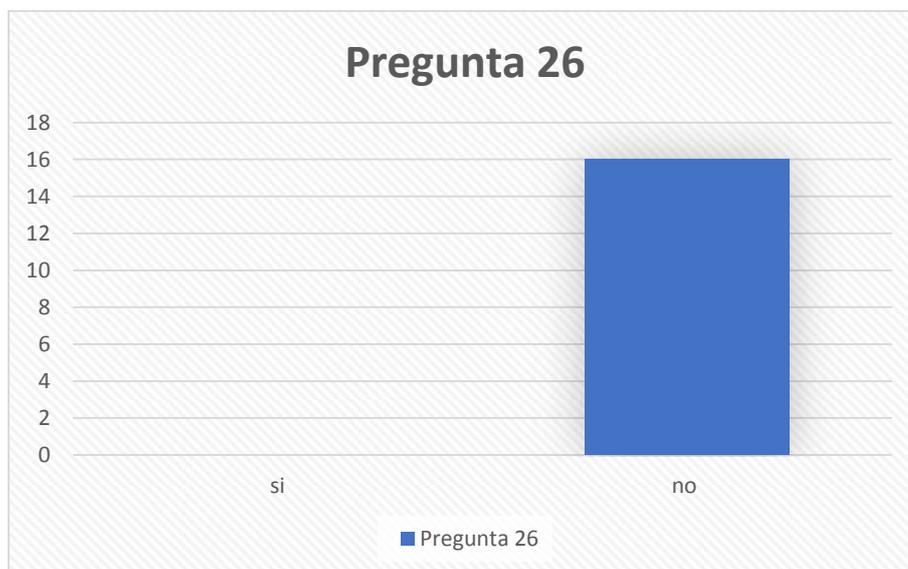


Figura 36. ¿Considera que retrasa su trabajo debido a que tiene que ir varias veces a tomar sombra o aire fresco o alguna bebida?

La figura 36, muestra que todos los encuestados contestaron No a la pregunta 26.

3.10. Medición del estrés térmico mediante el medidor 3M™ questemp° 32

Para la determinación de nivel de riesgos por puesto de trabajo, se realizó el comparativo de los datos obtenidos mediante el medidor 3M™ QUESTEMP° 32, con la siguiente tabla:

Tabla 9.

Índice TGBH

DOSIS WGBT (TGBH)	Nivel de Riesgo
D < al 50%	Riesgo Bajo
50% ≤ D ≤ 100%	Riesgo medio, nivel de acción
100% < D ≤ 200%	Riesgo alto, nivel de control
D > 200%	Riesgo crítico, nivel de control

Tomado de: Congreso Nacional del Ecuador, 1986, Art. 54, literal e, para trabajo continuo durante cada hora.

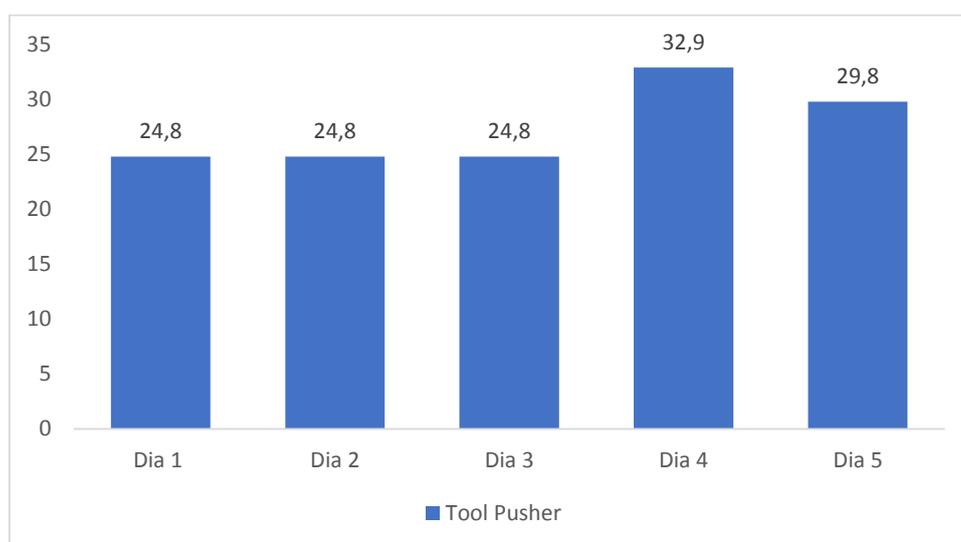


Figura 37. Medición del estrés térmico por puesto de trabajo.

La figura 37, muestra la medición del estrés térmico del puesto de trabajo de Jefe de pozo durante cinco días; el día cuatro y cinco demuestra las mediciones más altas del puesto de trabajo.

Tabla 12.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo Jefe de pozo - día tres.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)											
		LIVIANA				MODERADA				PESADA			
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora			
JEFE DE POZO	Ts (°C)	28,4	23,1	28,7	24,8	TGBH (WGBT) medido (°C)	30,0	24,8	TGBH (WGBT) medido (°C)	24,8	28,7	28,4	23,1
	Tg (°C)					TGBH (WGBT) permitido (°C)	30,0	24,8	TGBH (WGBT) permitido (°C)	24,8	28,7	28,4	23,1
	Dosis (%)					Dosis (%)	83%	83%	Dosis (%)	93%	93%	93%	93%
	Nivel de Riesgo					Nivel de Riesgo	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	Nivel de Riesgo	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO
	TGBH (WGBT) permitido (%)					TGBH (WGBT) permitido (%)	99%	99%	TGBH (WGBT) permitido (%)	99%	99%	99%	99%

El día tres de acuerdo al TGBH medido de 24,8 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio.

Tabla 13.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo jefe de pozo - día cuatro.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)											
		LIVIANA					MODERADA					PESADA	
		Inferior a 200 Kcal/hora					200 a 350 Kcal/hora					Mayor a 350 Kcal/hora	
		TGBH		TGBH		TGBH		TGBH		TGBH		TGBH	
DE	Th	30,0	36,0	32,9	30,0	110%	RIESGO ALTO	26,7	123%	RIESGO ALTO	25,0	132%	RIESGO ALTO
POZO	Ts	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(°C)	(%)	(°C)	(%)	(°C)	(%)	(°C)
	Tg	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)
	Tg	medido	permitido	medido	permitido	medido	permitido	medido	permitido	medido	permitido	medido	permitido
	Tg	Nivel de	Riesgo	Nivel de	Riesgo	Nivel de	Riesgo	Nivel de	Riesgo	Nivel de	Riesgo	Nivel de	Riesgo

El día uno de acuerdo al TGBH medido de 32,9 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 14.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo jefe de pozo - día cinco.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)											
		LIVIANA				MODERADA				PESADA			
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora			
JEFE	Ts (°C)	Th (°C)	Tg (°C)	TGBH (WGBT)	Dosis (%)	Nivel de	TGBH (WGBT)	Dosis (%)	Nivel de	TGBH (WGBT)	Dosis (%)	Nivel de	Riesgo
POZO				medido (°C)	permitido (°C)	Riesgo	permitido (°C)	permitido (°C)	Riesgo	permitido (°C)	permitido (°C)	Riesgo	permitido (°C)
	29,6	31,0	28,6	29,8	30,0	99%	RIESGO ALTO	26,7	112%	RIESGO ALTO	25,0	119%	RIESGO ALTO

El día cinco de acuerdo al TGBH medido de 29,8 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.



Figura 38. Equipo para medición del estrés térmico.



Figura 39. Medición del estrés térmico al puesto de jefe de pozo.

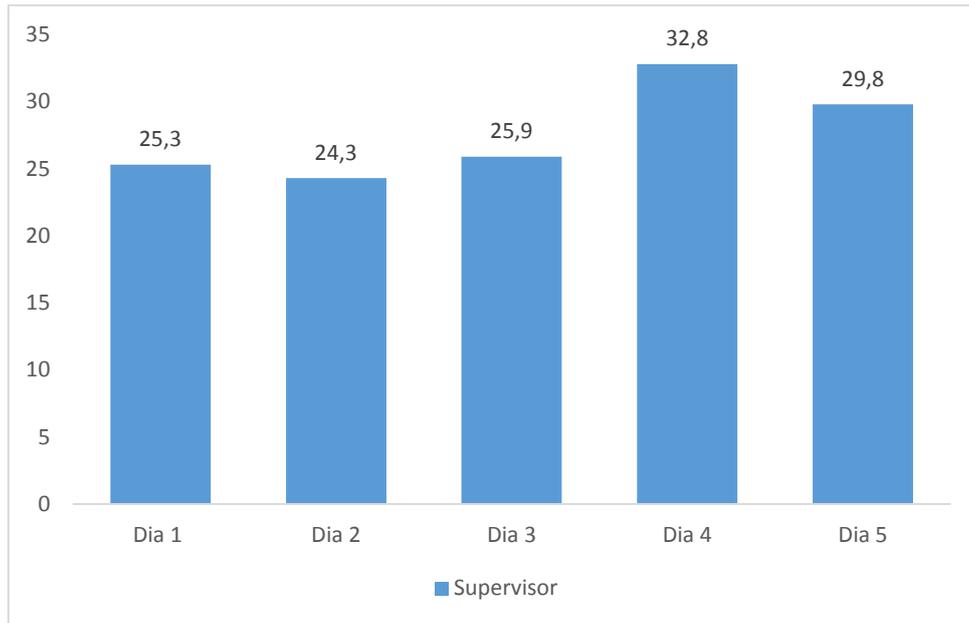


Figura 40. Medición del estrés térmico por puesto de trabajo.

La figura 40, muestra la medición del índice medido de TBGH este ayudara para determinar a qué estrés térmico está sometido el puesto de trabajo de supervisor de taladro durante cinco días; el día cuatro y cinco demuestran los días con mayor índice TGBH.

Tabla 15.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo supervisor de taladro - día uno.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)														
		LIVIANA				MODERADA				PESADA						
		Inferior a 200 Kcal/hora			200 a 350 Kcal/hora			Mayor a 350 Kcal/hora								
SUPERVISOR DE TALADRO	Ts (°C)	Th (°C)	Tg (°C)	TGBH (WGBT)	Nivel de Riesgo	Dosis (%)	TGBH (WGBT)	Nivel de Riesgo	Dosis (%)	TGBH (WGBT)	Nivel de Riesgo	Dosis (%)	TGBH (WGBT)	Nivel de Riesgo		
			29,0	23,8	29,2	25,3	30,0	84%	25,3	30,0	84%	26,7	95%	26,7	95%	25,0

El día uno de acuerdo al TGBH medido de 25,3 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 17.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo supervisor de taladro - día tres.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)												
		LIVIANA				MODERADA				PESADA				
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora				
		TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH
SUPERVISOR DE TALADRO	Ts (°C)	Tg (°C)	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
	29, 6	24, 2	29, 8	25,9	30,0	86%	RIESGO MEDIO	26,7	97%	RIESGO ALTO	25,0	104 %	RIESGO ALTO	

El día tres de acuerdo al TGBH medido de 25,9 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 18.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo Supervisor de taladro - día cuatro.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)													
		LIVIANA				MODERADA				PESADA					
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora					
SUPERVISOR DE TALADRO	Ts (°C)	Th (°C)	Tg (°C)	TGBH (WGBT) medido (°C)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	
		31, 0	25, 0	32, 1	32,8	30,0	ALTO	109	ALTO	26,7	ALTO	123	ALTO	25,0	131

El día cuatro de acuerdo al TGBH medido de 32,8 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 19.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo Supervisor de taladro - día cinco.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)											
		LIVIANA				MODERADA				PESADA			
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora			
		TGBH		TGBH		TGBH		TGBH		TGBH		TGBH	
SUPERVISOR DE TALADRO	Ts (°C)	Th (°C)	Tg (°C)	Dosis permitido (%)	Nivel de (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo						
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
	29,8	26,2	39,5	29,8	30,0	99%	RIESGO MEDIO	26,7	112%	RIESGO MEDIO	25,0	119%	RIESGO MEDIO

El día cinco de acuerdo al TGBH medido de 29,8 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio.



Figura 41. Medición del Estrés térmico al puesto supervisor de taladro.

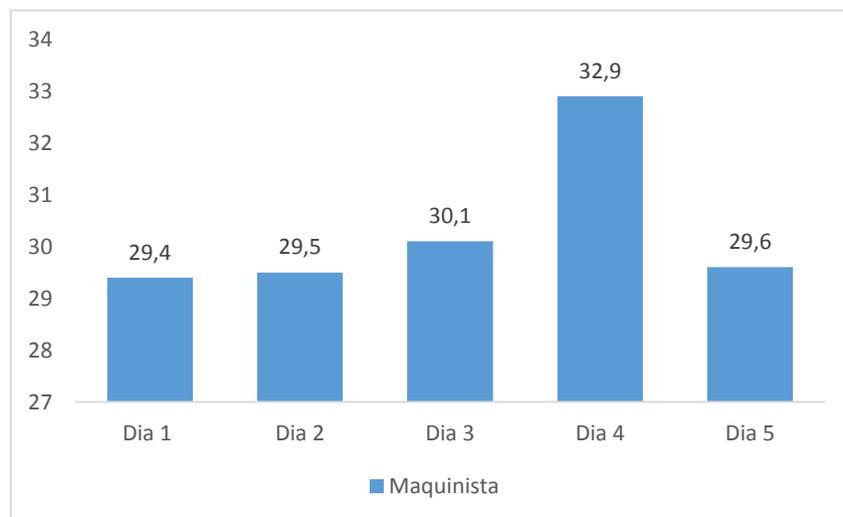


Figura 42. Medición del estrés térmico por puesto de trabajo.

La figura 42 muestra la medición del estrés térmico del puesto de trabajo de maquinista durante cinco días; el día tres y cuatro demuestran los días con mayor índice TGBH.

Tabla 20.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo maquinista - día uno.

TIPO DE ACTIVIDAD (*)												
LIVIANA				MODERADA				PESADA				
Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora				
Ts	Th	Tg	TGBH (WGBT) medido (°C)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo
33	25,9	41,1	29,5	30	98%	RIESGO MEDIO	26,7	110%	RIESGO MEDIO	25	118%	RIESGO MEDIO
			(°C)	(°C)			(°C)			(°C)		

El día uno de acuerdo al TGBH medido de 29,4 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio.

Tabla 21.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo maquinista - día dos.

TIPO DE ACTIVIDAD (*)														
LIVIANA				MODERADA				PESADA						
Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora						
Ts	Th	Tg	TGBH (WGBT) medido (°C)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de riesgo	TGBH (WGBT)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de riesgo	TGBH (WGBT)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de riesgo
33	26,7	41,9	29,4	30	98%	RIESGO MEDIO	26,7	26,7	110%	RIESGO MEDIO	25	25	118%	RIESGO MEDIO
			(°C)	(°C)			(°C)	(°C)			(°C)	(°C)		

El día dos de acuerdo al TGBH medido de 29,4 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio.

Tabla 22.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo maquinista - día tres.

TIPO DE ACTIVIDAD (*)												
LIVIANA				MODERADA				PESADA				
Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora				
Ts	Th	Tg	TGBH (WGBT) medido (°C)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo
33	26,1	41,4	30,1	30	100%	RIESGO MEDIO	26,7	113%	RIESGO ALTO	25	120%	RIESGO ALTO

El día tres de acuerdo al TGBH medido de 30,1 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 23.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo maquinista - día cuatro.

TIPO DE ACTIVIDAD (*)															
				LIVIANA				MODERADA				PESADA			
				Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora			
Ts	Th	Tg	TGBH (WGBT) medido (°C)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de riesgo	TGBH (WGBT)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de riesgo	TGBH (WGBT)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de riesgo	
34	28,9	37,2	32,9	30	110%	ALTO	26,7	26,7	123%	ALTO	25	25	132%	ALTO	
				RIESGO ALTO				RIESGO ALTO				RIESGO ALTO			

El día cuatro de acuerdo al TGBH medido de 32,9 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio.

Tabla 24.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo maquinista - día cinco.

TIPO DE ACTIVIDAD (*)												
LIVIANA				MODERADA				PESADA				
Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora				
Ts	Th	Tg	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de riesgo	
(°C)	(°C)	(°C)	medido	(%)	Riesgo	medido	(%)	Riesgo	medido	(%)	Riesgo	
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	
31	27,6	33,5	29,6	30	99%	RIESGO MEDIO	26,7	111%	RIESGO ALTO	25	118%	RIESGO ALTO

El día cinco de acuerdo al TGBH medido de 29,6 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.



Figura 43. Medición del Estrés térmico al puesto de Maquinista.
Tomado de: Triboilgas 2017.

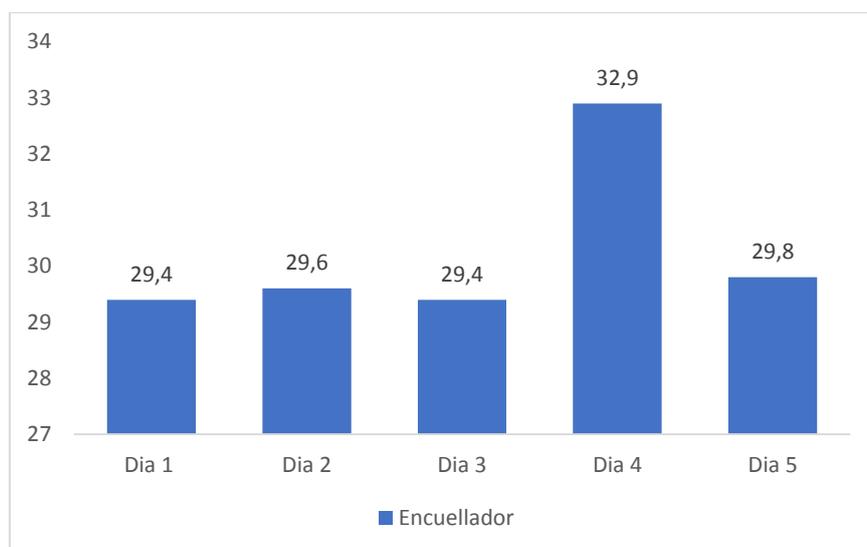


Figura 44. Medición del estrés térmico por puesto de trabajo - encuellador

La figura 44, muestra la medición del estrés térmico del puesto de trabajo de encuellador durante cinco días; el día cuatro y cinco demuestran los días con mayor índice TGBH.

Tabla 25.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo encuellador - día uno.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)												
		LIVIANA				MODERADA				PESADA				
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora				
Ts	Th	Tg	TGBH (WGBT)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo
ENCUELLADOR														
(°C)	(°C)	(°C)	medido	permitido	(%)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
34	26,3	37,3	29,4	30	98%	RIESGO MEDIO	26,7	110%	RIESGO ALTO	25	118%	RIESGO ALTO		

El día uno de acuerdo al TGBH medido de 29,4 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 26.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo encuellador - día dos.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)												
		LIVIANA					MODERADA					PESADA		
		Inferior a 200 Kcal/hora					200 a 350 Kcal/hora					Mayor a 350 Kcal/hora		
Ts	Th	Tg	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
35	26,7	37,6	29,6	29,6	30	30	99%	RIESGO MEDIO	26,7	111%	RIESGO ALTO	25	118%	RIESGO ALTO

El día dos de acuerdo al TGBH medido de 29,6 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 27.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo encuellador - día tres.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)												
		LIVIANA				MODERADA				PESADA				
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora				
Ts	Th	Tg	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Dosis permitido (%)	Nivel de Riesgo
ENCUELLADOR														
(°C)	(°C)	(°C)	medido (°C)											
34	26,4	37,9	29,4	29,4	30	30	98%	RIESGO ALTO	26,7	110%	RIESGO ALTO	25	118%	RIESGO ALTO

El día tres de acuerdo al TGBH medido de 29,4 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 28.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo encuellador - día cuatro.

TIPO DE ACTIVIDAD (*)											
LIVIANA				MODERADA				PESADA			
Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora			
Ts	Th	Tg	TGBH (WGBT)	TGBH (WGBT)	TGBH (WGBT)	TGBH (WGBT)	TGBH (WGBT)	TGBH (WGBT)	TGBH (WGBT)	Dosis de Riesgo	Nivel de Riesgo
(°C)	(°C)	(°C)	medido	permitido (%)	permitido (%)	permitido (%)	permitido (%)	permitido (%)	permitido (%)	(%)	(%)
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
37,8	29,4	40,2	32,9	30	110%	RIESGO ALTO	26,7	123%	25	132%	RIESGO ALTO

El día cuatro de acuerdo al TGBH medido de 32,9 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 29.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo encuellador día cinco.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)						
		LIVIANA			MODERADA			PESADA
		Inferior a 200 Kcal/hora			200 a 350 Kcal/hora			Mayor a 350 Kcal/hora
		TGBH	Tg	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	
		(WGBT)	(°C)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	
		medido		permitido	permitido	permitido	permitido	
		(°C)	(°C)	(%)	(%)	(%)	(%)	
		(°C)		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	
				Nivel de Riesgo	Nivel de Riesgo	Nivel de Riesgo	Nivel de Riesgo	
ENCUELLADOR								
		36,8	32,8	27,8	29,8	30	99%	RIESGO MEDIO
					26,7	112%	112%	RIESGO ALTO
					25	119%	119%	RIESGO ALTO

El día cinco de acuerdo al TGBH medido de 29,8 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.



Figura 45. Medición del Estrés térmico al puesto de Encuellador.
Tomado de: Triboilgas 2017.

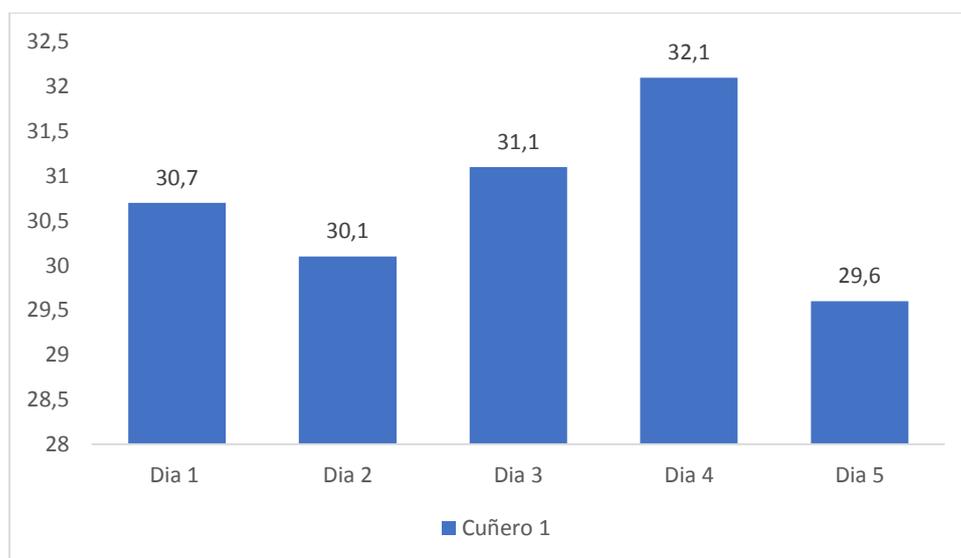


Figura 46. Medición del estrés térmico por puesto de trabajo – cuñero

La figura 46, muestra la medición del estrés térmico del puesto de trabajo de cuñero uno, durante cinco días; el día tres y cuatro demuestran los días con mayor índice TGBH.

Tabla 30.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo *cuñero uno - día uno*.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)											
		LIVIANA			MODERADA			PESADA					
		Inferior a 200 Kcal/hora			200 a 350 Kcal/hora			Mayor a 350 Kcal/hora					
CUÑERO UNO	Ts (°C)	33,5	26,5	42,7	30,7	30,0	30,0	30,7	30,0	102%	Nivel de Riesgo ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO
	Th (°C)												
	Tg (°C)												
	TGBH (WGBT) medido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)												
	Dosis (%)												
	Nivel de Riesgo												
	TGBH (WGBT) permitido (°C)		</										

Tabla 31.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero uno - día dos.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)																
		LIVIANA				MODERADA				PESADA								
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora								
		TGBH	Tg	Th	Ts	TGBH	Tg	Th	Ts	TGBH	Tg	Th	Ts	TGBH	Tg	Th	Ts	
		(WGBT)	(°C)	(°C)	(°C)	(WGBT)	(°C)	(°C)	(°C)	(WGBT)	(°C)	(°C)	(°C)	(WGBT)	(°C)	(°C)	(°C)	
		medido	medido	medido	medido	permitido	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	permitido	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	permitido	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	Dosis (%)	
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
		RIESGO MEDIO				RIESGO ALTO				RIESGO ALTO								
CUÑERO UNO		34,0	27,1	42,4	30,1	30,0	100%	RIESGO MEDIO	26,7	113%	RIESGO ALTO	25,0	120%	RIESGO ALTO				

El día dos de acuerdo al TGBH medido de 30,1 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 32.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero uno - día tres.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)												
		LIVIANA				MODERADA				PESADA				
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora				
		TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH
		(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)
		medido	medido	medido	medido	medido	medido	medido	medido	medido	medido	medido	medido	medido
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
		Dosis	Dosis	Dosis	Dosis	Dosis	Dosis	Dosis	Dosis	Dosis	Dosis	Dosis	Dosis	Dosis
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
		Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel
		de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de
		Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
CUÑERO UNO	Ts (°C)	34,2	27,3	41,7	31,1	30,0	104%	RIESGO ALTO	26,7	116%	RIESGO ALTO	25,0	124%	RIESGO ALTO
	Tg (°C)													
	Th (°C)													
	Tg (°C)													

El día tres de acuerdo al TGBH medido de 31,1 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 33.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero uno - día cuatro.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)								
		LIVIANA			MODERADA			PESADA		
		Inferior a 200 Kcal/hora		200 a 350 Kcal/hora		Mayor a 350 Kcal/hora				
		TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH			
		(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)			
		permitido	permitido	permitido	permitido	permitido	permitido			
		o	o	o	o	o	o			
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)			
CUÑERO	Ts (°C)	35,7	28,9	43,6	32,1	30,0	107	RIESGO	128	RIESGO
	Th (°C)						%	ALTO	%	ALTO
UNO	Tg (°C)							120%		
	TGBH medido (°C)							26,7	25,0	25,0
								RIESGO		RIESGO
								ALTO		ALTO

El día cuatro de acuerdo al TGBH medido de 32,1 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.



Figura 47. Medición del Estrés térmico al puesto de cuñero uno.

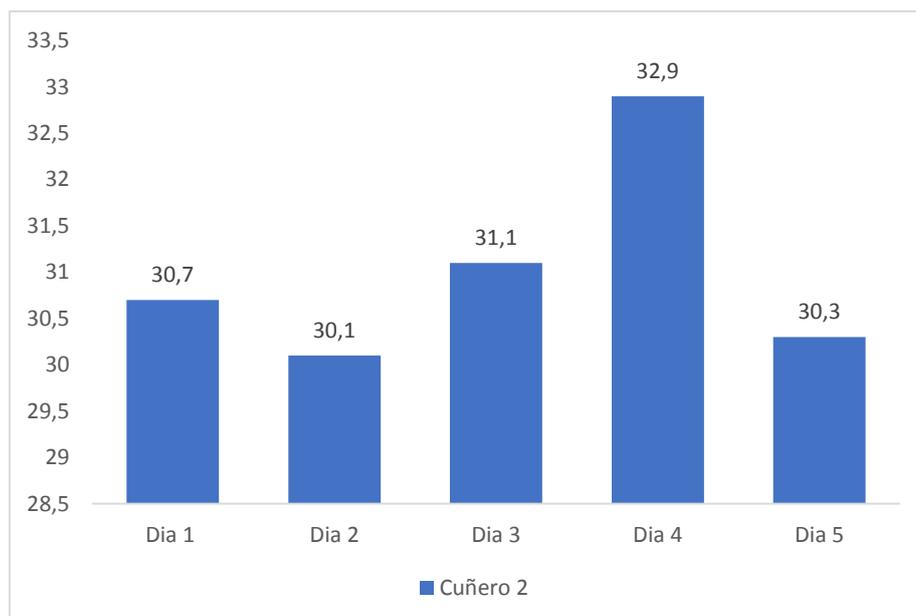


Figura 48. Medición del estrés térmico por puesto de trabajo – cuñero

La figura 48, muestra la medición del estrés térmico del puesto de trabajo de cuñero dos durante cinco días; el día tres y cuatro demuestran los días con mayor índice TGBH.

Tabla 35.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero dos - día uno.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)											
		LIVIANA					MODERADA					PESADA	
		Inferior a 200 Kcal/hora					200 a 350 Kcal/hora					Mayor a 350 Kcal/hora	
		TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH
Ts	Th	Tg	(°C)	(°C)	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de
CUÑERO	(°C)	(°C)	(°C)	medido	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo
DOS	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
	33,5	26,5	42,7	30,7	30	102%	RIESGO	26,7	115%	RIESGO	25	123%	RIESGO
							ALTO			ALTO			ALTO

El día uno de acuerdo al TGBH medido de 30,7 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 37.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo cuñero dos - día tres.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)										
		LIVIANA			MODERADA			PESADA				
		Inferior a 200 Kcal/hora			200 a 350 Kcal/hora			Mayor a 350 Kcal/hora				
		TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH				
Ts	Th	Tg	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de	
CUÑERO	(°C)	(°C)	medido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	
DOS	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	
28,4	23,2	28,6	31,1	30	104%	RIESGO ALTO	26,7	116%	RIESGO ALTO	25	124%	RIESGO ALTO

El día uno de acuerdo al TGBH medido de 31,1 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio.



Figura 49. Medición del Estrés térmico al puesto de Cuñero dos.

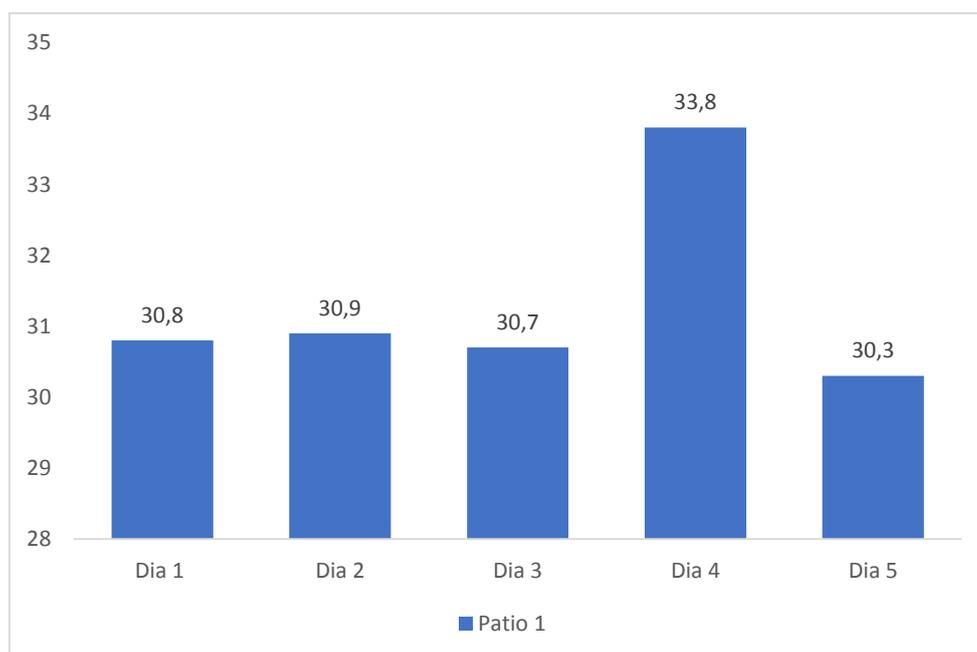


Figura 50. Medición del estrés térmico por puesto de trabajo – obrero de patio

La figura 50, muestra la medición del estrés térmico del puesto de trabajo de Obrero de patio uno durante cinco días; el día tres y cuatro demuestran los días con mayor índice TGBH.

Tabla 40.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio uno - día uno.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)													
		LIVIANA						MODERADA						PESADA	
		Inferior a 200 Kcal/hora						200 a 350 Kcal/hora						Mayor a 350 Kcal/hora	
		TGBH			TGBH			TGBH			TGBH			TGBH	
TS	Th	Tg	(°C)	(WGBT)	Dosis (%)	Nivel de	(WGBT)	Dosis (%)	Nivel de	(WGBT)	Dosis (%)	Nivel de	(WGBT)	Dosis (%)	Nivel de
PATIO	(°C)	(°C)	(°C)	medido	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)
UNO	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
	35,6	27	39,5	30,8	30	103%	RIESGO ALTO	26,7	115%	RIESGO ALTO	25	123%	RIESGO ALTO		

El día uno de acuerdo al TGBH medido de 30,8 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 41.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio uno - día dos.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)																							
		LIVIANA						MODERADA						PESADA											
		Inferior a 200 Kcal/hora						200 a 350 Kcal/hora						Mayor a 350 Kcal/hora											
		TGBH	Tg	Th	Ts	TGBH (WGBT) medido (°C)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Tg	Th	Ts	TGBH (WGBT) medido (°C)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT)	Tg	Th	Ts	TGBH (WGBT) medido (°C)	TGBH (WGBT) permitido (%)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo
PATIO UNO		35,3	27,2	39,5	30,9	30,0	103%		RIESGO ALTO	26,7	30,0	39,5	30,9	26,7	116%		RIESGO ALTO	25,0	30,0	39,5	30,9	25,0	124%		RIESGO ALTO

El día dos de acuerdo al TGBH medido de 30,0 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 42.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio uno - día tres.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)													
		LIVIANA						MODERADA						PESADA	
		Inferior a 200 Kcal/hora						200 a 350 Kcal/hora						Mayor a 350 Kcal/hora	
		TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH
Ts	Th	Tg	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de	
(°C)	(°C)	(°C)	medido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	
UNO	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	
35,1	27,2	39,3	30,7	30	102%	RIESGO	ALTO	26,7	115%	RIESGO	ALTO	25	123%	RIESGO	ALTO

El día tres de acuerdo al TGBH medido de 30,7 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 43.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio uno - día cuatro.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)											
		LIVIANA				MODERADA				PESADA			
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora			
		TGBH (WGBT) medido (°C)	Tg (°C)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT) permitido (°C)	Tg (°C)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo	TGBH (WGBT) permitido (°C)	Tg (°C)	Dosis (%)	Nivel de Riesgo
PATIO UNO		31,8	27,9	30,3	30,0	101 %	RIESGO ALTO	26,7	113 %	RIESGO ALTO	25,0	121 %	RIESGO ALTO

El día cuatro de acuerdo al TGBH medido de 30,3 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 44.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio uno - día cinco.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)														
		LIVIANA					MODERADA					PESADA				
		Inferior a 200 Kcal/hora					200 a 350 Kcal/hora					Mayor a 350 Kcal/hora				
		TGBH		TGBH			TGBH		TGBH			TGBH				
TS	Th	Tg	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de		
(°C)	(°C)	(°C)	medido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo		
UNO	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)		
	32,9	30	42,1	33,8	30	113%	RIESGO	ALTO	26,7	127%	RIESGO	ALTO	25	135%	RIESGO	ALTO

El día cinco de acuerdo al TGBH medido de 30,3 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.



Figura 51. Medición del Estrés térmico al puesto del obrero de patio uno.

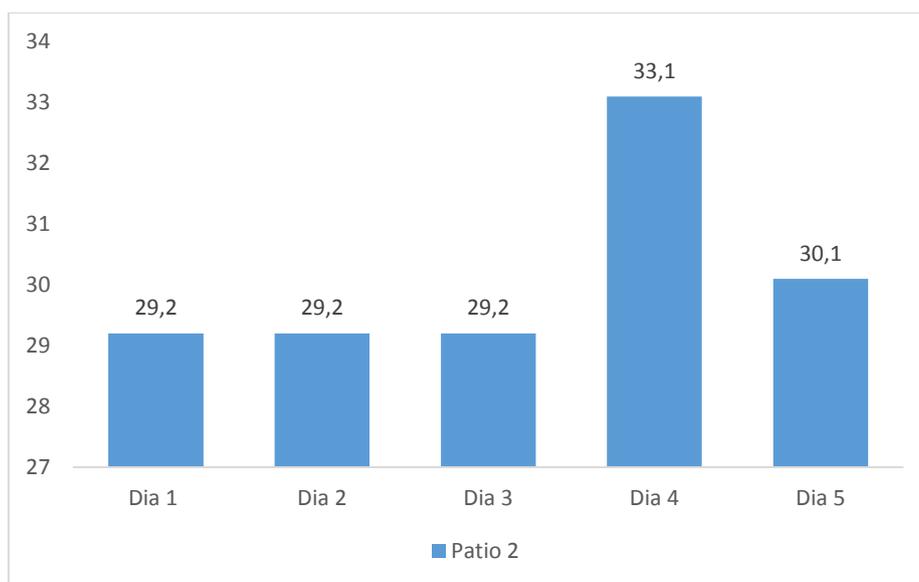


Figura 52. Medición del estrés térmico por puesto de trabajo – obrero de patio.

La figura 52, muestra la medición del estrés térmico del puesto de trabajo de Obrero de patio dos durante cinco días; el día cuatro y cinco demuestran los días con mayor índice TGBH.

Tabla 45.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio dos - días uno.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)												
		LIVIANA			MODERADA			PESADA						
		Inferior a 200 Kcal/hora			200 a 350 Kcal/hora			Mayor a 350 Kcal/hora						
		TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH					
		(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)					
		medido	permitido	Dosis	Nivel	Dosis	Nivel	Dosis	Nivel					
		(°C)	(°C)	(%)	de	(%)	de	(%)	de					
					Riesgo		Riesgo		Riesgo					
					(°C)		(°C)		(°C)					
PATIO	Ts (°C)	33,9	26,6	35,8	29,2	30,0	97%	RIESGO MEDIO	26,7	109%	RIESGO ALTO	25,0	117%	RIESGO ALTO
DOS	Tg (°C)													
	Th (°C)													
	Tg (°C)													
	Tg (°C)													

El día uno de acuerdo al TGBH medido de 29,2 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 46.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio dos - día dos.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)												
		LIVIANA				MODERADA				PESADA				
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora				
		TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH	TGBH
Th	Tg	(WGBT)	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de	(WGBT)	Dosis	Nivel de
(°C)	(°C)	medido	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo	permitido	(%)	Riesgo
DOS		(°C)	(°C)		(°C)	(°C)		(°C)	(°C)		(°C)	(°C)		(°C)
34,3	27	35,8	29,2	30	97%	RIESGO MEDIO	26,7	109%	RIESGO ALTO	25	117%	RIESGO ALTO		

El día dos de acuerdo al TGBH medido de 29,2 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.

Tabla 49.

Índice TGBH medido en el puesto de trabajo patio dos - día cinco.

		TIPO DE ACTIVIDAD (*)															
		LIVIANA				MODERADA				PESADA							
		Inferior a 200 Kcal/hora				200 a 350 Kcal/hora				Mayor a 350 Kcal/hora							
		TGBH	Tg	Th	Ts	TGBH	Tg	Th	Ts	TGBH	Tg	Th	Ts	TGBH	Tg	Th	Ts
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)	(WGBT)
		medido	permitido	(%)	Nivel de Riesgo	medido	permitido	(%)	Nivel de Riesgo	medido	permitido	(%)	Nivel de Riesgo	medido	permitido	(%)	Nivel de Riesgo
		(°C)	(°C)	(%)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(°C)
PATIO		31,2	28,9	35,9	30,1	30,0	30,0	100%	RIESGO MEDIO	26,7	26,7	113%	RIESGO ALTO	25,0	25,0	120%	RIESGO ALTO
DOS																	

El día cinco de acuerdo al TGBH medido de 30,1 °C al comparar con el tipo de actividad liviana (inferior a 200 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo medio; moderada (200 a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto; pesada (mayor a 350 Kcal/hora) se encuentra en un riesgo alto.



Figura 53. Medición del Estrés térmico al puesto del obrero de patio uno, r
Tomado de: Triboilgas, 2017.

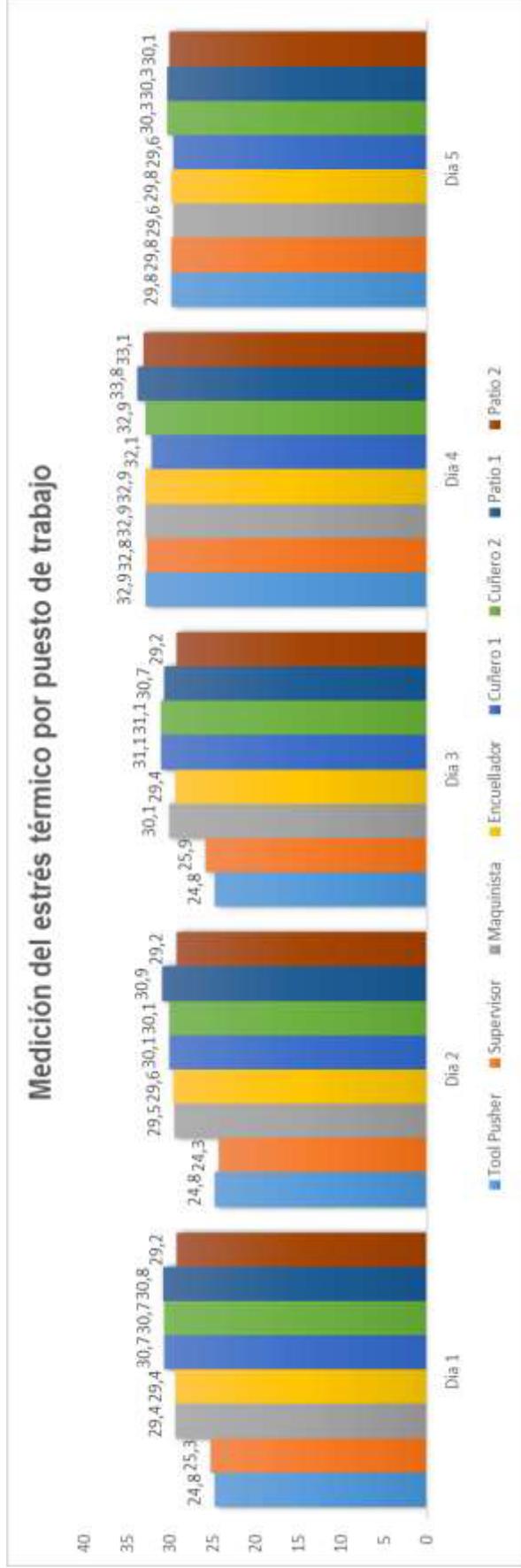


Figura 54. Medición del estrés térmico por puesto de trabajo.

De acuerdo a la figura 54; que muestra la medición de los siete puestos de trabajo del índice TBGH; mediciones que se realizaron durante cinco días; demuestran que los puestos de trabajo de maquinista, encuellador, cuñeros y obreros de patio; son los que registran mayor índice TBGH; esto es corroborado por los profiogramas de cada puesto de trabajo dadas las actividades que desarrollan; y que durante las 12 horas de trabajo están expuestos a las condiciones ambientales de sus puestos trabajo; mientras que los puestos de jefe de pozo y supervisor de taladro sus actividades contemplan actividades de oficina; la cual esta provista de aire acondicionado

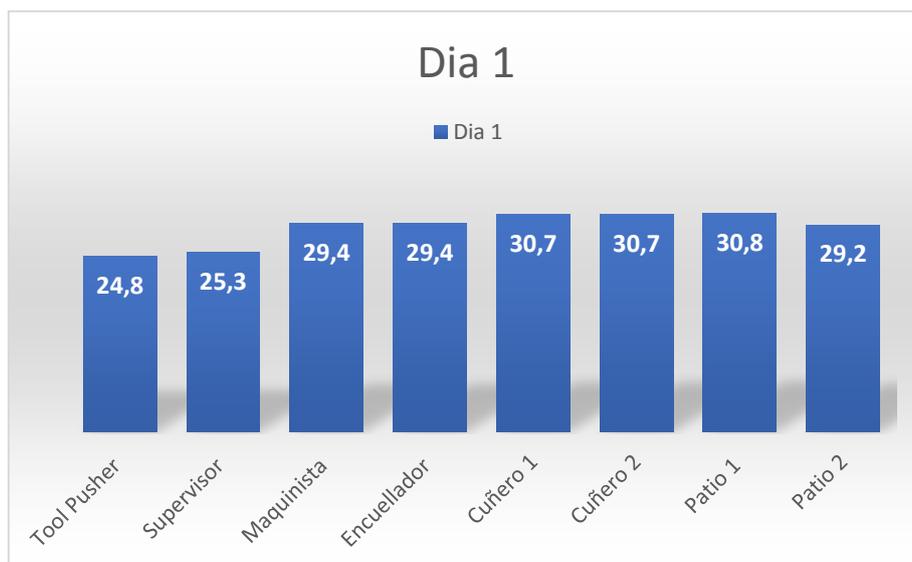


Figura 55. Medición del estrés térmico por día – día uno.

La figura 55, explica la medición del índice TBGH, demostrando que los puestos de cuñero uno, dos y obrero de patio uno los índices más altos debido que cuando se realizó la medición ocupaban casi la misma área de trabajo; conocida como mesa de trabajo componente del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros; dadas las circunstancias de las operaciones se necesita a parte de los cuñeros una persona más para que realicen las actividades programadas.



Figura 56. Medición del estrés térmico por día – día dos.

De acuerdo a la figura 56; los puestos con mayor índice TBGH de acuerdo a las mediciones realizadas en el día dos de estudio; corresponden al de los cuñeros junto al obrero de patio uno esto es corroborado por el profesiograma del puesto de trabajo; y las actividades realizadas en el momento de la medición.

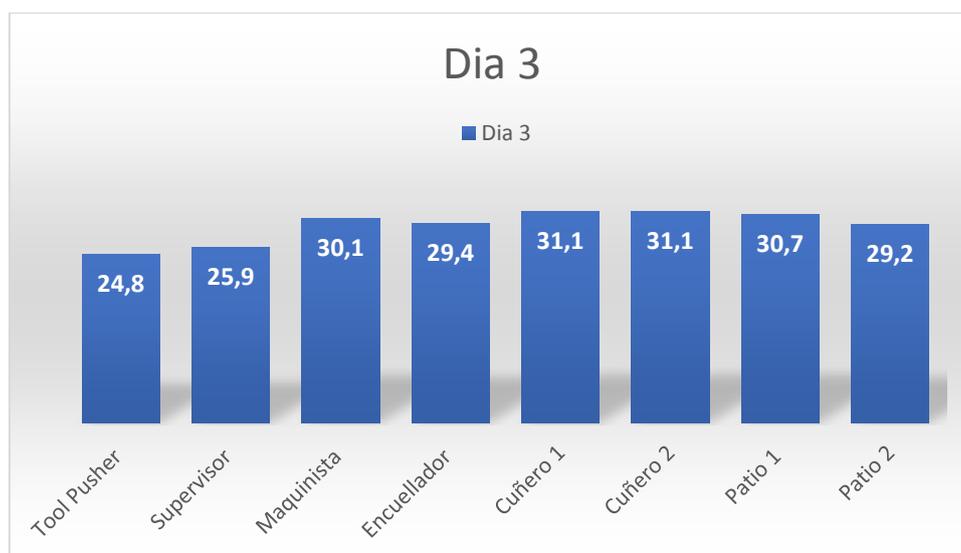


Figura 57. Medición del estrés térmico por día – día tres.

El día tres de medición del índice TBGH representado en La figura 57, muestra que los puestos con mayor índice son los de cuñeros y de obrero de patio uno; los cuales tienen que desarrollar actividades que demandan desgaste de energía.

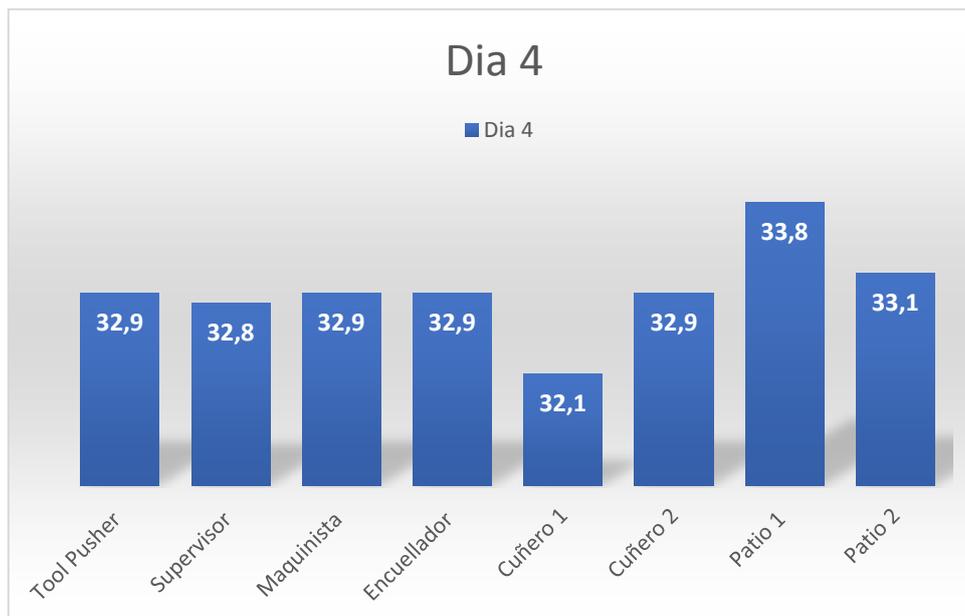


Figura 58. Medición del estrés térmico por día – día cuatro.

La figura 58, muestra la medición del índice TBGH del día cuatro; el cual registra un índice alto en todos los puestos de trabajo dadas que la temperatura y la humedad relativa que se registró el día de la medición fueron altas.



Figura 59. Medición del estrés térmico por día – día 5.

La figura 59, explica la medición del día cinco del índice TBGH, siendo los puestos de mayor índice; el puesto de cuñero uno con el de los obreros de

patio dadas que las actividades planificadas en ese día implicaban el armado del equipo de reacondicionamiento.

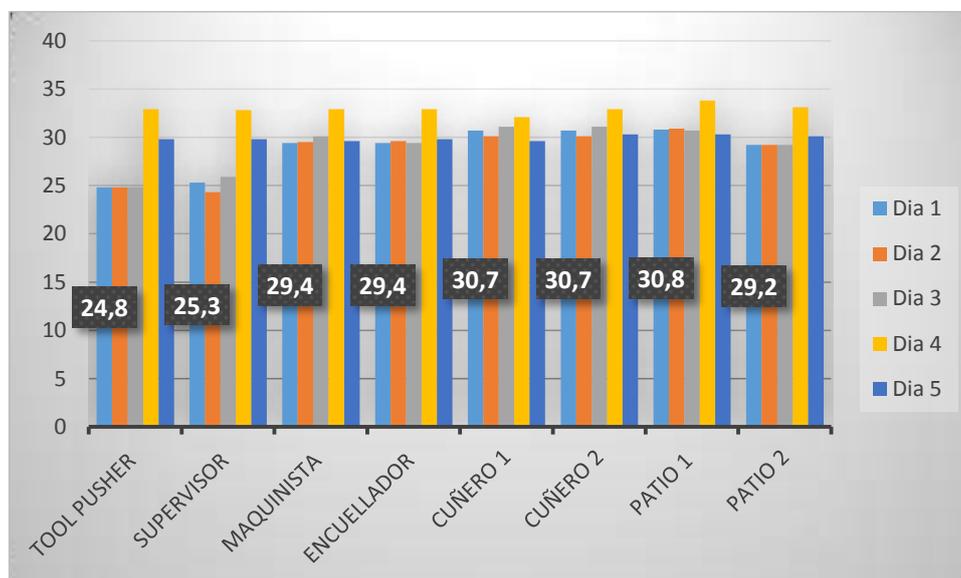


Figura 60. Medición del estrés térmico total por día.

La figura 60, muestra los cinco días de medición del índice TBGH; verificando que los puestos de mayor índice son los de maquinista hasta los obreros de patio; siendo los mayores días de mayor registro índice los días cuatro y cinco.

3.11. Análisis financiero sobre la evaluación del estrés térmico por calor en el taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros para la mejora de la calidad de vida de la cuadrilla de la empresa Triboilgas Cía. Ltda.

La Cía. Ltda. Triboilgas no cuenta con la medición higiénica sobre el estrés térmico; por lo cual el presente trabajo de titulación proporcionara los datos para la Unidad de Seguridad y Ambiente de la empresa.

4. CAPITULO IV: PROPUESTA DE MEJORA DE LA EVALUACIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR EN EL TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO DE POZOS PETROLEROS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA CUADRILLA DE LA EMPRESA TRIBOILGAS CÍA. LTDA.

4.1. Acciones de mejora

Partiendo del análisis en el capítulo 3.3 y 3.4 donde se realizó la recopilación de la percepción de las condiciones de temperatura del trabajador de su puesto de trabajo en el taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros y la medición del estrés térmico mediante el medidor 3M™ QUESTEMP° 32.

Los puestos de trabajo con mayor índice TGBH son maquinista, encuellador, cuñeros y obreros de patio y al comparar las mediciones con lo establecido en el Decreto Ejecutivo 2393, Art. 54, literal e; se ubican en riesgo alto; por lo cual se tiene que establecer medidas de mejora y control.

Las acciones de mejora para cada puesto de trabajo de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros puedan mejorar la calidad de vida en el trabajo son las siguientes.

Tabla 50.

Acciones de mejora por puesto de trabajo de la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros.

Puesto de trabajo	Acciones de Mejora	Factores de riesgo
Jefe de Pozo	Pausas	<ul style="list-style-type: none"> • Interacción con variables ambientales altas como la temperatura y humedad relativa. • Fuentes de calor radiante, por convección o conducción
	Hidratación Epp	
Supervisor de taladro	Pausas	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa ventilación. Cuando aumenta la
	Hidratación	

	Epp	velocidad del aire, la sensación de calor disminuye porque el calor se pierde por convección y por evaporación.
Maquinista	Pausas	
	Hidratación	
	Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición a rayos solares directa. • Inexistencia de fuentes agua fresca en los puestos de trabajo. Los trabajos son realizados en el exterior.
	Epp	
Encuellador	Pausas	
	Hidratación	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo físico de larga duración. • Escasas pausas de recuperación.
	Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> • Inexistencia de equipos de protección que impidan la evaporación del sudor.
	Epp	
Cuñeros	Pausas	
	Hidratación	<ul style="list-style-type: none"> • Ropa de trabajo utilizada. • Personal no aclimatado. La aclimatación se la consigue en 7 a 15 días, pero se la pierde en sólo una semana. • Mala condición física. La ejecución de tareas físicas intensas constituye un factor de riesgo. La capacidad aeróbica es determinante para llevar a cabo trabajo físico con calor. • Antecedentes médicos, tales como enfermedades del sistema cardiovascular, vías respiratorias, diabetes o insuficiencia renal.
	Ventilación	
	Epp	
Obreros de patio	Pausas	
	Hidratación	<ul style="list-style-type: none"> • Suministro de medicamentos, tales como antihistamínicos, diuréticos o antidepresivos. • Consumo de alcohol o drogas. • Sobrepeso. Las personas con sobrepeso requieren mayor esfuerzo en su movimiento y generan más calor. • Personas mayores tienen un mayor riesgo de sufrir deshidratación, debido a que su mecanismo de termorregulación se ve
	Ventilación	
	Epp	

alterado, disminuyendo la sensación de sed.

- Dimensiones físicas. La actividad física representa una mayor carga relativa para un cuerpo con baja masa muscular, el mayor radio superficie-masa de las personas menudas puede ser una desventaja en condiciones de calor extremo.
 - Otras cuestiones: actividades tras la jornada laboral, actividades deportivas extremas, hogar con alta temperatura, estado de nutrición e hidratación.
-

4.1.1. Descanso en el trabajo pausas

No existe un procedimiento establecido para determinar las pausas en el trabajo o el descanso; para el presente estudio se tomó como referencia el Art. 4, literal e del Decreto Ejecutivo 2393; donde se determina de acuerdo al índice TGBH calculado y de acuerdo la carga de trabajo se determina los periodos de actividad que debe realizar el trabajador.

Debido al cálculo establecido de TGBH, de la medición realizada a los integrantes de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros del taladro de reacondicionamiento Rig 101 de la empresa de Servicios Petroleros Cía. Ltda. Triboilgas; ubicado en el campo Drago, donde el TGBH está dentro de los rangos de tipo de trabajo 50 % trabajo y 50 % descanso; esto es corroborado en campo; ya que el autor del presente trabajo presto sus servicios como SSA en la empresa mencionada.

Los monitoreos y supervisión de los trabajadores en su puesto de trabajo permitirá que cada integrante de la cuadrilla de pozos petroleros realice sus labores de forma segura y saludable, de esta manera el trabajador se podrá

recuperar de la fatiga acumulada realizando un buen descanso e hidratación. Como recomendación tomar en cuenta que los lugares de descanso deben ser los adecuados para que exista una recuperación óptima del trabajador.

Para desarrollar las pausas en el trabajo se debe considerar lo siguiente:

- Verificar las condiciones meteorológicas de forma frecuente e informar a los trabajadores y poner en práctica los procedimientos establecidos para condiciones térmicas adversas, si es necesario.
- Capacitar esporádicamente sobre los riesgos y peligros relacionados con el estrés térmico y sobrecarga térmica, adicional comunicar sobre las medidas preventivas, instrucciones y procedimientos de trabajo.
- Limitar la exposición de aquéllos trabajadores que tomen medicación que pueda afectar al funcionamiento del sistema cardiovascular, a la presión sanguínea, a la regulación térmica, a la función renal o a la sudoración; así como la ingesta de alcohol.
- Las actividades de alto gasto energético. Deben ser planificadas con anticipación y de ser posible proporcionar ayuda mecánica o realizarlas de forma conjunta con todos los integrantes de la cuadrilla, adicional considerar las condiciones ambientales como temperatura y humedad relativa para realizar la planificación diaria.
- Planificar adecuadamente o limitar el tiempo o la intensidad de la exposición, realizando rotaciones de las personas en las tareas a realizar.
- Planificar las tareas más pesadas en las horas de menos calor, adaptando, si es necesario, los horarios de trabajo.
- Permitir al trabajador, en la medida de lo posible, adaptar su propio ritmo de trabajo. Permitir la autolimitación de las exposiciones.
- Fomentar el trabajo en equipo esto permitirá que exista un cuidado mutuo de los trabajadores, si existiera algún síntoma de sobrecarga térmica pudieran prestar la ayuda inmediata.

- Realizar los descansos en lugares con sombra o si los realiza en el camper verificar que el aire acondicionado esté funcionando a una temperatura adecuada.

De acuerdo a las mediciones realizadas a la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros se puede establecer los descansos de acuerdo al índice TGBH medido y de acuerdo a la carga de trabajo establecida se puede establecer el trabajo y el descanso por hora; como lo menciona la tabla 51.

Tabla 51.

Descansos por tipo de trabajo.

CARGA DE TRABAJO					
TIPO DE TRABAJO			LIVIANA	MODERADA	PESADA
			Inferior a 200 Kcal/hora	de 200 a 350 Kcal/hora	Igual o mayor 350 kcal/hora
Trabajo continuo	75%		TGBH = 30,0	TGBH = 26,7	TGBH = 25,0
trabajo					
25% descanso	cada		TGBH = 30,6	TGBH = 28,0	TGBH = 25,9
hora.					
50% trabajo,	50%		TGBH = 31,4	TGBH = 29,4	TGBH = 27,9
descanso, cada hora.					
25% trabajo,	75%		TGBH = 32,2	TGBH = 31,1	TGBH = 30,0
descanso, cada hora.					

Tomado de: , Art. 54, literal e.

4.1.2. Hidratación

El agua es un catalizador universal, representa dos tercios del peso corporal, es importante para que los procesos fisiológicos se desarrollen con normalidad. El organismo humano no almacena agua, la pérdida debe restituirse de forma

sistemática aun sin sentir la falta de esta; como tomando agua, líquidos, o alimentos hidratantes. (Llull, 2015.)

Una hidratación adecuada es de vital importancia para la eficiencia del trabajador de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros en su puesto de trabajo, para una hidratación adecuada se debe tener en cuenta la intensidad, duración del trabajo y las condiciones ambientales, una deficiente hidratación puede afectar el rendimiento, la concentración del trabajador al realizar las labores, y de forma grave a la salud del trabajador. Por tal motivo se debe contar con recomendaciones técnicas dadas por un especialista tomando en cuenta la clase y características de las actividades a realizar. (Aranceta y Serra, 2012, p. 21)

La ausencia de líquidos en el organismo del trabajador influye en la toma de decisiones, en la función cognitiva, lo que se evidencia en una baja productividad y sobre todo en un posible riesgo de un accidente laboral. (Aranceta y Serra, 2012, p. 11-12)

Debido a las actividades que realizan los trabajadores; se producen pérdidas obligatorias de entre un 5 % y un 10 % del agua corporal. Como se mencionó anteriormente el organismo del trabajador no almacena agua, debido a las pérdidas que afronta el trabajador diariamente se debe restituir para garantizar el funcionamiento del organismo. (Aranceta y Serra, 2012, p. 17)

El desgaste físico y las variables ambientales como por citar la temperatura son factores que determinan que cantidad de ingesta de fluidos son necesarios para que no exista una deshidratación a nivel sistémico del obrero, aunque existen otras variables como la humedad, la corriente del aire, la exposición solar y el equipo de protección para exposición a altas temperaturas que permiten determinar los periodos de descanso y de hidratación óptimos. (Aranceta y Serra, 2012, p. 17)

Los integrantes de la cuadrilla de reacondicionamiento pozos petroleros están sujetos a un estrés térmico debido a que sus actividades físicas que realizan son pesadas de acuerdo al Decreto Ejecutivo 2393 artículo 54 existiendo un desgaste de 350 Kcal/hora, su exposición solar está ligada a su jornada laboral (12 horas), a la humedad relativa; se evidencia que los trabajadores presentan una importante pérdida de fluidos de su sistema.

Debido a las variables físicas y ambientales que está expuesto el integrante de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros se dificulta el balance del mantenimiento de fluidos corporales y se evidencia que desde el puesto de maquinista hasta obrero de patio se deshidratan durante la jornada de trabajo.

Una buena hidratación supervisada por un especialista durante la jornada laboral puede disminuir el cansancio y optimizar el rendimiento cuando el trabajo es continuo y dura más de 40 minutos. Es recomendable realizar un descanso después de comer durante la jornada laboral, especialmente en jornadas laborales largas, esto permitirá tener oportunidades de reponer los fluidos perdidos. (Aranceta y Serra, 2012, p. 22-23)

Se debe reponer la cantidad adecuada de fluidos durante toda la jornada laboral que debe ser dirigida y planificada por un especialista tomando en cuenta el tipo y la intensidad del trabajo a realizar. Es de suma importancia que el obrero este bien hidratado y rehidratarse a cada hora durante la jornada laboral, tomando en cuenta la intensidad del trabajo y la temperatura ambiental.

Se debería planificar durante la jornada laboral actividades de intensidad física media y verificar que la temperatura ambiente no sea muy elevada; los especialistas recomiendan beber por lo menos un vaso de agua o líquido cada hora dependiendo de la intensidad de trabajo y la temperatura que estén expuestos los trabajadores. Cabe recalcar que no existe una normativa o algún estándar sobre de cómo se debería realizar la reposición de fluidos que tenga en cuenta el entorno, la ropa de protección y la intensidad del trabajo.

La National Academy of Sciences de EE.UU. explica que la ingesta de líquidos de un hombre sedentario va de 1,2 l o 2,5 l a diario, y si este practicara una actividad física moderada tendría que ingerir 3,2 l. El trabajador de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros debería consumir como mínimo la cantidad mencionada, y de acuerdo a la temperatura ambiental e intensidad del trabajo que realice puede ingerir 6 l/día o más. (Aranceta y Serra, 2012, p. 24)

Para una buena hidratación tomar las siguientes recomendaciones:

- Ingerir agua durante las comidas y entre ellas.
- Beber agua y si fuese posible tomar zumos de fruta, refrescos, leche, café o té.
- Para verificar el aporte calórico o el peso, beber agua y bebidas bajas en calorías, sin calorías o con cero calorías.
- Incorporar a la dieta fruta, verdura, sopas y otros alimentos con alto contenido de agua.
- Establecer una hidratación apta y no ingerir fluidos solo cuando se tenga la sensación de sed y disponer de una botella de agua o líquido a mano en el puesto de trabajo.
- Las bebidas o agua deberían estar a temperatura moderada, para que se favorezca la ingesta de líquidos en el organismo.
- El especialista que dirija la hidratación del personal deberá tomar en cuenta que las bebidas este acorde al nivel de actividad física y estilo de vida de cada puesto de trabajo.
- Establecer un plan de ingesta de líquidos tomando en cuenta variables como; condiciones climáticas; calor y en la jornada de trabajo hidratarse antes, durante y después de la jornada de trabajo.
- Al día se debe consumir de ocho a diez vasos de es una buena referencia para un consumo saludable.
- Se debe establecer que los trabajadores expuestos a las variables mencionadas que deban ingerir un vaso de agua fresca cada 20 minutos.

- Donde se almacena los recipientes que contienen agua deben mantenerse a la sombra o en un lugar fresco a 15 o 20 °C.

4.1.3. Ventilación

Aumentar la velocidad del aire para mejorar las condiciones climáticas del ambiente laboral del puesto de trabajo; sería instalar un ventilador a gran escala en el área de trabajo de mayor esfuerzo; esa área de trabajo sería la de los cuñeros en la mesa de trabajo.

Al reducir la temperatura ambiente del puesto de trabajo; con el ventilador industrial, los integrantes de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros al realizar las actividades diarias, y en los periodos de mayor exposición a los rayos solares, van a tener un mecanismo que ayude a soportar la carga de trabajo, a soportar las altas temperaturas ambientales a que sus pausas de trabajo sean cortas, porque va a ver menor desgaste.

Al realizar un seguimiento técnico; se puede corroborar; como el ventilador va a ayudar a mitigar el estrés térmico en la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros; si se hace una planificación adecuada de las actividades al realizar durante el día; tratando de que las actividades de mayor gasto energético no coincidan con el horario de 11H00 a 15H00 que son los periodos de mayor temperatura y radiación solar; el ventilador industrial es una opción adecuada al combinarla con otras medidas de control y mitigación de estrés térmico.

4.1.4. Ropa protectora

El integrante de la cuadrilla de reacondicionamiento de pozos petroleros; está expuesto a seis tipos de riesgo según la normativa ecuatoriana en seguridad industrial: riesgo físico, riesgo químico, riesgo biológico, riesgo mecánico, riesgo ergonómico y riesgo psicosocial; cada puesto de trabajo está expuesto a

los riesgos mencionados unos en mayor proporción por el puesto o la actividad que tengan que realizar.

La ropa de trabajo que utilizan; protegen al trabajador de los riesgos mencionados; el estrés térmico es un riesgo físico; no se podría modificar la ropa protectora utilizada hoy en día; debido que si se modifica la ropa de trabajo para mitigar el estrés térmico se estaría exponiendo a otros riesgos a los que está expuesto.

Se deberá usar protección pasiva o elemento auxiliares; como la del chaleco refrigerante.

4.2. Análisis inicial de la propuesta técnica económica

La Cía. Ltda. Triboilgas no cuenta con la medición higiénica sobre el estrés térmico; por lo cual el presente trabajo de titulación proporcionara los datos para la Unidad de Seguridad y Ambiente de la empresa.

A continuación, se detallarán los puestos de trabajo en los que se realizó la medición del estrés térmico.

- Jefe de pozo.
- Supervisor de taladro
- Maquinista
- Encuellador
- Cuñeros
- Obreros de patio

Para cada uno de los puestos se realizó la encuesta de la cual se desplegó los siguientes resultados:

- Debido a la carga de trabajo y las condiciones del ambiente de trabajo los integrantes de la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros no están satisfechos con la jornada laboral.
- El personal se encuentra satisfecho con los turnos de trabajos asignados.
- El personal se encuentra satisfecho en cuanto a la cantidad de trabajo que realizó.
- El personal se encuentra entre satisfecho y nada satisfecho en lo que respecta a la supervisión de los trabajos.
- En relación a las funciones que desempeñan el personal se encuentra satisfecho.
- El personal se encuentra nada satisfecho entre en trato entre compañeros.
- El personal se encuentra satisfecho con el trato de sus superiores.

Por otro lado, las encuestas realizadas al personal obrero en lo que respecta a las condiciones de trabajo según su percepción dio a notar lo siguiente:

- Las temperaturas de las áreas o puestos de trabajo de la empresa no son adecuadas al tipo de trabajo.
- Existen puestos de trabajo con temperaturas muy elevadas.
- Las condiciones de alta temperatura producen malestar, sudoración excesiva y cansancio.
- No mediciones sobre estrés térmico laboral en su puesto de trabajo.
- La empresa no ha implementado ninguna medida de tipo técnico u organizativo para reducir la alta temperatura en el puesto de trabajo causado por el calor.
- Los trabajadores consideran que las altas temperaturas interrumpen sus tareas diarias de trabajo.

La inversión que la empresa ha realizado durante sus años de funcionamiento en la parte de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial se ve reflejada en la

estadística de morbilidad; a continuación se detalla lo siguiente; enfermedades del sistema respiratorio 29 %; enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conectivo 23 %; síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte 12 %; enfermedades del aparato digestivo 7.4 %; traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa 7.4 %.

De lo antes mencionado se puede apreciar que el personal hace énfasis a las altas temperaturas que se generan durante sus actividades y que esto les causa molestias e impide que realicen sus trabajos de la mejor manera posible. A continuación, se presente el análisis sin la implementación de las medidas propuestas.

4.2.1. Hidratación del personal

Las personas en ambientes calurosos como es caso de los obreros que trabajan en el taladro se establecen los siguientes parámetros de hidratación para disminuir el estrés térmico que sufren al trabajar.

1. Deben beber un vaso cada 30min
2. Bebidas isotónicas cada 15-20 minutos como mínimo.
3. Hidratación antes de empezar las actividades.

Como norma, las personas deberían beber lo suficiente como para que la necesidad de orinar sea un poco más frecuente de lo habitual.

Tabla 52.

Consumo de agua por persona en un tiempo determinado.

Obrero	Consumo de agua (vaso/persona)	Tiempo de consumo (minutos)
1	1	30

Tabla 53.

Precio y cantidad de un botellón.

Botellón	Volumen (litros)	Precio (USD)
1	20	2,5

Asumiendo que:

- 4 vaso de agua normales equivale a 1 litro de agua.
- Si se trabaja 12 horas el consumo de agua por persona es equivalente a 24 vasos.

Por lo tanto, si se tiene a 8 obreros a temperaturas altas y trabajando durante 12 horas se consumiría un equivalente a 192 vasos.

Considerando que una botella tiene 20 litros de agua y que 4 vasos equivalen a 1 litro de agua se obtiene que; en tres botellones de 20 litros equivalen a 192 vasos de agua.

En síntesis, se tiene que adquirir 3 botellones de 20 litros para suplir las necesidades de los trabajadores durante un día de trabajo.

Tabla 54.

Consumo de agua de botellones por personas.

Obreros	Botellones	Tiempo	Precio
	20 l	H	\$
8	3	12	2,5

Considerando los datos del cuadro 3, se obtiene un precio de 600 dólares en 7 días, pero si se trabajaría las 12h y que el consumo de agua sea de 8 obreros.

4.2.2. Aclimatación

La importancia de la aclimatación del personal obrero que trabaja en el taladro es vital ya que debido a la rotación que existe de personal existen pérdidas económicas debido el personal que rota debe por lo menos aclimatarse de uno a dos días como máximo para rendir en el trabajo un 90%.

La jornada de trabajo dura 14 días, de los cuales 7 días laboran en horario de 6H00 a 18H00 y los 7 días restantes de 18H00 a 6H00; con 7 días de descanso; la mayoría de los integrantes de la cuadrilla; en un 85 % radican en la sierra ecuatoriana; la aclimatación tiene que ver con el ritmo de las actividades; es decir a mayor esfuerzo va existir mayor sudoración y la capacidad del cuerpo del trabajador para mantener la temperatura corporal en niveles adecuados durante la jornada laboral va a depender también de su aclimatación.

Por estas razones se procede a recomendar la implementación de un ventilador en el área del taladro y Equipo de protección personal como chalecos de enfriamiento.

La implementación de un ventilador se considerar ya que, si la velocidad de circulación del aire es de 1,5 m/s y como se pareció en las mediciones realizadas la temperatura oscilo en los 32C, el cuerpo mejorar su calidad de enfriamiento.

Por lo tanto, se realizó el análisis económico de la implementación de un ventilador:

Características de ventilador:

- Ventilador Industrial Marca Woods
- MODELOKB75
- Tamaño 30IN

- POWER 500W
- Voltaje 110V
- 3 Aspas
- 3 Velocidades.

Costo del ventilador 150 dólares.

Costo de implementación 200 dólares.

4.2.3. Implementación del chaleco refrigerante

El chaleco es de poliéster, es ergonómico al cuerpo, los compartimientos donde va el refrigerante son reforzados, la evaporación es óptima debido a que su acabado es brillante. El funcionamiento del chaleco se basa en el enfriamiento; por evaporación o hielo. El hidrogel contiene más del 90% de agua y puede durar 72 horas una vez que se activa y si se lo coloca en congelación se puede obtener hasta tres horas más. El agua se evapora cuando se lleva puesto el chaleco, proporcionando el enfriamiento del cuerpo por evaporación.

4.2.3.1. Hidrogel

El chaleco es de poliéster, es ergonómico al cuerpo, los compartimientos donde va el refrigerante son reforzados, la evaporación es óptima debido a que su acabado es brillante. El funcionamiento del chaleco se basa en el enfriamiento; por evaporación o hielo. El hidrogel contiene más del 90% de agua y puede durar 72 horas una vez que se activa y si se lo coloca en congelación se puede obtener hasta tres horas más. El agua se evapora cuando se lleva puesto el chaleco, proporcionando el enfriamiento del cuerpo por evaporación. (Ropa Refrigerante.es, s.f.)

El costo de la implementación para los siete obreros el equivalente a 1184 dólares sin incluir el envío.

Tabla 55.

Costo total de implementación de las medidas propuestas.

Medidas propuestas	Costos de implementación (\$)
Chaleco refrigerante	1184
Ventilador	200
Hidratación	600
Total	1984

A continuación, se presenta la tabla 56 en la cual consta el costo de implementación de cada obrero.

Tabla 56.

Costo de implementación por trabajador.

Personal	Sueldo	hidratación \$	Temperatura 25°c – 27°c	Humedad Relativa 90 – 97 (chaleco)
Jefe de pozo	1300	75		148
Maquinista	600	75	Ventilación	148
Cuñero barco	350	75	Ventilación	148
Cuñero llave hidráulica	400	75	Ventilación	148
Encuellador	450	75	Ventilación	148
Obrero de patio 1	300	75	Ventilación	148
Obrero de patio 2	300	75		148
Supervisor de taladro	750	75		148
TOTAL	4450	600	200	1184

El gasto total de implementación es aproximadamente 6.434,00 dólares al mes. Si comparamos la tabla 55 con la tabla 56 se obtiene lo siguiente:

Tabla 57.

Diferencia entre costos de implementación y sin implementación.

	Sin implementación	Con implementación
COSTOS TOTALES	13350	6434

Se puede notar que aun con la implementación de los materiales y equipo existe un ahorro ya que se evita los descansos de los obreros debido a que ellos se encuentran confortables en su área de trabajo.

5. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

Conclusiones

La cuadrilla de pozos petroleros del taladro de reacondicionamiento, tiene una calidad de vida baja porque no se encuentra conforme con las condiciones climáticas de su puesto de trabajo.

Los puestos de trabajo expuestos a mayor estrés térmico de acuerdo al índice TBGH medido son los de maquinista, encuellador, cuñeros y obreros de patio; debido que están en mayor tiempo expuestos a las altas temperaturas, humedad relativa; rayos solares mayor esfuerzo físico.

El puesto de jefe pozo, supervisor de taladro, realizan actividades de acuerdo al diseño de puesto; actividades de oficina, van a tener mejor termo regulación debido que cuentan con aire acondicionado.

Los días cuatro y cinco son los que registraron mayor medición de índice TBGH debido a que se registró altas temperaturas y humedad relativa.

Las acciones de mejora están enfocadas a pausas en el trabajo, hidratación; dotación de chalecos refrigerantes y de un ventilador para aumentar la circulación de aire en la mesa de trabajo.

El chaleco refrigerante permitirá la recuperación más pronta de los trabajadores en cuanto al descanso si el trabajo es de acuerdo al tipo de actividad es liviano, moderado y pesada.

La propuesta de costo no significa una inversión costosa dado que el beneficio para los trabajadores se reflejará en el rendimiento en las actividades; en los tiempos de operación por actividad; y en evitar enfermedades ocupacionales y prevenir posibles accidentes.

Recomendaciones

Se debe comunicar periódicamente a la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros sobre los riesgos asociados al trabajar en condiciones de trabajo con calor excesivo,

Se debe realizar controles médicos ocupacionales trimestrales; a la cuadrilla del taladro de reacondicionamiento pozos petroleros para monitorear las consecuencias al trabajar en condiciones calurosas y al no tener una buena hidratación.

Para la medición del índice TBGH; se recomienda realizarlo en horas nocturnas para verificar que acciones de mejora se debe implementar para el turno nocturno.

La instalación del ventilador industrial se debe considerar que la instalación debe ser para un área industria tipo cuatro; deben ser anti explosión; ya que se encuentra en la boca de pozo, el cual emana gases inflamables.

No se puede cambiar la ropa de trabajo por una más ligera; ya que esta debe proteger a riesgos químicos y riesgos de atrapamiento.

La hidratación al personal se la deba realizar en un lugar adecuado, con sugerencias en la hidratación de un profesional médico para que pueda suministrar una hidratación de acuerdo a los requerimientos por puesto de trabajo.

REFERENCIAS

Acosta, J. (2008). Gestión del Estrés. Barcelona-España: Bresca Editorial, S.L.

Aldaz, O. (2014). Estudio de rentabilidad financiera de los contratos petroleros que mantiene el estado con la empresa privada de servicios petroleros, al año 2013. (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.

Alvares, F., (2008). Salud ocupacional. (1a. ed.) Bogotá: ECOE.

Aranceta, J., Serra, LL., (2012). La Hidratación en el Trabajo. Recuperado el 20 de agosto del 2017 de <https://www.fundadeps.org/recursos/documentos/325/guia-hidrataci%C3%B3n-trabajo.pdf>

Armendáris, P., s.f. Calor y Trabajo-Prevención de Riesgos Laborales debido al estrés por calor. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, Instituto Nacional de Salud e Higiene en el Trabajo. Recuperado el 20 de mayo del 2017 de <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/AF2BD786-0A6D-4564-9076-BE42220B4843/225685/calorytrabajoprofesional.pdf>.

Confederación de Empresarios de Córdoba (CECO), (2016). Trabajar en Calor. Recuperado 9 de junio del 2017 de <http://www.gabineteprl.com/wp-content/uploads/2015/07/Trabajar-con-calor.pdf>.

Congreso Nacional del Ecuador. (1986). Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores, y mejoramiento del ambiente de trabajo. R.O. N, 565.

Cortez, E., Doño, P., Ramos, R., (2013). Diseño de un Programa de Higiene y Seguridad Ocupacional para la Prevención y Disminución de Riesgos

Laborales para las pequeñas empresas dedicadas a la confección en el municipio de Santa Tecla, La Libertad. (Tesis de Grado) Universidad de El Salvador. Recuperado el 06 de febrero del 2017 de <http://ri.ues.edu.sv/9304/>.

Cueva, T., Soria, M. (2013). Diseño de un cuadro de objetivos e indicadores de gestión en el área de recursos humanos de Triboilgas Cía. Ltda. (Tesis de Maestría) Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Cújar, A., Julio, G. (2016). Evaluación de las condiciones térmicas ambientales del área de producción en una panadería en Cereté (Córdoba). *Entramado*, 12 (1), 332-343. Recuperado 20 de agosto del 2017 de <http://www.redalyc.org/html/2654/265447025020/>

Chinchilla, V., (2015). Guía para la elaboración del Protocolo: Reglamento para la Prevención y Protección de las Personas Trabajadoras Expuestas a estrés térmico por calor D.E. 39147-S-MTSS. Recuperado 03 de marzo del 2017 de http://www.cso.go.cr/guia_elaboracion_protocolo_estres_termico.pdf

Da Silva, A., (2009). Reacondicionamiento de pozo. Recuperado el 03 de enero del 2017 de <https://www.lacomunidadpetrolera.com/2009/05/reacondicionamiento-de-pozos-petroleros.html>

División de Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental de 3M, (2012). Monitores de estrés térmico 3MTM QUESTempo. Recuperado 06 de mayo del 2017 de <https://multimedia.3m.com/mws/media/820998O/3mtm-questemp-models-34-36-quick-start-guide-spanish.pdf>.

Falagán, M., Canga, A., Ferrer, P., (2000). Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales: Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos

- Asturias. C/ Plaza de América,10-1.º Recuperado el 08 de febrero del 2017 de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd49/otros12.pdf>
- González R., Hidalgo G., Salazar J., Preciado M., (2010). Elaboración y validación del instrumento para medir Calidad de Vida en el Trabajo “CVT-GOHISALO”. Cienc Trab. Abr-Jun; 12 (36): 332-340).
- Grupo, El Comercio. (2016). Ecuador comprometió ventas de crudo con China hasta el 2024. El Comercio. Recuperado 10 de febrero del 2017 de <http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-petroleo-china-exportaciones-venta.html>.
- Henao, R. (2013). Seguridad y salud en el trabajo: conceptos básicos. (3.a ed.). [versión electrónica] Recuperado de 10 de marzo del 2017 de <http://www.digitaliapublishing.com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/visor/30051>
- Henao, R. (2013). Seguridad y salud en el trabajo: conceptos básicos. (3.a ed.). [versión electrónica] Recuperado de 08 de febrero del 2017 de <http://www.digitaliapublishing.com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/visor/30051>.
- Kreith, F. (2009). Principios de transferencia de calor. United States: Cengage Learning.
- Ludhra, S. (2014). Common Sense Guide to Health & Safety at Work. [versión electrónica]. Recuperado el 08 de agosto del 2017 de <http://www.ebilib.com>.
- Llull, P., (2015). Mape difunde consejos en la red sobre estrés térmico e hidratación # PL 80, Gaceta de la Protección Laboral, Revista de Seguridad y Bienestar Laboral. Recuperado el 20 de agosto del 2017 de

<http://www.proteccion-laboral.com/mape-difunde-consejos-en-la-red-sobre-estres-termico-e-hidratacion/>.

Moyano, E., Ramos, N., (2007). Bienestar subjetivo: midiendo satisfacción vital, felicidad y salud en población chilena de la Región Maule. Revista Universum Nº 22 Vol. 2 Recuperado de 06 de abril del 2017 de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-23762007000200012.

NPT 779: Bienestar Térmico: Criterios de Diseño para Ambientes Térmicos Confortables del INSHT.

NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT, del INSHT.

NTP 501 Ambiente Térmico: Inconfort Térmico Local del INSHT.

O.I.T. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1999.

Panorama Petrolero. (2008). Evolución y Desarrollo de Empresas de Servicios Petroleros en Latinoamérica, Recuperado el 20 de enero del 2017 de <http://www.panoramapetrolero.com/articulos/evolucion-empresas-servicios>.

Pazos, A. (2014). Calidad de vida laboral de un grupo de personas en situación de discapacidad Cali 2013. (Tesis de Maestría). Universidad del Valle Santiago de Cali de Colombia.

Real Decreto 486 (1997). Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97 23-04-1997.

RopaRefrigerante.es, (s.f.). Chaleco Refrigerante Hidrogel, recuperado el 10 de septiembre del 2017 de <http://www.roparefrigerante.es/chalecos/chaleco-refrigerante-hidrogel>

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario aplicado a la cuadrilla de pozos petroleros.



MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE OPERACIONES Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.
CUESTIONARIO PARA MEDIR LA PERCEPCIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y CALIDAD DE VIDA DE LA CUADRILLA DE POZOS PETROLEROS DE LA CÍA. LTDA. TRIBOILGAS

EDAD:

CARGO

1. En relación con la duración de mi jornada de trabajo me encuentro
2. Con respecto al turno de trabajo que tengo asignado me encuentro
3. En cuanto a la cantidad de trabajo que realizo, mi grado de satisfacción es
4. Este es el nivel de satisfacción que tengo con respecto al proceso que se sigue para supervisar mi trabajo
5. Con relación a las funciones que desempeño en esta institución, mi nivel de satisfacción es
6. Grado de satisfacción que siento del trato que tengo con mis compañeros de trabajo
7. Es el grado de satisfacción que tengo con respecto al trato que recibo de mis superiores
8. Mi grado de satisfacción ante mi desempeño como profesional en este trabajo es
9. ¿Qué tanto percibo que mi trabajo es útil para otras personas?
10. Considero que tengo libertad para expresar mis opiniones en cuanto al trabajo sin temor a represalias de mis jefes
11. ¿Son las temperaturas de las áreas o puestos de trabajo de la empresa adecuada al tipo de trabajo?
12. ¿Existen puestos de trabajo con temperaturas muy elevadas?
13. ¿Las condiciones de alta temperatura que producen malestar, sudoración excesiva, cansancio, etc. ¿En su puesto de trabajo?
14. ¿Se han tomado mediciones sobre estrés térmico laboral en su puesto de trabajo?
15. ¿Ha tomado la empresa alguna medida de tipo técnico u organizativo para reducir la alta temperatura en el puesto de trabajo causado por el calor?
16. ¿Considera que, en su puesto de trabajo, la temperatura supone un riesgo grave para su salud?
17. De todos los puestos de trabajo que hay en su empresa (o sección)
¿Hay alguno en particular donde la temperatura sea mucho más alta que en el resto de puestos?
18. ¿Se ha hecho la evaluación del riesgo de algún puesto de trabajo y se ha visto la necesidad de valorar el estrés térmico?

19. ¿Tiene un discomfort debido a la temperatura?
20. ¿Tiene a su disposición bebidas refrescantes?
21. ¿Considera que en algunas ocasiones el estrés térmico influye en su desempeño de trabajo?
22. ¿Considera que realizaría mejor su trabajo si le cambiaran de lugar de trabajo?
23. ¿Considera que las altas temperaturas interrumpen sus tareas diarias de trabajo?
24. ¿Cree que logra cumplir con las tareas diarias encomendadas por su jefe/pese a la temperatura de su lugar de trabajo?
25. ¿Ha escuchado que alguien de sus compañeros o jefes de trabajo justifica su bajo desempeño laboral o errores en sus funciones debido al estrés térmico por calor?
26. ¿Considera que retrasa su trabajo debido a que tiene que ir varias veces a tomar sombra o aire fresco o alguna bebida?

CONDICIONES CLIMÁTICAS

SI
NO
NOSE

CALIDAD DE VIDA

0 nada satisfecho
1 casi satisfecho
2 satisfecho
3 más satisfecho

Anexo 2: NTP 779: Bienestar Térmico: Criterios de Diseño para Ambientes Térmicos Confortables.

Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables

1. INTRODUCCIÓN

El ambiente interior comprende el ambiente térmico, la calidad del aire y el ambiente acústico. La calidad del ambiente interior puede ser expresada como el grado en el que se cumplen las exigencias humanas. Debido a las diferencias entre las personas, estas exigencias pueden variar de unos individuos a otros. Algunas personas son más sensitivas frente a un determinado ambiente y pueden ser difíciles de satisfacer, mientras que otras lo son en menor medida siendo, en consecuencia, más fáciles de satisfacer. Para hacer frente a estas diferencias individuales, la cuantificación de la “calidad” se expresa en forma de porcentaje de personas que encontrarían, en este caso, el ambiente inaceptable.

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

La valoración final se expresa a través de dos índices: el índice PMV (del inglés *Predicted Mean Vote*) y el índice PPD (del inglés *Predicted Percentage of Dissatisfied*). El índice PMV daría la estimación de la sensación térmica, mientras que el PPD proporcionaría información sobre el grado de incomodidad.

Estos índices pueden ser utilizados para el diseño de ambientes térmicos confortables o para la evaluación de ambientes térmicos existentes. La norma UNE-EN-ISO 7730/2006 establece tres clases o categorías de calidad basadas en el equilibrio entre las posibilidades económicas y tecnológicas y el menor número de personas insatisfechas usuarias de dichos ambientes. Es en el momento del diseño de la instalación cuando se escoge una determinada categoría de ambiente térmico, pero es a lo largo de la vida útil de la misma cuando la metodología de valoración permite comprobar que los requisitos establecidos en la fase de diseño se mantienen en el tiempo.

2. ÍNDICES PMV Y PPD

Cualquier actividad que realice el cuerpo humano requiere el aporte de energía. De la energía que se moviliza solo una pequeña parte es invertida en la realización del trabajo, en tanto que el resto se transforma en calor. Una mínima fracción del calor generado se utiliza para mantener la temperatura interna del cuerpo en un valor constante (37 °C), mientras que el resto debe ser disipado al ambiente, sin olvidar que el flujo de transferencia de calor viene determinado por las características térmicas del mismo y que el calor fluye de las zonas más cálidas a las más frías.

Se denomina “Balance térmico” al equilibrio que se establece entre el organismo y el ambiente en el que el calor generado internamente y/o ganado del ambiente es igual a la cantidad de calor cedido al ambiente. Los mecanismos fisiológicos que propician los intercambios de calor están regidos por el sistema de termorregulación del cuerpo humano. En ambientes térmicos moderados, el trabajo de termorregulación es mínimo y es suficiente modificar la temperatura de la piel y la secreción del sudor para mantener el equilibrio térmico.

El índice PMV refleja el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala psicofísica de siete niveles al

ser sometidos a diferentes ambientes térmicos. El índice se obtiene de la ecuación del balance térmico y de los datos estadísticos de pruebas experimentales.

Vestimenta (Clo ⁽¹⁾)	Temperatura operativa ⁽²⁾ °C	Velocidad relativa del aire m/s								
		< 0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,0	
0,5	16	-2,01	-2,01	-2,17	-2,38	-2,70				
	20	-1,41	-1,41	-1,58	-1,76	-2,04	-2,25	-2,42		
	22	-0,79	-0,79	-0,97	-1,13	-1,36	-1,54	-1,69	-2,17	
	24	-0,17	-0,20	-0,36	-0,48	-0,68	-0,83	-0,95	-1,35	
	26	0,44	0,39	0,26	0,16	-0,01	-0,11	-0,21	-0,52	
	28	1,05	0,98	0,88	0,81	0,70	0,61	0,54	-0,31	
	30	1,64	1,57	1,51	1,46	1,39	1,33	1,29	1,14	
1,0	32	2,25	2,20	2,17	2,15	2,11	2,09	2,07	1,99	
	16	-1,18	-1,18	-1,31	-1,43	-1,59	-1,72	-1,82	-2,12	
	18	-0,75	-0,75	-0,88	-0,98	-1,13	-1,24	-1,33	-1,59	
	20	-0,32	-0,33	-0,45	-0,54	-0,67	-0,76	-0,83	-1,07	
	22	0,13	0,10	0,00	-0,07	-0,18	-0,26	-0,32	-0,52	
	24	0,58	0,54	0,46	0,40	0,31	0,24	0,19	0,02	
	26	1,03	0,98	0,91	0,86	0,79	0,74	0,70	0,58	
28	1,47	1,42	1,37	1,34	1,28	1,24	1,21	1,12		
30	1,91	1,86	1,83	1,81	1,78	1,75	1,73	1,67		

(1) clo: resistencia térmica del vestido. (1 clo= 0,155 m²ΣK/W)

(2) Temperatura operativa: temperatura uniforme de un recinto negro imaginario en el que un ocupante intercambiaría la misma cantidad de calor por radiación y convección que en el ambiente real no uniforme. A efectos prácticos se puede calcular como el valor medio entre la temperatura radiante media y la temperatura del aire.

(3) Velocidad relativa del aire: velocidad del aire relativa al ocupante incluyendo los movimientos del cuerpo.
 $v_{ra} = 0,3 \Sigma(M - 1)$, M expresado en met, siendo 1met= 58,2 W/m²

Tabla 1. Nivel de actividad 69,6 W/m² (1,2 met – 108,7 Kcal/hora)

El índice PMV se puede obtener mediante la utilización de un equipo de medida directa, utilizando el programa informático proporcionado en la norma UNE o bien de las tablas, incluidas en la norma, que proporcionan valores de PMV para diferentes combinaciones de actividad, vestimenta, temperatura operativa y velocidad relativa del aire. En la tabla 1 se muestran, a título de ejemplo, los valores de PMV correspondientes a una actividad sedentaria, para la indumentaria típica de verano y de invierno y para diferentes valores de temperatura operativa y velocidad relativa del aire.

Como se ha mencionado anteriormente, el índice PMV permite predecir el valor promedio de la sensación térmica que produciría un determinado ambiente en un grupo numeroso de personas. El análisis del voto individual permitiría comprobar la dispersión de los votos emitidos alrededor del valor medio. El número de votos más alejados del valor medio serían una indicación del grado

de insatisfacción frente al ambiente térmico, es decir, indicarían cuantas personas estarían insatisfechas por sentir demasiado calor o demasiado frío.

El índice PPD permite predecir de forma cuantitativa el porcentaje de insatisfechos. En la figura 1 se muestra la gráfica que relaciona los índices PMV y PPD.

Los índices PMV y PPD expresan la sensación térmica y el grado de insatisfacción para el conjunto del cuerpo. Sin embargo, la insatisfacción puede, asimismo, ser debida al calentamiento o enfriamiento no deseado de una zona del cuerpo. Este tipo de incomodidad suele ser debida a la existencia de corrientes de aire, sobre todo aquellas que inciden en nuca y tobillos, a suelos demasiado calientes o fríos, a asimetrías de temperatura radiante elevadas entre planos opuestos o a diferencias de temperatura entre tobillos y cabeza excesivas. El grado de incomodidad que producen estas situaciones se expresa como porcentaje de insatisfechos (PD, del inglés Percentage of Dissatisfied). En la nota técnica 501 “Ambiente térmico e incomfort térmico local”, se desarrollan más ampliamente los conceptos que explican estos aspectos, asimismo contiene los valores recomendados por la UNE-EN-ISO 7730/1996 para obtener determinados porcentajes de insatisfechos. La nueva norma propone tres categorías de calidad también para los cuatro factores que inciden en la incomodidad térmica local.

3. CATEGORÍAS DE AMBIENTE TÉRMICO

El establecimiento de categorías de calidad de ambiente térmico pretende dar respuesta a las distintas necesidades que pueden tener los países en cuanto a desarrollo técnico, prioridades nacionales o, incluso, a diferencias climáticas, de forma que los índices PMV, PPD y PD permitan establecer diferentes rangos de parámetros ambientales que faciliten el diseño de las instalaciones, así como la evaluación del bienestar térmico. En la tabla 2 se muestran las tres categorías de calidad de ambiente térmico correspondientes a los índices PMV

y PPD relativos a la sensación térmica del conjunto del cuerpo y el grado de insatisfacción que la situación térmica provocaría en los ocupantes.

CATEGORÍA	ESTADO TÉRMICO DEL CUERPO EN SU CONJUNTO	
	PMV	PPD (%)
A	$-0,2 < PMV < +0,2$	< 6
B	$-0,5 < PMV < +0,5$	< 10
C	$-0,7 < PMV < +0,7$	< 15

Tabla 2. Categorías de ambiente térmico. Índices PMV y PPD

En la tabla 3 se recogen las categorías de ambiente térmico que corresponden a los porcentajes de insatisfechos debidos a los diferentes factores de malestar térmico localizado considerados.

4. CRITERIOS DE DISEÑO

Un ambiente interior viene definido fundamentalmente por la calidad del aire que se proporciona a los ocupantes de un espacio, por el clima que se crea en ese espacio, por el ambiente lumínico y acústico y por el entorno visual en el que se desarrollará la actividad. Buena parte de esos aspectos está directamente relacionado con el sistema de ventilación y de acondicionamiento del aire que se suministra a los locales. Ello hace que sea una de las instalaciones más importantes de un edificio. De su correcto diseño, montaje y funcionamiento dependerá que se obtengan ambientes interiores que puedan ser calificados por los ocupantes como de calidad. De las fases antes indicadas es la del diseño de la instalación la que mayor importancia reviste. Es en esta fase en la que se deben fijar las condiciones y asumir los supuestos en los que se basará el diseño de la instalación y que permitirán alcanzar los criterios de calidad escogidos.

A título de ejemplo, a continuación se indican algunos de los aspectos más directamente relacionados con el ambiente térmico que se deben tomar en consideración en la fase de diseño del sistema del que dependerá, en buena parte, la calidad del ambiente interior:

- Uso al que está destinado el espacio.
- Especificación de la zona ocupada.
- Número de ocupantes (trabajadores y máxima ocupación previsible si hay atención al público).
- Datos sobre el clima exterior (valores máximos y mínimos correspondientes a un determinado porcentaje de un año normal).
- Área de la superficie acristalada.
 - La carga térmica originada por las personas, equipos, iluminación, radiación solar, etc.
- El posible uso de elementos de apantallamiento solar.
- La incorporación de ventanas practicables. Tanto los propietarios como los usuarios deben ser conscientes de que los cambios en aspectos tales como la carga térmica o el número de ocupantes que se puedan producir con el tiempo significan una desviación del diseño original del sistema y, en consecuencia, es posible que ya no se cumplan los criterios de bienestar inicialmente especificados.

Intervalo de temperatura operativa

Para un espacio dado en el que se desarrolla una cierta actividad física y se viste una ropa determinada existe una temperatura operativa óptima que corresponde a la sensación térmica neutra, es decir, a un índice PMV igual a cero. Los límites de bienestar térmico alrededor de la temperatura operativa se establecen a partir del PMV fijado en el diseño. En las figuras 2, 3 y 4 se muestran dichos límites para cada una de las categorías de calidad de ambiente térmico.

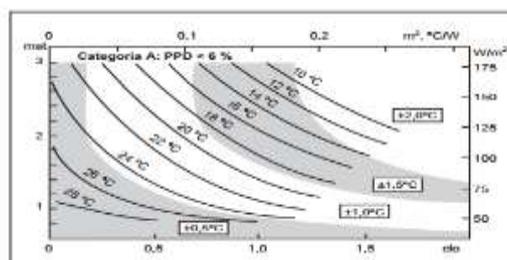


Figura 2. Límites de bienestar térmico: categoría A: PPD < 6%

CATEGORÍA	INCOMODIDAD TÉRMICA LOCAL			
	PPD [%]			
	Corrientes de aire (DR)	Diferencia vertical de la temperatura del aire	Suelos calientes y fríos	Asimetría de temperatura radiante
A	≤ 10	≤ 3	≤ 10	≤ 5
B	≤ 20	≤ 5	≤ 10	≤ 8
C	≤ 30	≤ 10	≤ 15	≤ 10

DR: del inglés Drought rate

Tabla 3. Categorías de ambiente térmico. PPD debidos a incomodidad térmica local

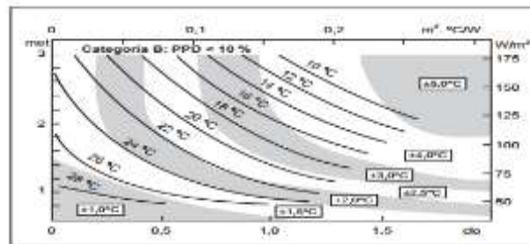


Figura 3. Límites de bienestar térmico: categoría B: PPD < 10%

Las curvas muestran la temperatura operativa óptima, por lo tanto son las mismas en las tres gráficas, mientras que los límites varían en función de la tolerancia que establece cada categoría.

Las áreas sombreadas indican los intervalos de temperatura alrededor de la óptima dentro de los cuales se cumple el valor del PMV establecido en cada categoría.

En el cálculo de los límites de bienestar se considerado una humedad relativa del 50% y una velocidad del aire inferior a 0,1 m/s.

Corrientes de aire

Una corriente de aire se puede definir como un enfriamiento no deseado de una parte del cuerpo debido al movimiento del aire y a la temperatura. En la NTP 501 se describen más ampliamente los conceptos básicos de este factor de incomodidad.

En la tabla 3 se establecen los porcentajes de insatisfechos para las tres categorías de calidad de ambiente térmico ligadas a la incomodidad térmica local y entre ellas la debida a la presencia de corrientes de aire. La figura 5 muestra las gráficas de las que se puede deducir la máxima velocidad media del aire en función de la temperatura y de la intensidad de la turbulencia para cada una de las categorías establecidas.

La intensidad de la turbulencia se exprese en tanto por ciento y corresponde a la relación entre la desviación estándar de la velocidad instantánea del aire y la velocidad media del aire. El valor de la intensidad de turbulencia puede variar entre el 30% y el 60% en espacios en los que la ventilación es por mezcla. En esos casos el objetivo es que el aire de impulsión se mezcle con el aire del interior del local alcanzando todos los puntos del mismo y, en especial, la zona respiratoria.

En los casos en que la ventilación es por desplazamiento del aire, el objetivo es que el aire de impulsión se mezcle lo menos posible con el aire del local. El aire tratado va desplazando el aire interior hacia la extracción. En esa situación la intensidad de turbulencia puede ser menor.

Otros factores de incomodidad térmica local

En este apartado se incluyen los valores de los parámetros físicos que definen los demás factores considerados como susceptibles de causar incomodidad térmica local. Dichos parámetros corresponden a: la temperatura del aire que permite verificar la cuantía de la diferencia vertical de temperaturas, la temperatura del suelo que permite determinar la incomodidad por suelos demasiado fríos o calientes y la temperatura de planos radiantes que permite calcular la asimetría de temperatura radiante. En la tabla 4 se resumen los valores permitidos de estos parámetros para cada una de las categorías de calidad establecidas.

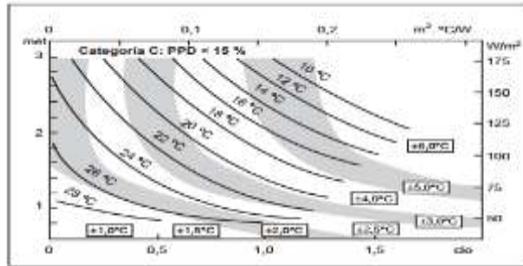


Figura 4. Límites de bienestar térmico: categoría C: PPD < 15%

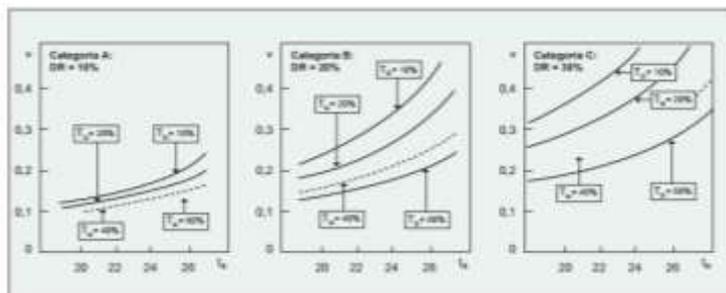


Figura 5. Velocidad media del aire permisible en función de la temperatura del aire y de la intensidad de la turbulencia.

	Diferencia vertical de temperatura	Temperatura del suelo	Asimetría de temperatura radiante			
			Techo caliente	Pared fría	Techo frío	Pared caliente
A	PD: < 2%	PD: < 10%	PD: < 8%			
	< 2°C	19 a 23 °C	< 5°C	< 10°C	< 14°C	< 22°C
B	PD: < 8%	PD: < 10%	PD: < 8%			
	< 3°C	19 a 23 °C	< 5°C	< 10°C	< 14°C	< 22°C
C	PD: < 18%	PD: < 10%	PD: < 18%			
	< 4°C	17 a 31 °C	< 7°C	< 13°C	< 18°C	< 35°C

Tabla 4. Otros factores de incomodidad térmica local

Criterios de diseño para diferentes espacios en distintos edificios

En la tabla 5 se indican los criterios de diseño para algunos espacios y para los que se han asumido ciertas hipótesis. Para el ambiente térmico, los valores de temperatura operativa están basados en los niveles de actividad típicos para la tarea que se desarrolla en dichos espacios y que normalmente se corresponde con una actividad sedentaria teniendo en cuenta una indumentaria de 0,5 clo durante el verano (período de funcionamiento de la refrigeración) temperatura y

de 1 clo durante el invierno (período de funcionamiento de la calefacción). Los valores de velocidad media del aire son válidos para una intensidad de turbulencia de aproximadamente el 40%.

Tipo de actividad	Actividad metabólica (met)	Categoría de calidad	Temperatura operativa (°C)		Máxima velocidad media del aire (m/s)	
			Verano	Invierno	Verano	Invierno
Despacho individual Oficina abierta	70	A	24.5±1.0	22.0±1.0	0.12	0.10
Sala de conferencias Sala de actos		B	24.5±1.0	22.0±2.0	0.10	0.10
Cafetería/restaurante Aula		C	24.5±2.5	22.0±3.0	0.24	0.21 ⁽¹⁾

(1) La máxima velocidad media del aire está basada en una intensidad de turbulencia del 40% y la temperatura del aire es igual a la temperatura operativa. La humedad relativa correspondiente es del 50% en verano y del 40% en invierno. Para determinar la máxima velocidad media del aire en base a la temperatura más baja del región.

(2) Cuando la temperatura es inferior a 20 °C, la máxima velocidad media del aire se determina de la figura 5.

Tabla 5. Criterios de diseño para diferentes espacios

BIBLIOGRAFÍA

(1) MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, (BOE de 23 de abril de 1997) por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

(2) MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

(3) MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, (BOE de 5 de agosto de 1998), por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

(4) AENOR Norma Española UNE-EN-ISO 7730, de octubre de 2006. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.

(5) P.O .F ANGER Thermal Comfort. Mc Graw Hill, New York, 1972.

(6) CASTEJÓN, E. NTP nº 74. Confort térmico. Método Fanger para su evaluación. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 1983.

(7) HERNÁNDEZ, A. NTP nº 501. Ambiente térmico e inconfort térmico local. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 1998.

NTP 501: Ambiente térmico: inconfort térmico local

Introducción

En el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. En particular, en su anexo III “Condiciones ambientales de los lugares de trabajo” figuran 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, por ejemplo: “ En la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o de molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados”. A continuación se citan algunos de los aspectos que tienen importancia en la evaluación del inconfort térmico local. En los trabajos de P.O. Fanger sobre confort térmico en el conjunto del cuerpo (ver NTP-74), se mencionan dos condiciones que deben cumplirse para que las personas manifiesten satisfacción con el ambiente térmico. En primer lugar, debe cumplirse la ecuación del balance térmico, es decir, debe existir un equilibrio entre la ganancia de calor (ambiental o metabólico) y la eliminación del mismo y, en segundo lugar, y dado que el cumplimiento de la ecuación del

balance térmico no es suficiente para conseguir el confort térmico, la temperatura de la piel y la cantidad de sudor evaporado deben estar comprendidas entre ciertos límites. Cuando se cumplen estas dos condiciones, un individuo puede manifestar su satisfacción con el ambiente térmico para el conjunto de su cuerpo. No obstante, todavía existe una tercera condición para obtener confort térmico, y es que no exista inconfort térmico local. Este inconfort ocurre cuando una persona, que expresa confort en el conjunto de su cuerpo, puede sentirse inconfortable térmicamente si alguna parte de su cuerpo está, por ejemplo, fría y otra caliente. Este inconfort puede estar causado por:

- Corrientes de aire.
- Asimetría de planos radiantes.
- Contacto con superficies frías o calientes.
- Diferencias verticales de temperatura.

El objetivo de esta Nota Técnica es proporcionar información sobre los aspectos termoambientales que pueden provocar inconfort térmico local, así como sobre los estudios experimentales que han proporcionado los valores recomendables para mantener el porcentaje de insatisfechos por debajo de unos determinados límites.

Estos valores están recogidos en distintas normas nacionales e internacionales, por ejemplo: la Norma UNE-EN-ISO 7730/1996, “Ambientes térmicos moderados” o en el borrador de norma europea PrENV-1752/1997 “Ventilation for buildings. Design criteria for the indoor environment”. La primera está incluida en la Instrucción Técnica Complementaria ITE 02.2.1 “Bienestar térmico”, del Reglamento de Instalaciones térmicas en los edificios (Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio), por lo que forma parte de la legislación vigente en nuestro país.

Corrientes de aire

Una corriente de aire se define como un enfriamiento localizado del cuerpo causado por el movimiento del aire. Las corrientes de aire han sido identificadas como uno de los factores ambientales más molestos en los lugares de trabajo en general y como el más molesto en las oficinas. En ocasiones, este hecho lleva a los ocupantes de un espacio a cerrar los difusores del aire e incluso a parar el sistema de ventilación.

En lugares con calefacción, pero que no tienen sistemas mecánicos de ventilación, las molestias pueden ser debidas a las corrientes convectivas que se forman a lo largo de las ventanas u otras superficies frías.

El flujo de aire en un local es normalmente turbulento y la velocidad fluctúa al azar. La intensidad de la turbulencia es función de la velocidad media del aire y de la desviación estándar de la velocidad de fluctuación. La percepción de una corriente de aire depende de:

- La velocidad del aire.
- El grado de turbulencia del aire.
- La temperatura del aire.
- El área del cuerpo expuesta.
- El estado térmico de la persona, por ejemplo: una persona calurosa percibe la corriente como una brisa agradable, mientras que una friolera la percibe como corriente molesta.

Fanger y su equipo realizaron una serie de experimentos en cámaras climáticas en las que 150 personas fueron expuestas a temperaturas del aire que oscilaban entre los 20°C y 26°C, a velocidades medias del aire entre 0,05 y 0,4 m/s y a unas intensidades de turbulencia que oscilaban entre el 0% y el 70%. Las personas participantes mantenían una actividad ligera, sedentaria y

se mantenían próximos a la neutralidad térmica para el conjunto del cuerpo modificando su indumentaria.

De las experiencias se obtuvo el índice DR (del inglés Draught Risk) que expresa el porcentaje de insatisfechos por corrientes de aire. Este índice es función de la temperatura y del movimiento del aire, que está definido por la velocidad media del aire y la intensidad de la turbulencia.

DR = $(34 - t_a) \cdot (v - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 \cdot v \cdot Tu \cdot 3,14)$ DR= Es la molestia por corrientes de aire, es decir, el porcentaje de la población insatisfecha por las corrientes de aire.

t_a= Es la temperatura del aire (°C).

v= Es la velocidad media local del aire (m/s).

Tu= Es la intensidad de turbulencia, en tanto por ciento, definida como la relación entre la desviación estándar de la velocidad instantánea del aire y la velocidad media del aire.

En la figura 1 se muestra la gráfica de la velocidad media del aire permitida en función de la temperatura del aire y de la turbulencia, para un índice DR de molestia por corrientes de aire de un 15% de insatisfechos. La figura es aplicable a actividades ligeras, esencialmente sedentarias ($70 \text{ W/m}^2 = 1,2 \text{ met} = 110 \text{ kcal/hora}$).

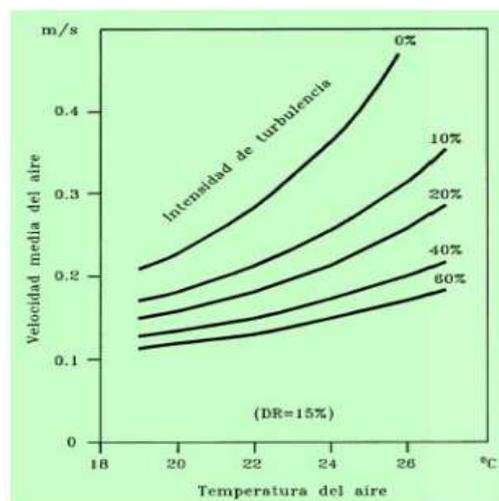


Fig. 1: Velocidad del aire permitida en función de la temperatura del aire y de la intensidad de la turbulencia

A modo de conclusión:

- Para una misma temperatura y velocidad media del aire, un flujo de aire con una intensidad de turbulencia alta es percibido como una corriente de aire por más personas que un flujo de aire con una intensidad de turbulencia baja.
- Las personas son más sensibles a las corrientes de aire que llegan por detrás en la zona de la cabeza, nuca y hombros, y en los tobillos.
- Las personas con tareas que precisan una mayor actividad física son menos sensibles a las corrientes de aire que las que desarrollan trabajos de tipo sedentario.
- Una forma de paliar los problemas por corrientes de aire consistiría en la utilización de sistemas de ventilación cuya distribución del aire creara flujos de aire menos turbulentos, por ejemplo, los sistemas por desplazamiento de aire

Asimetría de planos radiantes

La asimetría de planos radiantes o, lo que es lo mismo, una distribución no uniforme de la transferencia de calor por radiación puede estar causada por la existencia de grandes superficies frías o calientes, por ejemplo: ventanas, paredes frías, techos calientes y por la presencia de productos o maquinaria fría o caliente. En edificios de tipo no industrial, por ejemplo, oficinas o domicilios, las causas más frecuentes de este fenómeno son la existencia de ventanas frías o techos calientes.

La temperatura radiante media describe el intercambio de calor por radiación entre el cuerpo y las superficies que lo rodean (planos anterior y posterior, superior e inferior y planos derecho e izquierdo). La asimetría de planos radiantes describe la diferencia de temperatura radiante entre dos planos; por ejemplo, derecha e izquierda o superior e inferior.

Para determinar la relación entre la asimetría de la temperatura radiante y la insatisfacción, se realizaron una serie de experiencias en cámaras climáticas. En estas cámaras, las personas participantes se encontraban sentadas, con un vestido estándar de 0,6 clo (del inglés clothes, 1 clo = 0,155 m² · °C/W) y estaban expuestos a planos horizontales calientes por encima de la cabeza y a planos verticales laterales fríos. La temperatura de esos planos se iba modificando a lo largo de la experiencia, con lo que la asimetría fue aumentada o disminuida, mientras que el resto de los planos se mantenía a temperatura constante. Ya que estos cambios alteraban el valor de la temperatura radiante media y, por lo tanto, el grado de confort general, se adecuó el resto de parámetros para mantener la neutralidad térmica del conjunto del cuerpo, una de las opciones consistía en modificar la temperatura del aire.

Las personas sometidas a estas experiencias daban la opinión subjetiva sobre su sensación de confort respecto a los planos radiantes. De estas opiniones se estableció la relación entre la asimetría de planos radiantes y el porcentaje de insatisfechos. En la figura 2 se muestran las gráficas en las que se relacionan estos dos aspectos y de ellas se desprende que las personas son más sensibles a la asimetría de planos horizontales calientes por encima de la cabeza que a los planos verticales laterales fríos. En el primero de los casos, a una diferencia de temperatura radiante de 5°C, le corresponde un 7% de insatisfechos, mientras que en el segundo de los casos, se precisa una diferencia de 10°C para obtener un porcentaje de insatisfechos del 5%. Al analizar el resto de posibilidades, se observa que cuando se trata de planos horizontales fríos por encima de la cabeza, para obtener un 7% de insatisfechos, la diferencia de temperatura radiante debe ser de 15°C; si se trata de planos verticales calientes, la diferencia de temperatura radiante ha de ser de 25°C para tener un 5% de insatisfechos.

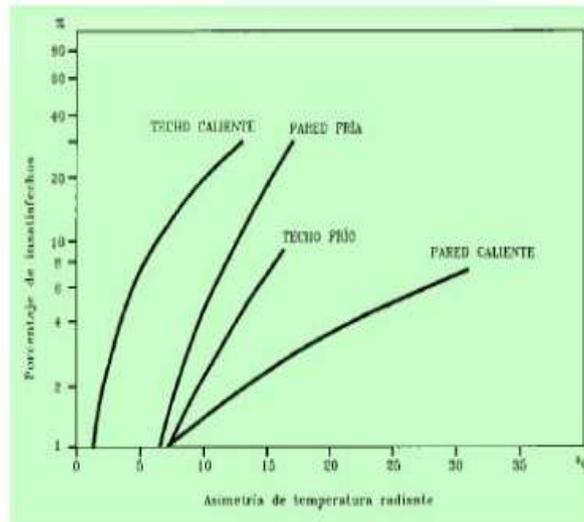


Fig. 2. Porcentaje de insatisfechos en función de la asimetría de la temperatura de radiación

Diferencia vertical de temperaturas

En muchos espacios la temperatura del aire no es uniforme desde el suelo al techo, normalmente aumenta con la altura. Si ese gradiente es suficientemente grande, puede aparecer el incomfort localizado, por ejemplo, el que se produce al tener los pies fríos y/o la cabeza caliente, aunque se mantenga el confort para el conjunto del cuerpo.

Experimentos realizados en la cámara climática con individuos que realizaban una actividad ligera, en confort térmico para el conjunto del cuerpo y sometidos a diferentes gradientes de temperatura entre los tobillos y la cabeza, permitieron obtener la relación entre esos gradientes y el porcentaje de insatisfechos. De la figura 3 se desprende que cuando el gradiente es de 3°C, el porcentaje de insatisfechos es de un 5%. Las personas que desarrollan una actividad física mayor son menos sensitivas y al parecer toleran gradientes de temperatura superiores, aunque no existan datos experimentales que confirmen tal hipótesis.

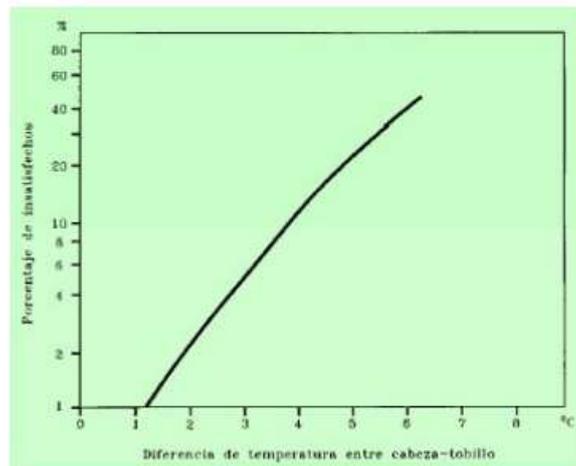


Fig. 3. Porcentaje de insatisfechos en función de la diferencia vertical de temperatura entre los tobillos (0,1 m) y la cabeza (1,1 m en posición sentado y 1,7 m de pie)

Suelos calientes o fríos

Debido al contacto directo de los pies con el suelo, el inconfort local puede estar causado por suelos que se encuentran a temperaturas muy bajas o muy altas. La temperatura del suelo tiene una influencia significativa en la temperatura radiante media y, por tanto, en el confort térmico del conjunto del cuerpo y está influenciada por el tipo de construcción, por ejemplo, si el edificio está construido directamente sobre la tierra, sobre una bodega o sótano, sobre otra habitación o si la calefacción existente llega a través del suelo.

Diversos estudios realizados con personas descalzas sobre suelos de diferentes materiales permitieron determinar el rango idóneo de temperaturas, en la tabla 1 se muestran los intervalos de temperatura recomendados para distintos tipos de materiales.

En los estudios realizados con personas calzadas se observó que la temperatura del suelo tenía una importancia menor; se obtuvieron temperaturas del suelo óptimas: para trabajos de tipo sedentario, 25°C y para personas de pie o andando, 23°C.

En la figura 4, en la que se han incluido los resultados de las experiencias realizadas con personas descalzas y calzadas, se muestra la gráfica en la que se relaciona el porcentaje de insatisfechos con la temperatura del suelo. De la gráfica se desprende que a la temperatura óptima de 24°C, un 6% se mostrará insatisfecho

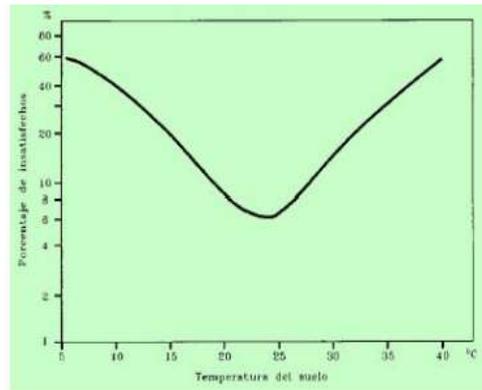


Fig. 4. Porcentaje de insatisfechos en función de la temperatura del suelo

Tabla 1. Temperaturas de confort del suelo para personas descalzas

MATERIAL DEL SUELO	TEMPERATURA DEL SUELO ÓPTIMA		INTERVALO RECOMENDADO DE TEMPERATURAS
	OCUPACIÓN 1 MINUTO	OCUPACIÓN 10 MINUTOS	
Textiles	21	24,5	21-28
Corcho	24	26	23-28
Madera (pino)	25	26	22,5-28
Madera (roble)	26	26	24,5-28
PVC	28	27	25,5-28
Linóleo	28	26	24-28
Cemento	28,5	27	26-28,5
Mármol	30	29	28-29,5

Valores de referencia

En el Real Decreto 486/1997 se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. En particular, en su anexo III “Condiciones ambientales de los lugares de trabajo” figuran los requisitos en cuanto a ambiente térmico que deben cumplirse en dichos lugares de trabajo y que son los siguientes:

- A. La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- B. La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%.

Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites: 0,25 m/s para trabajos en ambientes no calurosos; 0,5 m/s para trabajos sedentarios en ambientes calurosos y 0,75 m/s para trabajos no sedentarios en ambientes calurosos. Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y de 0,35 m/s en los demás casos.

En el anexo informativo D de la norma UNE-EN-ISO 7730/1996, se incluyen los requisitos recomendados para el bienestar térmico, tanto los relativos al bienestar general como al inconfort térmico local.

Bienestar general

Se considera como aceptable que el PPD (Porcentaje Estimado de Insatisfechos, del inglés Predicted Percentage of Dissatisfied) sea inferior al 10%. Esto corresponde a un PMV (Voto Medio Estimado, del inglés Predicted Mean Vote) que oscile entre los valores -0,5 y 0,5. Es conveniente recordar que un PMV igual a 0, es decir, neutralidad térmica, supone un PPD del 5%.

A título de ejemplo, en la figura 5 aparecen límites de bienestar para distintas temperaturas operativas en función de la actividad física y de la ropa. Las áreas sombreadas indican la zona de bienestar más-menos un incremento de

temperatura ($\pm\delta t$) alrededor de la temperatura óptima, en el interior de la cual se cumple que el PMV está comprendido entre -0,5 y 0,5.

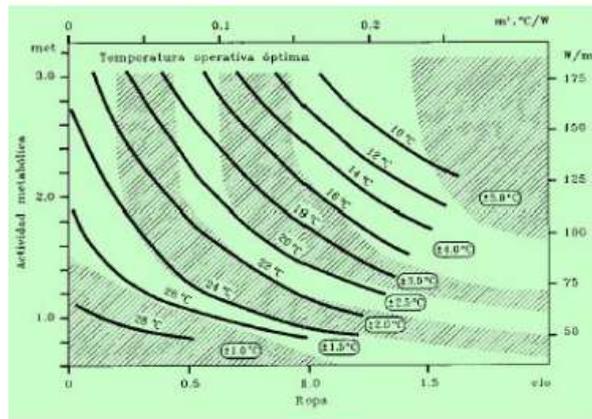


Fig. 5. Temperatura operativa óptima (correspondiente a un PMV = 0) en función de la actividad y de la ropa

La temperatura operativa (t_o) es la temperatura uniforme de un recinto radiante negro en el cual un ocupante intercambiaría la misma cantidad de calor por radiación y convección que en el ambiente no uniforme real. En la mayor parte de los casos prácticos, si la velocidad relativa del aire (v_{ra}) es baja ($< 0,2$ m/s), o si la diferencia entre la temperatura radiante media (t_{rm}) y la temperatura del aire (t_a) es pequeña ($< 4^\circ\text{C}$), la temperatura operativa puede calcularse, con suficiente aproximación, como el valor medio de t_a y t_{rm} . Para obtener una precisión mayor, puede adoptarse la siguiente fórmula

$$t_o = A \times t_a + (1 - A) \times t_{rm}$$

El valor de A es función de la velocidad relativa del aire:

v_{ra}	$<0,2$ m/s	0,2 y 0,6 m/s	0,6 y 1 m/s
A	0,5	0,6	0,7

La temperatura operativa es el parámetro utilizado cuando el índice PMV se obtiene de las tablas del anexo C (normativo) de la Norma UNE-EN-ISO 7730,

para distintas combinaciones de actividad metabólica, ropa, temperatura operativa y velocidad relativa del aire.

Inconfort térmico local

Actividad ligera, esencialmente sedentaria en condiciones invernales (período de calefacción)

- La temperatura operativa debe mantenerse entre los 20°C y los 24°C ($22 \pm 2^\circ\text{C}$).
- La diferencia vertical de temperatura del aire entre 1,1 m y 0,1 m sobre el suelo (nivel de la cabeza y nivel de los tobillos) debe ser inferior a 3°C.
- La temperatura superficial del suelo debe estar normalmente comprendida entre 19°C y 26°C, pero los sistemas de calefacción del suelo deben estar concebidos para mantenerlos a 29°C.
- La velocidad media del aire debe ser inferior a la especificada en la figura 1 para obtener un 15% de insatisfechos por corrientes de aire.
- La asimetría de la temperatura de radiación en ventanas y otras superficies verticales frías debe ser inferior a 5°C (relativa a un pequeño plano horizontal situado a 0,6 m sobre el suelo).
- La asimetría de la temperatura de radiación debida a un techo ligeramente caliente debe ser inferior a 10°C (relativa a un pequeño plano horizontal situado a 0,6 m sobre el suelo).
- La humedad relativa debe permanecer entre el 30% y el 70%.

Actividad ligera, esencialmente sedentaria en condiciones estivales (período de refrigeración)

- La temperatura operativa debe mantenerse entre los 23°C y los 26°C ($24,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$).
- La diferencia vertical de temperatura del aire entre 1,1 m y 0,1 m sobre el suelo (nivel de la cabeza y nivel de los tobillos) debe ser inferior a 3°C.

- La velocidad media del aire debe ser inferior a la especificada en la figura 1 para obtener un 15% de insatisfechos por corrientes de aire.
- La humedad relativa debe permanecer entre el 30% y el 70%.

Bibliografía

(1) MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, (BOE de 23 de abril de 1997) por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

(2) MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, (BOE de 5 de agosto de 1998), por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

(3) AENOR Norma Española UNE-EN-ISO 7730, de julio de 1996. Ambientes térmicos moderados. Determinación de los índices PMV y PPD y especificaciones de las condiciones para el bienestar térmico.

(4) ISO Norma ISO 7726 Thermal environments. Specifications relating to appliances and methods for measuring physical characteristics of the environment.

(5) P.O. FANGER Thermal Comfort Mc Graw Hill, New York, 1972

(6) CASTEJÓN, E. NTP nº 74. Confort térmico. Método Fanger para su evaluación Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 1983.

(7) OLESEN, B. W. Thermal Comfort Nærum, Denmark, Brüel & Kjær, Technical review nº 2, 1982.

(8) OLESEN, B. W. Local thermal discomfort Nærum, Denmark, Brüel & Kjær, Technical review nº 1, 1985.

(9) MELIKOV, A. K. Quantifying Draught Risk Nærum, Denmark, Brüel & Kjær, Technical review nº 2, 1988.

(10) MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo Madrid, INSHT, 1999.

NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT

Introducción

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 estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de inconfort, sin que exista riesgo para la salud. Con menor frecuencia pueden encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta 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, que condiciona 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.

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

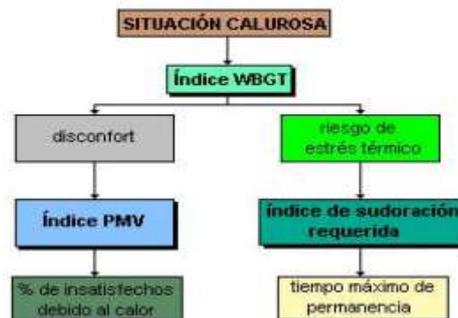


Fig. 1. Índices de valoración de ambiente térmico

Para ambientes térmicos moderados es útil conocer el índice **PMV**, cuyo cálculo permite evaluar el nivel de confort o disconfort de una situación laboral (1).

Cuando queremos valorar el riesgo de estrés térmico se utiliza el **índice de sudoración requerida**, que nos da entre otros datos, el tiempo máximo recomendable, de permanencia en una situación determinada (2).

El índice WBGT (3), objeto de esta Nota Técnica, se utiliza, por su sencillez, para discriminar rápidamente si es o no admisible la situación de riesgo de estrés térmico, aunque su cálculo permite a menudo tomar decisiones, en cuanto a las posibles medidas preventivas que hay que aplicar.

Metodología

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

Mediante las siguientes ecuaciones se obtiene el índice **WBGT**:

$$WBGT = 0.7 THN + 0.3 TG \text{ (I)}$$

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

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.2 \text{ TG} + 0.1 \text{ TA} \text{ (II)}$$

(en exteriores con radiación solar)

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

$$\text{WBGT} = \frac{\text{WBGT (cabeza)} + 2 \times \text{WBGT (abdomen)} + \text{WBGT (tobillos)}}{4}$$

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

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

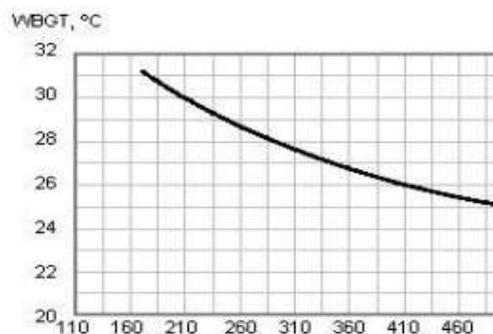


Fig. 2. Valores límite del índice WBGT (ISO 7243)

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

Mediciones

Las mediciones de las variables que intervienen en este método de valoración deben realizarse prerentemente, durante los meses de verano y en las horas más cálidas de la jornada. Los instrumentos de medida deben cumplir los siguientes requisitos:

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

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

El sensor debe tener las siguientes características:

- Forma cilíndrica.
- Diámetro externo de 6mm ± 1 mm.
- Longitud 30mm ± 5 mm.
- Rango de medida 5 °C 40 °C.
- Precisión $\pm 0,5$ °C.
- La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (p.e. algodón) de alto poder absorbente de agua.

- El soporte del sensor debe tener un diámetro de 6mm, y parte de él (20 mm) debe estar cubierto por el tejido, para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor.
- El tejido debe formar una manga que ajuste sobre el sensor. No debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado.
- El tejido debe mantenerse limpio.
- La parte inferior del tejido debe estar inmersa en agua destilada y la parte no sumergida del tejido, tendrá una longitud entre 20 mm y 30 mm.
- El recipiente del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

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

- El sensor debe estar protegido de la radiación térmica, sin que esto impida la circulación natural de aire a su alrededor.
- Debe tener una escala de medida entre 20 °C y 60 °C ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Cualquier otro sistema de medición de estas variables es válido si, después de calibrado, ofrece resultados de similar precisión que el sistema descrito (4).

Consumo metabólico (M)

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

El término M puede medirse a través del consumo de oxígeno del individuo, o estimarlo mediante tablas (5). Esta última forma, es la más utilizada, pese a su imprecisión, por la complejidad instrumental que comporta la medida del oxígeno consumido.

Existen varios tipos de tablas que ofrecen información sobre el consumo de energía durante el trabajo. Unas relacionan, de forma sencilla y directa, el tipo de trabajo con el término M estableciendo trabajos concretos (escribir a máquina, descargar camiones etc.) y dando un valor de M a cada uno de ellos. Otras, como la que se presenta en la tabla 2, determina un valor de M según la posición y movimiento del cuerpo, el tipo de trabajo y el metabolismo basal (6). Este último se considera de 1 Kcal / min como media para la población laboral, y debe añadirse siempre.

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

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

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

1 Kcal/hora = 1,16 vatios = 0,64 vatios/m² (para una superficie corporal media de 1,8 m²).

Variación de las condiciones de trabajo con el tiempo

Durante la jornada de trabajo pueden variar las condiciones ambientales o el consumo metabólico, al realizar tareas diferentes o en diferentes ambientes. En

estos casos se debe hallar el índice WBGT o el consumo metabólico, ponderados en el tiempo, aplicando las expresiones siguientes:

$$WBGT = \frac{\sum_{i=1}^n WBGT_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (V); \quad M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (V);$$

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

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

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

Adecuación de regímenes de trabajo - descanso

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

Siendo:

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

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

$$ft = \frac{33-B}{33-D} \times 60 \text{ (minutos / hora)} \quad (VII)$$

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

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

Limitaciones a la aplicación del método

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

La velocidad del aire: Sólo interviene a partir de cierto valor del consumo metabólico y de forma cualitativa, aumentando 1 ó 2 °C los límites del índice **WBGT**, cuando existe velocidad de aire en el puesto de trabajo. Ver tabla 1

Los límites expresados en la figura 1 sólo son válidos para individuos sanos y aclimatados al calor. La **aclimatación** al calor es un proceso de adaptación fisiológica que incrementa la tolerancia a ambientes calurosos, fundamentalmente por variación del flujo de sudor y del ritmo cardíaco. La aclimatación es un proceso necesario, que debe realizarse a lo largo de 6 ó 7 días de trabajo, incrementando poco a poco la exposición al calor.

A.C.G.I.H. (6), que adopta este método como criterio de valoración de estrés térmico y presenta una curva límite (TLV) similar, pero añadiendo además otra para individuos no aclimatados, bastante más restrictiva.

Cuando la situación de trabajo no se adapte al campo de aplicación del método, es decir, que la velocidad del aire o el vestido sean muy diferentes de lo indicado, debe recurrirse a métodos más precisos de valoración (1) y (2).

Ejemplo de aplicación

Supongamos una situación de trabajo caracterizada por una temperatura de globo de 40 °C y temperatura húmeda natural de 29 °C, en la que un individuo aclimatado al calor y con indumentaria veraniega (0,5 clo), descarga un horno que trabaja en continuo, secando piezas que circulan por su interior, las cuales pesan 10 Kg. Una vez descargada la pieza debe dejarla en un lugar cercano para que posteriormente otra persona proceda a su almacenamiento.

El ciclo de trabajo (mínimo conjunto de tareas que se repiten de forma ordenada a lo largo de la jornada y que constituye el trabajo habitual del individuo) se puede desglosar de la siguiente forma:

1. Descolgar y transportar la pieza	10 seg.....	27% del tiempo total
2. Volver caminando a la cadena	7 seg.....	19% del tiempo total
3. Esperar de pie la siguiente pieza	20 seg.....	54% del tiempo total
TOTAL DEL CICLO:		37 seg. 100%

El cálculo del término M podría hacerse con ayuda de la Tabla 2 de la forma siguiente:

Tabla 2: Estimación del consumo metabólico M (ACGIH)

1. Descolgar y transportar la pieza	Andando.....	2,0 kcal/min
	Trabajo pesado con ambos brazos.....	2,5 kcal/min
	Andando.....	2,0 kcal/min
2. Volver caminando a la cadena	Andando.....	2,0 kcal/min
3. Esperar de pie la siguiente pieza	De pie.....	0,6 kcal/min

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

Teniendo en cuenta la distribución de tiempos y el Metabolismo Basal considerado de 1 Kcal/min, $M = 4,5 \text{ Kcal/min} \times 0,27 + 2 \text{ Kcal/min} \times 0,19 + 0,6 \text{ Kcal/min} \times 0,54 + 1 \text{ Kcal/min} = 2,92 \text{ Kcal/min} = 175 \text{ Kcal/h}$

El índice WBGT calculado según las temperaturas indicadas y la ecuación (I), resulta ser de 32,3°C, mientras que el WBGT límite para el consumo metabólico determinado, es según indica la gráfica 1 de 30 °C, por lo que existe una situación de riesgo no admisible de estrés térmico en estas condiciones y según este método.

Si queremos aplicar al puesto, un régimen de trabajo-descanso, para disminuir el riesgo:

WBGT (límite) descansando = 31 °C (tabla 1)

Si el periodo de descanso lo realiza en las inmediaciones del puesto de trabajo, el índice WBGT es el mismo por lo que, WBGT descansado = 32,3 °C.

Aplicando la ecuación VII:

$$ft = \frac{33-32,3}{33-30} \times 60 = 14 \text{ minutos de trabajo por hora}$$

Si por el contrario descansa en un lugar más fresco, cuyo WBGT fuera, por ejemplo, de 27 °C, aplicando la ecuación VI:

$$ft = \frac{(33-27)}{(32,3-31)+(33-27)} \times 60 = 49 \text{ minutos de trabajo por hora}$$

Bibliografía

(1) ISO 7730. 1984 y revisión 1992 Ambiances thermiques modérés. Determination des indices PMV et PPD et specification des conditions de confort thermique

(2) ISO 7933. 1989 Ambiances thermiques chaudes. Determination analytique et interpretation de la contrainte thermique fondées sur le calcul de la sudation requise

(3) ISO 7243. 1989 Hot environments. Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index (Wet bulb globe temperatures)

(4) ISO 7726. 1985 Ambiances thermiques. Appareils et méthodes de mesure des caractéristiques physiques de l'environnement

(5) ISO/DIS 8996 Determination du métabolisme énergétique

(6) American Conference of Governmental Industrial Hygienists Threshold limits values and Biological exposure indices of 1992-93 Cincinnati. A.C.G.I.H. 1992

