



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO

“Determinantes de la exposición a estrés térmico en el personal del área de imprimación de asfalto de una compañía constructora de la ciudad de Manta, periodo 2014 - 2015”

Informe final de Investigación para optar por el título de Magister en
SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO

Autor: Teddy Stalin Mendoza Chiquito
Director Científico: Washington Paz C.

Quito, marzo del 2015



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO

“Determinantes de la exposición a estrés térmico en el personal del área de imprimación de asfalto de una compañía constructora de la ciudad de Manta, periodo 2014 - 2015”

Informe final de Investigación para optar por el título de Magister en
SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO

Autor: Teddy Stalin Mendoza Chiquito

Email: tedd_87@hotmail.com

Teléfono: 0986370664 – 055 000477

Quito, marzo del 2015

CERTIFICACION

Yo, Teddy Stalin Mendoza Chiquito, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además, y, que de acuerdo a la Ley de propiedad intelectual, todos los derechos del presente Trabajo de Investigación, por su reglamento y normatividad institucional vigente, pertenecen a la Universidad Tecnológica Equinoccial.

Teddy Stalin Mendoza Chiquito
131204635-0

APROBACION DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el señor Teddy Stalin Mendoza Chiquito, previo a la obtención del Grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y disposiciones emitidas por la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, a los 31 días del mes de Marzo de 2015.

Dr. Washington Paz C.

170675897-4

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, a la Dirección General de Posgrados, y de manera especial a todos los docentes que hicieron posible mi preparación como estudiante, por sus valiosas enseñanzas, conocimientos y experiencias compartidas en las diferentes etapas de este proceso.

DEDICATORIA

A Dios por darme fortaleza y permitirme lograr cumplir este objetivo,
A mis Padres, Hermanas, Esposa y Familia,
por su incondicional apoyo moral,
estímulos brindados con infinito amor y confianza,
y por infundir los valores necesarios
para llevar a buen fin este proceso
que da inicio a proponerme nuevos objetivos.

Teddy Mendoza

INDICE GENERAL

PORTADA.....	ii
CERTIFICACION	iii
APROBACION DEL DIRECTOR	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
INDICE GENERAL.....	vii
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
I. PROBLEMAS DE INVESTIGACION	4
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.1. Antecedentes del problema.....	4
1.1.2. Descripción del problema.....	4
1.1.3. Justificación del problema.....	5
1.2. Pregunta significativa.....	6
II. MARCO REFERENCIAL	7
2.1. Condiciones y medio ambiente de trabajo.....	7
2.2. Exposición a calor.....	7
2.3. Efectos del calor en el trabajador.....	8
2.4. Estrés térmico.....	9
2.4.1. Índices de estrés térmico.....	11
2.4.2. Método para valorar el estrés térmico.....	12
2.4.3. Escala de temperatura efectiva.....	15

2.4.4. Temperatura de globo y bulbo húmedo.....	16
2.4.4.1. Metodología para la medición del índice de WBGT.....	18
2.4.4.2. Coeficiente de descanso.	19
2.4.4.3. Aplicabilidad del índice de WBGT.....	20
2.4.4.4. Limitaciones a la aplicación del método.	20
2.4.5. Predicción de la tasa de sudoración de 4 horas (P4SR)	21
2.4.6. Índice Belding – Hatch.	21
2.4.7. Índice de sudoración requerida.....	22
2.5. Consumo metabólico.	22
2.5.1. Consumo metabólico según el tipo de actividad.....	26
2.5.1.1. Metabolismo ligero.....	27
2.5.1.2. Metabolismo moderado.	27
2.5.1.3. Metabolismo elevado.	27
2.5.1.4. Metabolismo muy elevado.	28
2.5.2. Consumo metabólico según la profesión.....	28
2.5.3. Consumo metabólico en tareas concretas.....	28
2.5.4. Consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad.	29
2.5.5. Determinación del consumo metabólico mediante medición de parámetros fisiológicos.	29
2.5.6. Ponderación por metabolismo, tiempo de actividad y posición del operario. 29	
2.6. Balance térmico.	31
2.7. Valores permisibles de estrés térmico según la Legislación Ecuatoriana.....	32
2.8. Salud.....	34
2.9. Seguridad en el Trabajo.	34
2.10. Higiene Industrial.....	34
2.11. WBGT.....	35

2.12. Riesgo.....	35
2.13. Vestimenta.....	35
2.14. Aclimatación.	36
2.15. Velocidad del viento.	38
III. OBJETIVOS.....	39
3.1. Objetivo General	39
3.2. Objetivos Específicos.....	39
3.3. Variables en Estudio.....	40
3.4. Operacionalización de Variables	41
IV. MARCO METODOLÓGICO.....	43
4.1. Tipo de Investigación.	43
4.2. Población y/o Muestra.....	43
4.3. Criterios de Inclusión.	43
4.4. Criterios de Exclusión.....	43
4.5. Mediciones.	43
4.6. Descripción General de los Instrumentos a Utilizar.	45
4.7. Validez y confiabilidad.	47
4.8. Procedimiento de recolección de datos.	48
4.9. Procedimiento para el análisis de datos.....	49
4.10. Consideraciones bioéticas	49
V. RESULTADOS	50
5.1. Resultado de las mediciones.....	50
5.2. Descripción.	59
5.3. Análisis.....	66
5.4. Discusión.....	71
5.5. Conclusiones.	71

5.6. Recomendaciones.....	72
VI. BIBLIOGRAFIA.....	74
VII. ANEXOS.....	77
ANEXO A Instrumento para la medición del WBGT	77
ANEXO B Instrumento para la medición del WBGT	78
ANEXO C Clasificación de metabolismo según la actividad.....	79
ANEXO D Metabolismo por actividad tipo	80
ANEXO E Metabolismo basal en función de la edad y sexo.....	82
ANEXO F Metabolismo para la postura corporal. Valores excluyendo el metabolismo basal	83
ANEXO G Metabolismo para distintos tipos de actividades. Valores excluyendo el metabolismo basal.	83
ANEXO H Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo. Valores excluyendo el metabolismo basal	84
ANEXO I Resistencia térmica de las prendas (clo).	85
ANEXO J Carta de consentimiento informado	86
ANEXO K Formato de encuesta	88
ANEXO L Certificado de calibración de medidor de WBGT	90

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 2. 1 Comparación de los cuatro tipos comunes de índices de estrés térmico.	12
Tabla N° 2. 2 Índices de estrés más importantes.	14
Tabla N° 2. 3 Índices de confort más importantes.	15
Tabla N° 2. 4 Valores de referencia de WBGT según metabolismo Tabla N° 2. 4 Valores de referencia de WBGT según metabolismo.	25
Tabla N° 2. 5 Clasificación del metabolismo por tipo de actividad.	26
Tabla N° 2. 6 Valores de referencia de WBGT según metabolismo.	30
Tabla N° 2. 7 Periodos de actividad de conformidad al T.G.B.H. y carga de trabajo.	34
Tabla N° 3. 1 Operacionalización de las variables independientes.	41
Tabla N° 3. 2 Operacionalización de las variables dependientes.	42
Tabla N° 4. 1 Características generales del equipo utilizado.	48
Tabla N° 5. 1 Resultado de mediciones de índice WBGT – Operador de minicargadora.	50
Tabla N° 5. 2 Resultado de mediciones de índice WBGT – Peón.	51
Tabla N° 5. 3 Resultado de mediciones de índice WBGT – Ayudante de esparcidor de asfalto.	52
Tabla N° 5. 4 Resultado de mediciones de índice WBGT – Rastrillero.	53
Tabla N° 5. 5 Resultado de mediciones de índice WBGT – Conductor de esparcidor de asfalto.	54
Tabla N° 5. 6 Resultado de mediciones de índice WBGT – Operador de rodillo.	55
Tabla N° 5. 7 Resultado de mediciones de índice WBGT – Operador de finisher.	56
Tabla N° 5. 8 Resultado de mediciones de índice WBGT – Inspector de Obra.	57
Tabla N° 5. 9 Resultado de mediciones de índice WBGT – Ayudante de finisher.	58
Tabla N° 5. 10 Frecuencia por grupo de edad.	59
Tabla N° 5. 11 Frecuencia por puestos de trabajo.	60
Tabla N° 5. 12 Frecuencia por equipos de protección personal utilizado.	61
Tabla N° 5. 13 Frecuencia por antigüedad en el puesto de trabajo.	61
Tabla N° 5. 14 Frecuencia por tipo de actividad según el consumo metabólico.	62
Tabla N° 5. 15 Frecuencia por áreas de descanso con sombras.	62

Tabla N° 5. 16 Frecuencia por presencia de puntos de hidratación definidos.....	63
Tabla N° 5. 17 Frecuencia por periodos de descansos por hora de trabajo.....	63
Tabla N° 5. 18 Frecuencia por condiciones de trabajo.....	64
Tabla N° 5. 19 Calculo de dosis de exposición a WBGT.....	65
Tabla N° 5. 20 Relación entre puestos de trabajo y dosis del índice de WBGT...	67
Tabla N° 5. 21 Relación entre equipos de protección utilizados y dosis del índice de WBGT.....	68
Tabla N° 5. 22 Relación entre tipo de actividad según consumo metabólico y dosis del índice de WBGT.	69
Tabla N° 5. 23 Relación entre descanso por hora de trabajo y dosis del índice de WBGT.	70

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 2. 1 Esquema de valoración de ambiente térmico	13
Gráfico N° 2. 2 Gráfico de confort térmico.....	33
Gráfico N° 3. 1 Variables en estudio.	40

RESUMEN

El sector de la construcción es uno de los sectores económicos importante que ocupa una gran masa laboral de nuestro país; y por ende aporta al progreso de nuestra sociedad. La Ciudad de Manta acorde al desarrollo que está teniendo el país, se encuentra desarrollando varios proyectos que apuntan hacia el crecimiento del país, con el objetivo de proveer a sus ciudadanos de condiciones acordes a la políticas del buen vivir; siendo la base de ello, la vialidad; y es dentro de la construcción de vías que se solicitan servicios de asfaltados que hacen uso de varios equipos, maquinarias y procesos que generan niveles molestosos de temperatura que podrían exponer a los trabajadores al factor de riesgo estrés térmico.

La presente investigación estuvo direccionada a establecer los determinantes de la exposición a estrés térmico de los trabajadores del área de imprimación de asfalto de una Compañía Constructora de la Ciudad de Manta, 2014 -2015, para mejorar las condiciones de trabajo; realizando mediciones de los niveles de WBGT presente en los puestos de trabajo y se ejecutaron encuestas personalizadas para conocer las Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.

Se pudo establecer que el 85.4% del personal del área de imprimación está expuesta a dosis de estrés térmico medido por el índice de WBGT superior a 1, considerándose dentro de este grupo a los siguientes puestos de trabajo: Peón, Rastrillero, Operador de finisher, Ayudante de finisher, Operador de minicargadora, Ayudante de esparcidor de asfalto, Operador de rodillo; lo cual indica que este personal está en riesgo.

Se recomienda implantar periodos de descanso, puntos de hidratación fijos dentro de áreas con sombras que sirvan para los periodos de descanso actuales y los que se definan a futuro.

Palabras claves: Estrés térmico, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, Trabajadores de imprimación de asfalto.

SUMMARY

The construction sector is one of the major economic sectors which occupies a large labor force of our country; and thus contributes to the progress of our society. The city of Manta according to development that is taking the country is developing several projects aimed towards the growth of the country, with the aim of providing its citizens terms in accordance with the policies of good living; be the basis of this, the road; and is within the construction of paved roads that services that make use of various equipment, machinery and processes that generate annoying temperature levels that could expose workers to heat stress risk factor requested.

This research was directed to establish the determinants of exposure to heat stress of workers in the area asphalt primer in a Construction Company of the City of Manta, 2014 -2015, to improve working conditions; performing measurements WBGT levels present in the workplace and customized surveys were implemented to meet the Conditions and Working Environment.

It was established that 85.4 % of staff in the area of primer is exposed to doses of heat stress measured by the index of greater than 1 WBGT, considering within this grouped into the following positions: Pawn, Troweling workers, Operator finisher, Assistant finisher, Skid steer operator, Assistant asphalt spreader, Roller operator; Indicating that these personnel are at risk.

It is recommended to implement rest periods, fixed points of hydration in shady areas that serve for current periods of rest and to be defined in the future.

Keywords: Heat stress, Conditions and Environment at Work, Workers asphalt primer.

INTRODUCCION

Uno de los sectores económicos más importantes y que ocupa una gran masa laboral de nuestro país y por ende aporta al progreso de nuestra sociedad, es el sector de la construcción.

En la actualidad los principales y más grandes proyectos de construcción que se desarrollan en el país, han dado lugar a que laboren varias empresas al mismo tiempo, variando su forma y tiempo de intervención de acuerdo a la naturaleza de las mismas; por ejemplo, en las obras de gran envergadura generalmente existe una contratista a la que se le adjudica todo el proyecto o será responsable de su ejecución; pero esta a su vez sub-contratará los servicios de excavación y movimiento de tierra al inicio de la misma, luego vendrán los de reconfiguración de accesos, los instaladores de equipos, etc. Pero a medida que los proyectos avanzan se experimentan cambios generados por la conducta de los propios trabajadores o cambios generados en los ambientes de trabajo y no está de más citar que podrían aparecer afectaciones causada por una deficiente gestión de riesgos laborales.

“Los trabajadores de la construcción suelen contratarse para cada proyecto y su permanencia en el sitio de trabajo puede prolongarse desde unas pocas semanas hasta meses. De ello se derivan ciertas consecuencias tanto para los trabajadores como para los proyectos.” (Henao Robledo, 2011).

La Ciudad de Manta acorde al desarrollo que está teniendo el país, se encuentra desarrollando varios proyectos que apuntan hacia el crecimiento del país y proveer a sus ciudadanos de condiciones acordes a la políticas del buen vivir; siendo la base de ello la vialidad. Es por ello que en los 6 últimos años ha tenido un despunte el uso de compañías constructoras que den servicios de reconfiguración de vías; las mismas que durante el proceso de asfaltado hacen uso de varios equipos, maquinarias y procesos que generan niveles molesto de temperatura y la posible deficiencia en los controles podrían exponer a los trabajadores al factor de riesgo estrés térmico.

I. PROBLEMAS DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema.

1.1.1. Antecedentes del problema.

El desarrollo de actividades a cielo abierto, tales como: Minería, Agricultura, Construcción, entre otras; constantemente exponen a personas a ambientes térmicos pocos confortables que en muchas ocasiones pueden afectar a la salud de los trabajadores, impactar en el rendimiento laboral de los mismos y por ende podrían generar un mal ambiente de trabajo.

Estudios relacionados con los efectos fisiológicos causados por exposición laboral a ambientes calurosos en trabajadores de la construcción realizados en el año de 2010 en la Ciudad de La Habana, Cuba, demuestran que las variables fisiológicas: temperatura oral y frecuencia cardiaca aumentan en correspondencia con los cambios térmicos y la intensificación del trabajo dejando claro que es importante mantener condiciones que aseguren que los trabajadores están en ambientes confortables para asegurar el buen estado de salud y la productividad de los mismos. (Caballero Poutou, Suárez Cabrera, & Batle Munzuró, 2010)

Las compañías constructoras de la ciudad de Manta, generalmente debido a clima cálido que caracteriza a esta región, generan condiciones en los trabajos al aire libre pueden ser poco confortables y tendiente a generar situaciones de estrés térmico; factor que puede estar en mayor proporción en las labores de imprimación de asfalto debido al uso de maquinarias y el propio asfalto que generalmente presentan temperaturas mayores que la ambiental.

1.1.2. Descripción del problema.

El estrés térmico se relaciona con las condiciones de trabajo y ambiente laboral, esta relación se ve modificada por Edad, a mayor edad mayor probabilidad de presentar con mayor frecuencia e impacto problemas de salud; en relación a la vestimenta se piensa que al usar ropa mas fresca (menor unidad clo) el cuerpo

puede intercambiar calor con el exterior y al contrario al usar ropa mas abrigada (mayor unidad clo) los sujetos tienden a acumular mayor cantidad de calor y al aumentar la actividad metabolica se puede producir una situación de sobrecarga termica. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011)

Si el sujeto expuesto al estrés térmico se hidrata de manera adecuada probablemente tendrá menor probabilidad de deshidratarse durante la jornada laboral; y ademas si los puestos de trabajo tienen una adecuada ventilación el intercambio de calor entre el individuo y su ambiente laboral mejora, considerandose esta situación positiva en el momento de tomar desisicones para gestionar este tipo de riesgo. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011)

Los trabajadores que cumplen un proceso de aclimatación tienen menor probabilidad de presentar los efectos nocivos de la exposición a calor. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011)

1.1.3. Justificación del problema.

En las empresas constructoras se pueden presentar casos de fatiga y problemas fisiológicos relacionados al estrés térmico, generado por las condiciones ambientales, materiales y/o equipos empleados en los procesos. Sólo este hecho amerita que se estudien las condiciones laborales de un grupo de trabajadores de una compañía constructora ubicada en la ciudad de Manta, para verificar la existencia de factores de riesgos y como estos podrían estar afectando a su salud

La importancia que los Directivos de la Compañía prestan a este problema ha permitido el desarrollo de esta investigación para lo cual se cuenta con los permisos correspondientes.

Los problemas asociados con la precencia de estrés térmico podrían estar en función de uso de ropa inadecuada, la falta de uso de equipos de protección personal adecuados, los horarios extendidos de trabajo; la exposición al calor que

produce la materia prima, la cercanía a los equipos empleados y la temperatura ambiental que en terminos generales podrían estar afectando la salud de los trabajadores.

Por las razones anteriormente mencionadas se propone investigar acerca del estrés térmico y sus determinantes, para lo cual se propone la siguiente pregunta de investigación.

1.2. Pregunta significativa

¿Cuáles son los determinantes de la exposición a estrés térmico de los trabajadores del área de imprimación de una compañía constructora de carretera de la ciudad de Manta, 2014 - 2015?

II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Condiciones y medio ambiente de trabajo.

Se define como condiciones y medio ambiente de trabajo a todos los “elementos reales que inciden directa o indirectamente en la salud de los trabajadores; constituyen un conjunto que obra en la realidad concreta de la situación laboral”. (Capon Filas, 1999).

Es decir se deben considerar los factores que de una u otra forma están influenciando para que el colaborador ejecute una actividad manteniendo su bienestar integral.

Se entiende como condiciones de trabajo cualquier aspecto del trabajo con posibles consecuencias negativas para la salud de los trabajadores, incluyendo, además de los aspectos ambientales y de los tecnológicos, las cuestiones de organización y ordenación del trabajo. (Instituto Sindical de Trabajo, 2014).

2.2. Exposición a calor.

(Apud, y otros, 2002) Indican que para decidir si un trabajo realizado en un ambiente caluroso es pesado o no, es necesario recordar que un hombre trabajando, no sólo produce trabajo mecánico, sino también calor. Durante el trabajo muscular liviano la producción de calor puede ser 2 a 4 veces más alta que en reposo, mientras que durante el trabajo muscular pesado, puede alcanzar 8 a 20 veces el nivel de reposo. Como la temperatura óptima del cuerpo debe mantenerse en un rango entre 36.5°C y 37°C, los seres humanos tienen mecanismos de regulación que les permiten disipar el calor excesivo. Es importante mencionar que la eficiencia mecánica humana no es muy alta, lo que quiere decir que en muchas actividades, de la energía generada por el trabajador, un porcentaje superior al 70% es energía calórica.

También nos indican que para mantener la temperatura estable, el calor debe ser transportado desde los órganos que lo producen, básicamente los músculos en trabajo, hacia la superficie que emite calor, representada por la piel. Este transporte de calor es ayudado por los siguientes ajustes del sistema cardiovascular:

- Aumento del flujo sanguíneo
- Aumento de la frecuencia cardíaca
- Vasodilatación de los vasos sanguíneos de la piel

2.3. Efectos del calor en el trabajador.

(Apud, y otros, 2002) Nos dan a conocer que la tensión y el riesgo originado por el calor debido a las condiciones térmicas, dependen del efecto combinado de la temperatura ambiente, la humedad, la velocidad del aire y la radiación, así como también del esfuerzo físico, del vestuario y de las características propias del trabajador.

De igual forma nos indican que los efectos psicológicos que el calor produce en las personas se relacionan con su eficiencia para desarrollar funciones mentales y para rendir en trabajos físicos, aumentando la percepción de incomodidad e insatisfacción, la irritabilidad, disminución del estado de alerta y de concentración, aumento de las decisiones erróneas, sueño y fatiga.

Además expresan que los signos y síntomas que más se destacan son:

- **Calambres por calor:** pueden ocurrir cuando hay déficit de agua y de sal y son a menudo una etapa temprana del agotamiento por calor. Los síntomas son espasmos dolorosos en los músculos esqueléticos, siendo generalmente las piernas y abdomen los primeros en verse afectados.
- **Agotamiento por calor:** es una forma de desorden térmico, que puede ocurrir después de varios días de trabajar en el calor y por pérdidas de

agua, pérdidas de sal o ambas. Los síntomas son una brusca elevación de la temperatura, lo que produce una vasodilatación periférica, con aumento de la frecuencia cardíaca y posible fallo de la presión arterial. De seguir trabajando, la persona puede sufrir náuseas o desmayo, la piel se pone pálida y fría y la sudoración es profusa.

- **Golpe calórico:** ocurre cuando fallan los mecanismos de control de la temperatura en el organismo. Se presenta en personas aparentemente normales que se desmayan repentinamente; sin presentar sudoración, al contrario la piel se seca, está caliente y roja, la temperatura es de alrededor de 41°C, el pulso es rápido y fuerte y pueden haber signos de alteraciones cerebrales, como confusión mental, delirio, convulsiones o inconsciencia. El golpe por calor es una de las alteraciones más serias pudiendo ser fatal.

Además de los cuadros anteriormente citados, existen otros poco aparentes, que pueden confundirse fácilmente con síntomas comunes, de aquí la necesidad de una vigilancia médica constante a las personas que trabajan en estas condiciones climáticas. Por otra parte, independientemente de los síntomas específicos o generales, pueden presentarse otros problemas de tipo local, como por ejemplo quemaduras por exposición solar o a otras fuentes de radiación. (Apud, y otros, 2002)

2.4. Estrés térmico.

“El estrés térmico corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan.” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011)

De igual forma en el año 2014 la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito indicó que el estrés térmico 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.

“El estrés térmico es la presión que provoca determinados efectos en un trabajador expuesto a temperaturas extremas, tanto en frío como en calor. Cada persona reacciona de manera diferente a esta presión, que depende de su susceptibilidad y grado de aclimatación, aunque los niveles de temperatura, humedad y velocidad del aire sean iguales”. (Conectapyme, 2014)

El estrés térmico ocupacional se define por los factores contribuyentes de las exigencias del trabajo, las condiciones ambientales y los requerimientos de vestimenta. Las exigencias del trabajo son un indicador de la generación interna de calor y estrés por calor, por lo que el problema a tratar sería el de disipar el calor generado internamente para el medio ambiente. Entre las condiciones ambientales, la cantidad de vapor de agua en el aire (humedad) es influye de manera importante, debido a que este modificaría el gradiente de presión de vapor de agua entre la piel y las unidades de entorno enfriamiento evaporativo. La temperatura del aire y la velocidad son otras características que influyen en el intercambio de calor en general, así como el calor radiante. Por último, el vestido modifica la tasa de intercambio de calor teniendo el mayor impacto en la refrigeración por evaporación. Lo ideal es que haya un equilibrio entre la generación de calor (las ganancias derivadas del medio ambiente) y las pérdidas hacia el medio ambiente generado por la refrigeración por evaporación, convección y radiación. (Bernard, 2014)

(Bernard, 2014), indica que si el equilibrio térmico se puede establecer, la carga de calor es relativamente estable. Es decir, las respuestas fisiológicas son suficientes para apoyar el equilibrio térmico en el contexto de las exigencias del trabajo, las condiciones ambientales y los requerimientos de vestimenta. En la práctica, el estrés por calor (condiciones externas o factores de trabajo) se evalúan y se utiliza para predecir si el equilibrio térmico se puede establecer para la mayoría de los trabajadores. Es decir, la exposición al estrés de calor permite el trabajo sostenido en el transcurso de un día.

La respuesta individual de los trabajadores de la construcción puede ser afectada por factores ambientales tales como la temperatura ambiente, el movimiento del aire, humedad relativa, el calor radiante y así sucesivamente. Sin embargo, es difícil predecir quién será que sufre de estrés por calor debido a los diferentes factores de riesgo personales como el peso, la edad, condición física, historia clínica, es decir, la enfermedad cardíaca y la presión arterial alta. (Hui & Wong, 2011)

El estrés por calor es un riesgo conocido para los trabajadores de la construcción. Para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, es importante estudiar el estrés por calor y ambiente térmico en los puestos de trabajo de la construcción y desarrollar soluciones prácticas para evitar efectos adversos para la salud y los accidentes. Una característica típica en las obras de construcción, es que los empleados tienen que trabajar largas horas en ambientes térmicamente estresantes, y con la pesada carga física de trabajo especialmente durante el verano. (Hui & Wong, 2011)

2.4.1. Índices de estrés térmico.

Los índices de estrés térmico (Epstein & Moran, 2006) indican que se pueden clasificar en tres grupos: índices racionales, índices empíricos y índices directos. Los dos primeros grupos son índices sofisticados, que incluyen que incluyen variables ambientales y fisiológicas. Sin embargo, por la dificultad que presentan para medir y calcular, no se recomienda para el uso en el día a día. Los dos últimos se consideran índices simples, que se basan en la medición de las variables del entorno básico.

La **Tabla Nº 2.1** muestra una comparación de los cuatro tipos comunes de índices de estrés térmico.

Tabla N° 2. 1

Comparación de los cuatro tipos comunes de índices de estrés térmico.

Índice	Ideado por	Aspecto positivo	Limitación
Escala de temperatura efectiva (ET) (índice directo)	Houghton y Yaglou (1923).	Buenos índices fisiológicos	Aumento de error como el medio ambiente condición de aumento. Peso insuficiente de aire de baja movimiento en caliente y húmedo medio ambiente.
<i>Wet Bulb Globe Temperature</i> (WBGT) (índice directo)	Yaglou y Minard (1957)	Simplicidad No se requiere extensa instrumentación. Buenos índices fisiológicos	Requiere una cuidadosa evaluación de la actividad de personas, ropas y otros factores mas.
Predicción de la tasa de sudoración de 4 horas (P ₄ SR) (índice empírico)	McArdle, et al. (1947)	No hay límite superior de la cantidad de estrés por calor Buen indicador de esfuerzo fisiológico.	Amplio rango de exposición, con menor precisión.
Índice Belding – Hatch (índice racional)	Belding and Hatch (1955)	Simplicidad	Menor precisión que P ₄ SR. Diferencia de hasta el 40% del total de la carga de calor.

Fuente: Thermal Comfort and the Heat Stress Indices

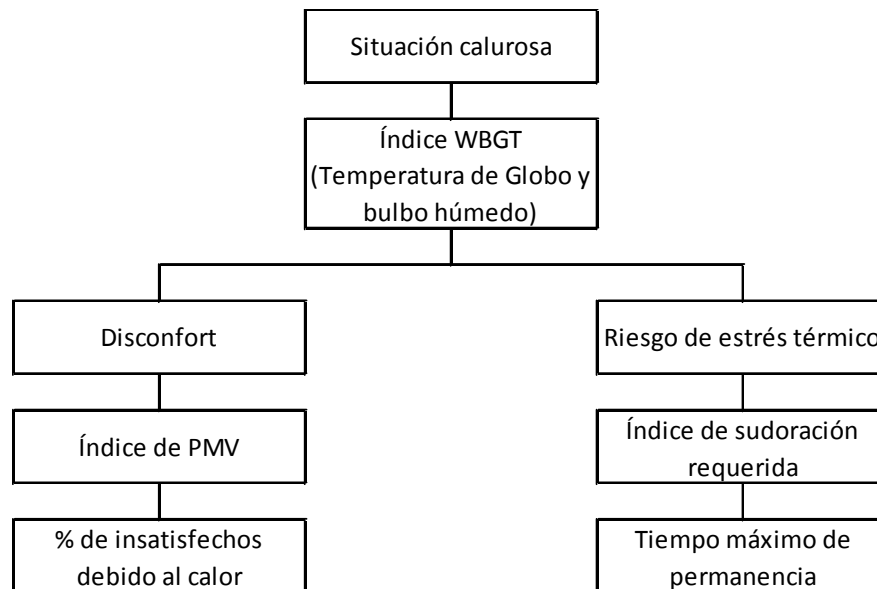
Elaboración: (Epstein & Moran, 2006)

2.4.2. Método para valorar el estrés térmico.

Además de los métodos mostrados anteriormente en la **Tabla N° 2.1**; el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT) en la nota

técnica de prevención (NTP) 322: Valoración del riesgo de estrés térmico nos sugiere emplear el esquema mostrado en el **Gráfico N° 2.1**.

Gráfico N° 2. 1
Esquema de valoración de ambiente térmico



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

Elaboración: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992).

La NTP 322 en mención también nos indica que en ambientes térmicos moderados es útil conocer el voto medio previsto o voto medio estimado (PMV), cuyo cálculo permite evaluar el nivel de confort o disconfort de una situación laboral y cuando se desea valorar el riesgo de estrés térmico se utiliza el índice de sudoración requerida, que nos da de entre otros datos, el tiempo máximo recomendable de permanencia en una situación determinada.

El índice de WBGT, que es el objeto de la NTP 322, 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 que hay que aplicar.

(Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001) nos dan a conocer los índices de confort y estrés que han aparecido históricamente, así como los autores y años de publicación en las **Tablas N° 2.2 y 2.3**, respectivamente.

Tabla N° 2. 2
Índices de estrés más importantes.

Año	Método	Autor
1945	Índice de viento frío	Siple & Passel
1946	Temperatura efectiva corregida, TEC	Bedford
1947 / 60	Predicción de la sudoración para 4 horas, P4SR	McArdle & McPhurson
1955	Índice de sobrecarga calórica, ISC	Belding & Hatch
1957	Temperatura de globo y de bulbo húmedo, WBGT	Yaglou & Minard
1957	Índice de Oxford, WD	Lind
1960	Predicción de los latidos del corazón	Fuller & Brouha
1963	Índice de estrés térmico, ITS	Givoni
1971	Índice de temperatura de globo húmedo, WGT	Bostford
1974 / 77	Límite de exposición térmico-fisiológica, PHEL	PHEL Dasler
1981	Tasa de sudoración requerida,	Holmér
1984	Índice del aislamiento del vestido requerido	Vogt, et al.

Fuente: Ergonomía 2: Confort y estrés térmico.

Elaboración: (Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001)

Tabla N° 2. 3
Índices de confort más importantes.

Año	Método	Autor
1923	Temperatura efectiva (TE)	Houghton & Yaglogou
1929 / 36	Temperatura equivalente	Dufton
1931 / 48	Temperatura resultante	Missenard
1967	Temperatura media	Gagge
1970	Índice de valoración media (IVM)	Fanger
1972	Temperatura efectiva estandar (SET)	Gagge
1973	Humedad de la piel	González & Gagge

Fuente: Ergonomía 2: Confort y estrés térmico.

Elaboración: (Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001)

2.4.3. Escala de temperatura efectiva.

El objetivo principal de utilizar la escala de temperatura efectiva (ET), es el de evaluar la comodidad que brinda la combinación de las variables generadas por la temperatura de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco y la velocidad del aire (Yaglou & Houghton, 1923)

$$ET = DBT - 0.4 \times (DBT - 10) \times (1 - RH) / 100 \quad (2.1)$$

Donde:

DBT= Temperatura de bulbo seco (°C).

RH= Humedad relativa (%).

Con el fin de incluir el calor radiante, se puede usar el corrector de temperatura efectiva (CET); el mismo que se puede encontrar en los gráficos o calcular a partir de las siguientes ecuaciones:

Para pieles normales:

$$\text{CET} = (1.21 \text{ GT} - 0.21 \text{ WBT}) / [1 + 0.029 (\text{GT} - \text{WBT})] \quad (2.2)$$

O en su defecto se puede usar la siguiente ecuación sencilla:

$$\text{CET} = (0.944 \text{ GT} - 0.056 \text{ WBT}) / [1 + 0.022 (\text{GT} - \text{WBT})] \quad (2.3)$$

Donde:

GT: temperatura del termómetro de globo

WBT: temperatura de bulbo húmedo

2.4.4. Temperatura de globo y bulbo húmedo

El índice WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*) fue establecido por Yaglou & Minard (1957), para la Marina de los Estados Unidos (US NAVY) como un método rápido y fácil para determinar la severidad del ambiente térmico durante la ejecución de ejercicios y entrenamientos militares. (Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001)

La ventaja de usar el índice de estrés térmico de temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT), es la simplicidad de su aplicación, ya que no se requiere instrumentación adicional. (Hui & Wong, 2011)

Para el cálculo del WBGT se utilizan las siguientes expresiones, según sea el caso:

Sin radiación solar:

$$\text{WBGT} = 0.7 T_{\text{bhn}} + 0.3 T_{\text{g}} \quad (2.4)$$

Con presencia de radiación solar:

$$\text{WBGT} = 0.7 T_{\text{bhn}} + 0.2 T_{\text{g}} + 0.1 T_{\text{a}} \quad (2.5)$$

Siendo:

WBGT: índice de temperatura de globo y de bulbo húmedo, (°C)

T_{bhn} : temperatura de bulbo húmedo natural, (°C)

T_{g} : temperatura de globo, (°C)

T_{a} : temperatura del aire, (°C)

La norma (International Organization for Standardization, 1982) mediante la ISO 7243 proporciona un método que puede ser fácilmente utilizado en un entorno industrial para la evaluación del estrés térmico en un individuo. Se aplica a la evaluación del efecto medio del calor sobre el hombre durante un período representativo de su actividad, pero no se aplica a períodos muy cortos, ni a zonas de confort.

(Parsons, 2006) luego de su análisis indica que la norma ISO 7243 y el índice WBGT cumplen los requisitos de validez, confiabilidad y aplicabilidad, por lo que es utilizada como referencia para evaluar el estrés térmico dentro de varias actividades incluyendo la construcción.

De igual forma en el documento *Heat Stress Standard ISO 7243 and its Global Application* resultado del estudio realizado por Parsons en febrero del 2006 el investigador concluye que el método de evaluación WBGT es simple para determinar el estrés por calor y que la ISO 7243 tiene validez y es aplicable en todo el mundo; al igual que la estandarización de las ecuaciones para WBGT y

instrumentos de medición en ISO 7243 mejora mucho fiabilidad en todo el mundo. De la misma manera indica que las estimaciones de la tasa metabólica son importantes y están sujetas a error, sobre todo si no se hacen los ajustes para el tipo de persona y el contexto de aplicación.

Otras conclusiones relevantes las hace refiriéndose a la ropa, la misma que considera importante al momento de determinar estrés por calor y todavía se ofrece poca orientación en este tema; y además dice que para mejorar la validez de los resultados de este índice en los trabajos con radiación solar es necesario se muestre la capacidad de absorción en la ecuación del WBGT.

2.4.4.1. Metodología para la medición del índice de WBGT.

(Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001) indican que para determinar el valor del índice WBGT, se requiere el empleo de un termómetro de globo negro, un termómetro de bulbo húmedo natural, y un termómetro de bulbo seco, según se muestra en el esquema del **Anexo A**.

La metodología empleada en este caso (Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001) la describen de la siguiente forma.

El termómetro de globo está constituido por un termómetro de mercurio cuyo bulbo se encuentra en el centro de un globo hueco de cobre de 15 cm de diámetro, pintado de negro mate con un coeficiente de emisividad no menor de 0,95, que debe ser expuesto hasta que se estabilice la medida, lo que usualmente ocurre entre los 20 y los 25 minutos.

El termómetro de bulbo húmedo natural es un termómetro de mercurio con un bulbo, de 6 milímetros de diámetro exterior, que está recubierto por una muselina empapada en agua destilada cuyo extremo inferior debe estar inmerso en un recipiente de agua destilada, del que debe sobresalir entre 2 y 3 centímetros. El recipiente que contiene el agua destilada estará diseñado de tal forma que la

temperatura del agua en su interior no pueda elevarse como resultado de la radiación del ambiente.

La muselina o camiseta de algodón estará siempre empapada, y para iniciar las mediciones tendrá que haber sido mojada al menos 15 minutos antes.

El termómetro de bulbo seco se usa únicamente cuando existe radiación solar; consiste en un termómetro cuyo sensor debe estar protegido de la radiación mediante un dispositivo que no impida la libre circulación del aire a su alrededor.

El valor de las mediciones se debe recoger simultáneamente en todos los termómetros, y con las medidas obtenidas se calcula el WBGT con una de las dos ecuaciones (2.4) y (2.5) antes indicadas, según el caso.

El WBGT también se puede evaluar usando un monitor de estrés térmico; como el mostrado en el **Anexo B**. El monitor medirá temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo y temperatura de globo; con los cuales según la condición indicará el valor de índice WBGT presente.

2.4.4.2. Coeficiente de descanso.

La norma ISO 7243 de la (International Organization for Standardization, 1982) nos indica que se pueden determinar los tiempos de descanso mediante el coeficiente (K) de descanso horario para ello es necesario conocer: $WBGT_{trabajo}$, $WBGT_{límite\ de\ trabajo}$, $WBGT_{descanso}$, y $WBGT_{límite\ de\ descanso}$.

A partir del cálculo de estos cuatro valores, se buscan las diferencias () de los WBGT de trabajo y de descanso entre ellos:

$$WBGT_{trabajo} = WBGT_{trabajo} - WBGT_{límite\ de\ trabajo} \quad (2.6)$$

$$WBGT_{descanso} = WBGT_{descanso} - WBGT_{límite\ de\ descanso} \quad (2.7)$$

Y una vez conocidas estas diferencias, se busca el coeficiente de descanso horario (K):

$$K = \text{WBGT}_{\text{descanso}} / (\text{WBGT}_{\text{trabajo}} + \text{WBGT}_{\text{descanso}}) \quad (2.8)$$

De esta expresión se obtiene el factor k, que es la fracción de descanso que se debe aplicar por cada hora laboral.

De igual forma la norma propone que el descanso lo realicen las personas sentadas y en su puesto de trabajo cuanto el valor de WBGT es el mismo trabajando que descansando; para este caso el WBGT_{lim} , para personas no aclimatadas, es de 32 °C, con lo que obtendríamos una K de:

$$K = (32 - \text{WBGT}) / (32 - \text{WBGT}_{\text{lim}}) \quad (2.9)$$

2.4.4.3. Aplicabilidad del índice de WBGT.

El índice es aplicable en la evaluación del estrés térmico en exposiciones continuas, pero en períodos de tiempos de exposición cortos; en situaciones de estrés próximas al confort no es representativo, por lo que no es recomendable su utilización. En el caso de situaciones de agresión muy intensa y duración muy corta es mucho más fiable y correcto el empleo del índice ISC de Belding y Hatch, o el de la sudoración requerida, SW_{req} . (Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001)

2.4.4.4. Limitaciones a la aplicación del método.

El Instituto Nacional de Seguridad (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992) en su NTP 322 resume que la simplicidad de este método hace que esté sujeto a ciertas limitaciones, debidas a las obligadas restricciones en algunas variables. Así por ejemplo, la curva límite de exposición sugerida por este método 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, al igual que los límites expresados sólo son válidos para individuos sanos y aclimatados al calor

La NTP 322 indica que 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.

2.4.5. Predicción de la tasa de sudoración de 4 horas (P4SR)

Este método de predicción de la sudoración en 4 horas (P4SR) fue ideado por (McArdle, y otros, 1947) como resultado de un experimento realizado en jóvenes aclimatados basado en la cantidad de sudor producido en 4 horas. Su aplicación se basa en combinar la temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, temperatura de globo, velocidad del aire, producción de calor metabólico y la ropa. (Leithead & Lind, 1964) señalaron que el proceso de utilizar el índice de predicción de la sudoración en 4 horas es bastante complicado, pero que existen investigaciones que han confirmado que los resultados arrojados son exactos

2.4.6. Índice Belding – Hatch.

El Índice Belding – Hatch o índice de estrés térmico HSI, se define como la relación de la refrigeración por evaporación requerida para mantener el equilibrio de calor ($E_{requerida}$) para obtener la máxima evaporación posible por enfriamiento (E_{max}). En las condiciones dadas (Belding & Hatch, 1955)

$$HSI = (E_{requerida} / E_{max}) \times 100 \% \quad (2.10)$$

HSI indica el nivel de estrés por calor, considerando el 100% como el nivel máximo que se puede considerar para laborar en un día (8 horas / día).

2.4.7. Índice de sudoración requerida.

El índice de sudoración requerida es utilizado para determinar el tiempo máximo recomendable de permanencia en una situación de calor determinada y se basa en la comparación de los valores de dos variables, las cuales son la humedad de la piel y producción de sudor que en determinadas situaciones o condiciones de trabajos se deben generar. Esta estimación se puede obtener con el desarrollo de la determinación de la evaporación requerida (E_{req}) que es la necesaria para que se mantenga el equilibrio térmico del organismo, la determinación de la evaporación máxima permitida (E_{req}), la sudoración requerida (SW_{req}) y de la humedad requerida de la piel (W_{req}) (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene Industrial, 1992).

2.5. Consumo metabólico.

Según (Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001) el consumo energético de una actividad física puede ser medido a través de dos formas:

Calorimetría directa.

Calorimetría indirecta

En la calorimetría directa los autores indican que se mide el calor que genera el organismo al realizar la actividad que se quiere medir dentro de un calorímetro; la misma que es una cámara preparada para controlar las condiciones microclimáticas y a través de sensores medir el calor que genera el individuo mientras realiza un trabajo; la restricción de este método radicaría en que no todas las actividades pueden ser realizadas dentro de este equipo, que de paso es muy costoso.

En las calorimetría indirecta el análisis se basa en la utilización de otros parámetros que reflejan la generación energética, bien por ser causa directa de ésta, o bien por ser sus consecuencias.

Así pues, la medición del gasto energético durante una actividad puede efectuarse mediante el control de los alimentos, medición del consumo de oxígeno y la medición de la frecuencia cardíaca.

En este contexto (Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001) indican que una forma de estimar el gasto energético es la utilización de tablas confeccionadas por especialistas a partir de investigaciones realizadas utilizando las metodologías anteriores (Astrand, 1960; Astrand y Rodahl, 1986; Rodhal, 1989 y otros), si bien deberían ser replicadas para la población en que van a ser empleadas, pueden resultar de mucha utilidad cuando son interpretadas por ergónomos con experiencia.

(Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1982) en su NTP 177, nos indica que el hombre transforma, por medio de un proceso biológico, la energía química de los alimentos en energía mecánica, que utiliza para realizar sus actividades, y en calor. Este consumo de energía se expresa generalmente en kilocalorías (Kcal) siendo 1 kilocaloría la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un litro de agua de 14,5°C. a 15,5°C.

Indica también que el consumo energético que se empleará en la evaluación del WBGT es el debido a la realización del trabajo, es decir el "metabolismo de trabajo". Sin embargo, si se desea calcular o definir la actividad física máxima, es necesario establecer el consumo energético total, que incluye los siguientes factores:

Metabolismo basal: que depende de la talla, el peso y el sexo, y es proporcional a la superficie corporal, es el consumo mínimo de energía necesario para mantener en funcionamiento los órganos del cuerpo, independientemente de que se trabaje o no.

Metabolismo extraprofesional o de ocio: es el debido a otras actividades habituales, como puede ser el aseo, vestirse, etc. y que como media se estima

(Lehmann, 1960) un consumo de unas 600 Kcal/día para el hombre y de 500 Kcal/día para la mujer.

Metabolismo de trabajo: se calcula teniendo en cuenta la carga estática (posturas) y la carga dinámica.

El (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992) en su NTP 323, nos indica que el metabolismo, que transforma la energía química de los alimentos en energía mecánica y en calor, mide el gasto energético muscular.

Este gasto energético se expresa normalmente en unidades de energía y potencia: kilocalorías (kcal), joules (J), y watios (w).

La equivalencia entre las mismas es la siguiente:

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

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

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

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

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

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

También nos indican que existen varios métodos para determinar el gasto energético, que se basan en la consulta de tablas o en la medida de algún parámetro fisiológico. En la **Tabla N° 2.4**, se indican los que recoge la ISO 8996, clasificados en niveles según su precisión y dificultad.

El consumo metabólico puede ser estimado a través de tablas, lo cual implicaría aceptar unos valores estandarizados para distintos tipos de actividad, esfuerzo, movimiento, etc. y suponer al mismo tiempo, tanto que nuestra población se ajusta a la que sirvió de base para la confección de las tablas, como que las acciones generadoras de un gasto energético son, en nuestro caso, las mismas que las expresadas en las tablas. Estos dos factores constituyen las desviaciones

más importantes respecto de la realidad y motivan que los métodos de estimación del consumo metabólico mediante tablas ofrezcan menor precisión que los basados en mediciones de parámetros fisiológicos. A cambio de esta menor precisión mostrada por el uso de tablas, se tiene el beneficio de ser son mucho más fáciles de aplicar y en general son más utilizados. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992).

Tabla N° 2. 4

Resumen de métodos de cálculo de consumo metabólico.

Nivel	Método	Precisión	Estudio del puesto de trabajo
I	Clasificación en función del tipo de actividad.	Informaciones imprecisa con riesgos de errores muy importantes.	No necesario.
	Clasificación en función de las profesiones.		Información sobre el equipamiento técnico y organización.
II	Estimación del metabolismo a partir de los componentes de la actividad.	Riesgo elevado de errores.	Estudio necesario de los tiempos.
	Utilización de tablas de estimación por actividad tipo.	Presición: $\pm 15\%$.	
	Utilización de la frecuencia cardiaca en condiciones determinadas.		No necesario.
III	Medida.	Riesgo de errores en los límites de precisión de la medida y del estudio de los tiempos. Presición: $\pm 5\%$.	Estudio necesario de los tiempos.

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992) – NTP 323

Elaboración: (International Organization for Standardization, 1990) – ISO 8996

2.5.1. Consumo metabólico según el tipo de actividad

Este es un sistema propuesto en la NTP: 323 emitido por el (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992) en donde nos facilitan los datos para clasificar de forma rápida el consumo metabólico en reposo, ligero, moderado, pesado o muy pesado, en función del tipo de actividad desarrollada. El término numérico obtenido de estas tablas representa sólo el valor medio, dentro de un intervalo posible demasiado amplio. Desde un punto de vista cuantitativo el método permite establecer con cierta rapidez cual es el nivel aproximado de metabolismo. Por su simplicidad es un método bastante utilizado. Estos valores son mostrados en la **Tabla N° 2.5**.

Tabla N° 2. 5
Clasificación del metabolismo por tipo de actividad.

Tipo de actividad	W/m²
Reposo	65
Metabolismo ligero	100
Metabolismo moderado	165
Metabolismo elevado	230
Metabolismo muy elevado	290

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992) – NTP 323

Elaboración: (International Organization for Standardization, 1990) – ISO 8996

Según esta clasificación se tienen los siguientes ejemplos mostrados en la NTP 323: Determinación del metabolismo energético publicado por el (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992).

2.5.1.1. Metabolismo ligero.

Este tipo de metabolismo se considera en las personas que trabajan sentado con comodidad: trabajo manual ligero (escritura, picar a máquina, dibujo, costura, contabilidad); trabajo con manos y brazos (pequeños útiles de mesa, inspección, ensamblaje o clasificación de materiales ligeros); trabajo de brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, maniobrar un interruptor con el pie o con un pedal).

De pie: taladradora (piezas pequeñas); fresadora (piezas pequeñas); bobinado, enrollado de pequeños revestimientos, mecanizado con útiles de baja potencia; marcha ocasional (velocidad hasta 3,5 km/h).

2.5.1.2. Metabolismo moderado.

Para el metabolismo moderado se considera un trabajo mantenido de manos y brazos (claveteado, llenado); trabajo con brazos y piernas (maniobras sobre camiones, tractores o máquinas); trabajo de brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, acoplamiento de vehículos, enyesado, manipulación intermitente de materiales moderadamente pesados, escarda, bina, recolección de frutos o de legumbres); empuje o tracción de carreteras ligeras o de carretillas; marcha a una velocidad de 3,5 a 5,5 km/hora; forjado.

2.5.1.3. Metabolismo elevado.

En el caso de las actividades consideradas con metabolismo elevado se tienen a los trabajos intensos con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; trabajos de cava; trabajo con martillo; serrado; laminación acabadora o cincelado de madera dura; segar a mano; excavar; marcha a una velocidad de 5,5 a 7 km/hora.

Empuje o tracción de carreteras o de carretillas muy cargadas, levantar las virutas de piezas moldeadas, colocación de bloques de hormigón.

2.5.1.4. Metabolismo muy elevado.

En este tipo de metabolismos se considera a las actividades muy intensas a marcha rápida cercana al máximo; trabajar con el hacha; acción de palear o de cavar intensamente; subir escaleras, una rampa o una escalera; andar rápidamente con pasos pequeños, correr, andar a una velocidad superior a 7 km/h.

2.5.2. Consumo metabólico según la profesión.

La NTP 323, nos indica que este consumo metabólico se obtiene a través de tablas, la misma que se muestran en el **Anexo C** que lo relacionan con diferentes profesiones. Se debe tener en cuenta que en los valores que figuran en esta tabla se incluye el metabolismo basal, que se define más adelante.

El progreso tecnológico hace que la actividad física que conllevan las distintas profesiones varíe sustancialmente con el tiempo, por lo que este método puede ser muy impreciso.

2.5.3. Consumo metabólico en tareas concretas.

En el caso de establecer el consumo metabólico haciendo uso de las tareas ejecutadas, este método ofrece mayor precisión que los anteriores, ya que limita la extensión de la actividad a la que asigna el gasto metabólico, utilizando tablas que otorgan valores de gasto energético a tareas que suelen formar parte del trabajo habitual. Esta tabla se la muestra en el **Anexo D**, en la cual se muestran valores de gasto energético para algunas tareas concretas, incluyendo en esos valores el metabolismo basal.

2.5.4. Consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad.

Este tipo de consumo se define por medio de la sumatoria de los siguientes componentes mostrados en tablas: el consumo metabólico generado por metabolismo basal mostrado en el **Anexo E**, que será sumado al componente postural cuyos datos se muestran en el **Anexo F**, sumado al componente del tipo de trabajo, datos mostrados en el **Anexo G**, a los cuales se les adicionara el consumo metabólico obtenido el **Anexo H** que refiere al consumo metabólico relacionado con el desplazamiento.

Es posiblemente el sistema más utilizado para determinar el consumo metabólico.

2.5.5. Determinación del consumo metabólico mediante medición de parámetros fisiológicos.

El (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992) hace referencia a dos métodos de valoración de la carga física mediante la medición de parámetros fisiológicos; los cuales son el basado en el consumo oxígeno y el de la frecuencia cardiaca.

2.5.6. Ponderación por metabolismo, tiempo de actividad y posición del operario.

Según (Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001) Cuando el nivel de actividad (M) o el valor del índice WBGT resultante no son constantes en el tiempo (t), se deben promediar ponderadamente con los tiempos de actividad respectivos según las siguientes ecuaciones:

$$M = (M_1t_1 + M_2t_2 + M_3t_3 + \dots + M_nt_n) / (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n) \quad (2.6)$$

$$WBGT = (t_1 WBGT_1 + t_2 WBGT_2 + \dots + t_n WBGT_n) / (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n) \quad (2.7)$$

Para evaluar la situación o condición de trabajo, según el valor de la carga metabólica (M) de las actividades, la norma ISO 7243 sugiere hacer uso de los valores mostrados en la **Tabla N° 2.6**.

Tabla N° 2.6
Valores de referencia de WBGT según metabolismo.

Metabolismo	Metabolismo, M		Valores máximos WBGT			
	Metabolismo W/m ²	Para una persona de 1,80 m ²	Personas aclimatadas (°C)		Personas no aclimatadas (°C)	
0 (descanso)	M < 65	M < 117	33		32	
1	65 < M < 130	117 < M < 234	30		29	
2	130 < M < 200	234 < M < 360	28		26	
3	200 < M < 260	360 < M < 468	Movimiento aire no sensible 25	Movimiento aire sensible 26	Movimiento aire no sensible 22	Movimiento aire sensible 23
4	M > 260	M > 468	23	25	18	20

NOTA: Estos valores están previstos para una temperatura rectal máxima de 38 °C.

Fuente: (International Organization for Standardization, 1982) - ISO 7243

Elaboración: (International Organization for Standardization, 1982)

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, la (International Organization for Standardization, 1982) en la ISO 7243 recomienda hallarse el índice WBGT realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza, utilizando la siguiente expresión.

$$WBGT = (WBGT_{\text{CABEZA}} + 2WBGT_{\text{ABDOMEN}} + WBGT_{\text{TOBILLOS}}) / 4 \quad (2.8)$$

Las mediciones deben realizarse a 0,1 m, 1.1 m y 1,7m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie, y a 0,1 m, 0,6m y 1,1m, si es sentado. Si el ambiente es homogéneo, basta con una medición a la altura del abdomen.

De acuerdo al **Anexo C**, es posible determinar las condiciones existentes según el tipo de trabajo que se realice y los tiempos de trabajo y descanso recomendados.

La (International Organization for Standardization, 1982) en la norma ISO 7243 indica que estos valores límite de referencia dados en cuanto al WBGT, son válidos para una vestimenta ligera de verano con 0,6 clo, que habitualmente es la que llevan los operarios cuando desarrollan su labor en ambientes calurosos. Si se requiere un traje especial para realizar un actividad determinada y éste es de más abrigo, o impide la evaporación del sudor o aísla más, la tolerancia del trabajador al calor se reduce, y no son aplicables los valores ofrecidos en la figura anterior.

2.6. Balance térmico.

(Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001) nos indica que para realizar un estudio ergonómico del ambiente térmico, es imprescindible analizar el intercambio térmico que se efectúa entre la persona o colaborador y el medio donde esta realiza sus actividades; siendo esta condición expresada por la ecuación general de balance termico:

$$M \pm W \pm R \pm C - E \pm C_{res} \pm E_{res} - E_d \pm C_{cond} = C_{cond. clo} = A \quad (2.9)$$

Donde:

- M: Energía calórica producida por el organismo
- W: Trabajo mecánico desarrollado
- R: Intercambio de calor por radiación
- C: Intercambio de calor por convección
- E: Pérdida de calor por evaporación del sudor
- C_{res}: Intercambio de calor por convección respiratoria
- E_{res}: Intercambio de calor por evaporación respiratoria
- E_d: Pérdida de calor por difusión del vapor

C_{cond} : Intercambio de calor por conducción

$C_{cond. clo}$: Conducción a través del vestido

A: Ganancia o pérdida de calor por el cuerpo

Dando como resultado esta expresión los siguientes estados:

Cuando A y $E = 0$ hay equilibrio térmico y en general condiciones entre confort y permisibles.

Cuando $A = 0$ y $E > 0$ hay equilibrio térmico y en general condiciones entre confort y permisibles.

en la que $A > 0$ hay desequilibrio por ganancia de calor; tensión calórica.

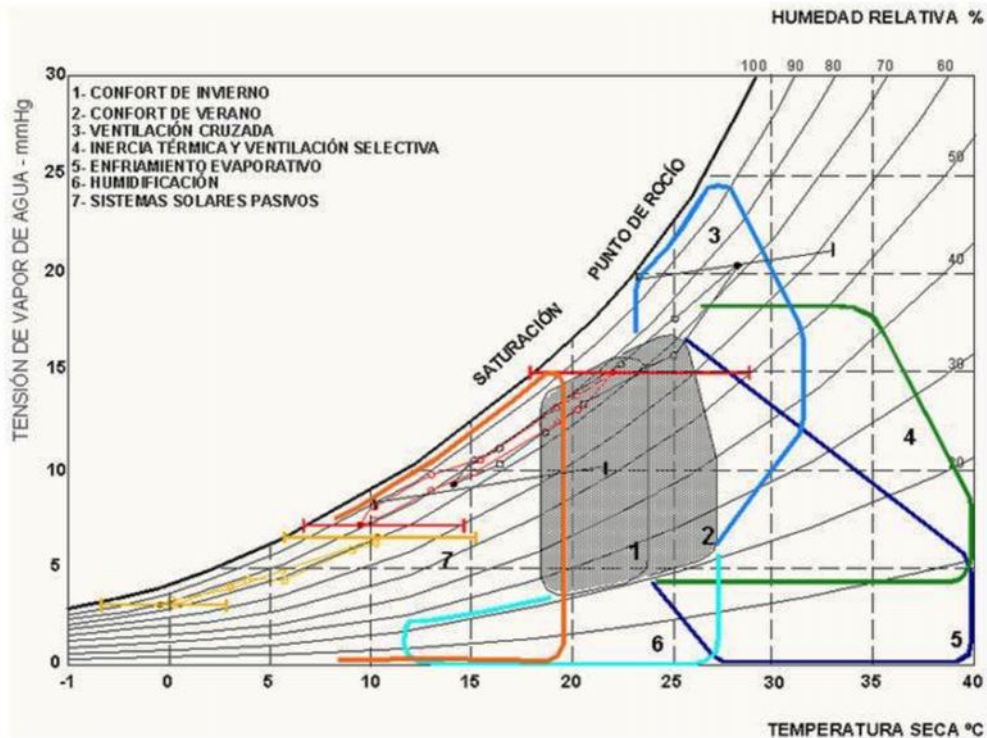
En la que $A < 0$ hay desequilibrio por pérdida de calor; tensión por frío.

2.7. Valores permisibles de estrés térmico según la Legislación Ecuatoriana.

Los valores permisibles de exposición al índice de temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (T.G.B.H.) o también conocido como *wet-bulb globe temperature* (W.B.G.T.) han sido especificado por el Gobierno Ecuatoriano a través del Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo; el cual indica que en aquellos ambientes de trabajo donde por sus instalaciones o procesos se origine calor, se procurará evitar el superar los valores máximos de los fijados como límites normales de temperatura °C de bulbo seco y húmedo aquellas que en el **Gráfico Nº 2.2** que indican una sensación confortable; se deberá condicionar los locales de trabajo dentro de tales límites, siempre que el proceso de fabricación y demás condiciones lo permitan.

Gráfico N° 2. 2

Gráfico de confort térmico.



Fuente: Givoni, A. 1976.

Elaboración: Givoni, A. 1976.

De igual forma el Decreto Ejecutivo 2393, nos indica que en caso se superen los valores anteriormente descrito, se considere de entre de varios métodos de control regular los períodos de actividad, de conformidad al T.G.B.H según la carga de trabajo (liviana, moderada, pesada), conforme a la **Tabla N° 2.7.**

Tabla N° 2. 7

Periodos de actividad de conformidad al T.G.B.H. y carga de trabajo.

Tipo de trabajo	T.G.B.H. según la carga de trabajo		
	Liviana Inferior a 200 Kcal/hora	Moderada De 200 a 350 Kcal/hora	Pesada Igual o mayor 350 Kcal/hora
Trabajo continuo 75% trabajo. 25% descanso/hora.	30.0	26.7	25.0
50% trabajo, 50% descanso/hora.	30.6	28.0	25.9
25% trabajo, 75% descanso/hora.	31.4	29.4	27.9
	32.2	31.1	30.0

Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de trabajo.

Elaboración: Presidencia de la República del Ecuador, Decreto Ejecutivo 2393.

2.8. Salud.

La Organización Mundial de Salud, en 1948 describió a la salud como: “Un estado de bienestar físico, mental y social completo y no meramente la ausencia de daño y enfermedad”.

2.9. Seguridad en el Trabajo.

Disciplina preventiva que estudia todos los riesgos y condiciones materiales relacionadas con el trabajo, que podrían llegar a afectar directa o indirectamente, a la integridad física de los trabajadores. (Floria, 2006)

2.10. Higiene Industrial

Disciplina preventiva cuyo objeto fundamental es identificar, evaluar y controlar las concentraciones de los diferentes contaminantes ya fueran de carácter físico, químico o biológico presentes en los puestos de trabajo y que pueden llegar a producir determinadas alteraciones de la salud de los trabajadores, (Cortés, 2009)

2.11. WBGT.

Es un índice que “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.” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992)

2.12. Riesgo.

Es una “situación que puede conducir a una consecuencia negativa no deseada en un acontecimiento”. (Cyril, 2005)

2.13. Vestimenta.

Desde siempre la vestimenta ha sido conocida y antes de ser considerada un accesorio de elegancia, y otros factores importantes en la sociedad, fue un mecanismo de protección frente al ambiente térmico; puesto que ejerce un apantallamiento protector ante el calor radiante del sol o de una fuente fija y en caso de frío limita el contacto de la piel con el aire frío, pues forma un colchón de aire caliente (generado por el cuerpo) y limita la velocidad del aire frío sobre la piel. (Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001).

(Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001) Indican que la ropa en el caso de estar en ambientes calurosos dificulta la evaporación del sudor y su necesidad depende del tipo de calor: en caso del calor seco de los desiertos, la ropa constituye, además de una pantalla protectora contra la radiación calórica, una necesidad imprescindible para evitar la deshidratación del cuerpo por una excesiva evaporación del sudor, ya que el aire seco, ávido de agua, absorbe el

sudor del hombre en grandes cantidades y muy rápidamente. Esto explica la voluminosa vestimenta que utilizan los hombres del desierto.

Es importante considerar el papel fundamental que juega las prendas de vestir que los colaboradores expuestos a ambientes calurosos usan para desempeñar sus actividades; puesto que condiciona la pérdida de calor del cuerpo, ya que la circulación de aire fresco y seco sobre la superficie de la piel mejora el intercambio de calor a través de la evaporación y convección. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011)

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, a través de su Nota Técnica de Prevención 922, hace una recomendación importante acerca de la ropa de trabajo que se diseña con la finalidad de proteger a los colaboradores de las quemaduras de la radiación solar, puesto que muchas veces con la finalidad de proteger al personal de esta radiación, dificultamos la evaporación del sudor y por ende se puede incrementar el nivel de estrés térmico. Evento que se presenta a menudo en el sector de la construcción. En el **ANEXO I** se muestra un cuadro en el que se detalla la resistencia térmica de la ropa medida en clo.

El uso adecuado de ropa en los trabajos considerados como duros o arduos y que están expuestos al calor puede ayudar a enfriarse. Además la ropa suelta hecha de algodón y seda permite el paso del aire; mejorando de esta forma el sistema de enfriamiento que utiliza el cuerpo al poder evaporar sudor de la piel. (Plog, Nilland, & Quinlan, 1996)

2.14. Aclimatación.

El proceso de aclimatación cumple un papel importante al momento de definir acciones dirigidas a evitar el apareamiento de los efectos generados por la exposición a ambientes calurosos de trabajo.

Es por ello que se debe considerar que el personal que labora en ambientes calurosos con probabilidad de exponerse al estrés térmico debe cumplir con el

proceso de aclimatación; el mismo que según El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, a través de su Nota Técnica de Prevención 922 nos indica que es un proceso gradual que puede durar de 7 a 14 días en los que el cuerpo se va adaptando a realizar una determinada actividad física en condiciones de calor (se recomienda que el primer día de trabajo la exposición al calor se reduzca a la mitad de la jornada; después día a día se debería aumentar progresivamente el tiempo de trabajo (10%) hasta la jornada completa. De igual forma, nos da a conocer que este proceso se perder si el trabajador se deja de exponer durante una semana.

(Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001) Indican Cuando una persona se expone inicialmente a un ambiente caluroso, se manifiesta bruscamente en ella una tensión calórica superior a la que experimenta una persona aclimatada: su temperatura rectal y su frecuencia cardíaca sufren aumentos rápidos y muy pronunciados, se presentan malestares que pueden llegar a ser muy severos hasta alcanzar sensaciones de angustia.

Sin embargo, estos mismos autores nos informan que según el organismo esté sometido a actividades físicas consecutivas bajo exposición al calor, se efectúan paulatinamente determinados ajustes, fundamentalmente durante los primeros 4-7 días, en los mecanismos psicológicos y fisiológicos de la termorregulación: el sistema cardiovascular comienza a adaptarse a las nuevas condiciones y, al parecer, mejora la capacidad de abastecer de sangre a los capilares de la piel, y la eficiencia sudorativa del sujeto se incrementa, con menos pérdidas de sal, con lo cual la temperatura rectal y la frecuencia cardíaca comienzan a disminuir pues el volumen de eyección sistólica aumenta.

(Givoni & Goldman, 1973) Señalan que por cada día de descanso se pierde medio día de aclimatación.

2.15. Velocidad del viento.

Cuando se están diseñando los planes para gestionar el riesgo de estrés térmico, es importante considerar el viento, puesto que la ventilación natural (corrientes naturales de aire) es un medio lento pero eficaz para incrementar la transferencia de calor desde la piel al exterior. El aumento de la velocidad del aire incrementa la pérdida de calor, aunque se trate de aire del local, al facilitar la evaporación del sudor. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011)

Es así que si eliminamos barreras al paso del viento en los puestos de trabajo, de seguro se estarán mejorando las condiciones de trabajo.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Establecer los determinantes de la exposición a estrés térmico de los trabajadores del área de imprimación de asfalto de una Compañía Constructora de la Ciudad de Manta, 2014 -2015, para mejorar las condiciones de trabajo.

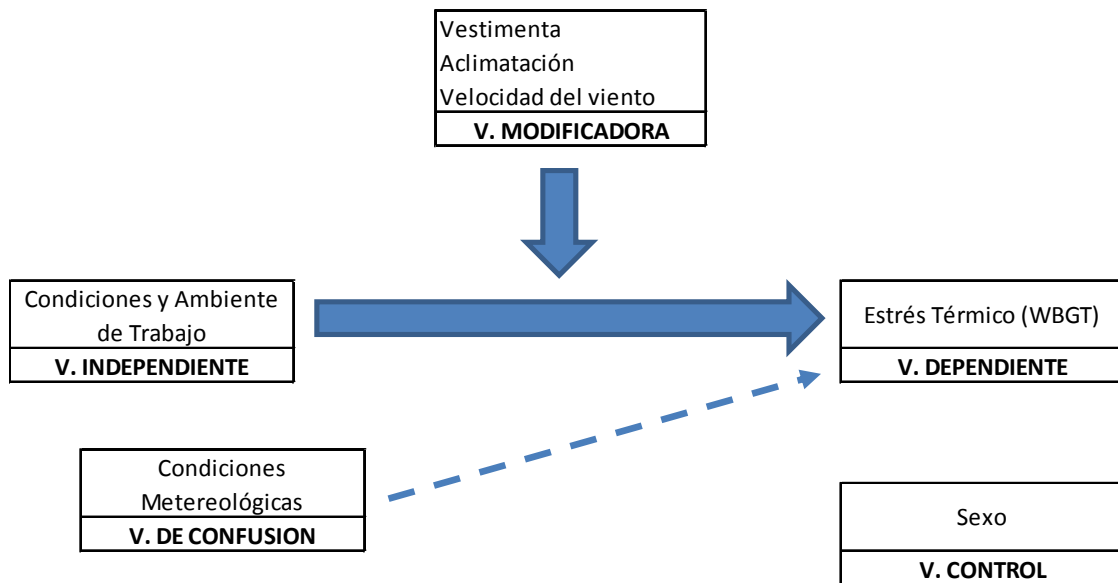
3.2. Objetivos Específicos

1. Identificar las condiciones y ambiente laboral de los trabajadores del área de imprimación de asfalto de una Compañía Constructora de la ciudad de Manta.
2. Determinar la dosis de exposición a estrés térmico de los trabajadores del área de imprimación de asfalto de una Compañía Constructora de la ciudad de Manta.
3. Describir la relación entre los determinantes y la exposición a estrés térmico de los trabajadores del área de imprimación de asfalto de una Compañía Constructora de la ciudad de Manta.

3.3. Variables en Estudio

Las variables en estudio se muestran en el Gráfico N° 3.1

Gráfico N° 3.1
Variables en estudio.



Fuente: Teddy Mendoza

Elaboración: Teddy Mendoza

3.4. Operacionalización de Variables

La operacionalización de las variables se las muestra en la Tabla N° 3.1 y 3.2.

Tabla N° 3. 1

Operacionalización de las variables independientes.

VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA		
VARIABLE INDEPENDIENTE						
Condiciones y Ambiente de Trabajo	Son los factores que constituyen el ambiente físico y social del trabajo, y los aspectos del contenido del trabajo, que actúan sobre la salud del trabajador y que tiene una incidencia sobre las facultades intelectuales y las potencialidades creadoras del sujeto (Peláez, 2010).	Tipo de Actividad	Metabolismo por tipo de actividad	Reposo		
				Metabolismo ligero		
				Metabolismo moderado		
				Metabolismo elevado		
						Metabolismo Muy Elevado
		Días de trabajo semanal	Cantidad de días trabajados	Número de días		
		Organización diaria del trabajo	Jornadas de trabajo	Una Jornada	Dos Jornada	
				Si	No	
			Descanso por hora de trabajo	# de minutos de descanso		
		Condiciones del puesto de trabajo	Característica del puesto de trabajo	Interior sin radiación solar	Exterior con radiación solar	
				Si	No	
			Puntos de Hidratación	Si	No	
	Areas de descanso con sombra	Si	No			
Horas de trabajo diario	Número de horas	< 8 .= 8 > 8				
Puestos de trabajo	Nombre del Puesto	Cualitativa nominal				
	Por contenido de trabajo	Fijos Rotativos				

Fuente: Teddy Mendoza

Elaboración: Teddy Mendoza

Tabla N° 3. 2
Operacionalización de variable dependiente.

VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA
VARIABLE DEPENDIENTE				
Estrés térmico	El riesgo de estrés térmico 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. (Escuela Colombiana de Ingeniería., 2014)	Índice WBGT	Dosis de índice de WBGT	< 1
				.= 1
				> 1
VARIABLES MODIFICADORA				
Vestimenta	Las características térmicas del vestido se miden en la unidad denominada "clo" (del inglés clothing, vestido), equivalente a una resistencia térmica de 0,18 m ² hr °C/Kcal. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011)	Resistencia térmica del vestuario utilizado en horas laborables	Aislamiento requerido del atuendo (clo).	Numérica continua
Aclimatación	La aclimatación es un proceso gradual que puede durar de 7 a 14 días en los que el cuerpo se va adaptando a realizar una determinada actividad física en condiciones de calor (se recomienda que el primer día de trabajo la exposición al calor se reduzca a la mitad de la jornada; después día a día se debería aumentar progresivamente el tiempo de trabajo (10%) hasta la jornada completa. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011)	Días laborados en el puesto de trabajo desde el último periodo de descanso superior o igual a 4 días.	# días laborados	<= 13 >= 7
Velocidad del viento	El viento es el movimiento del aire debido a diferencias de presión o de temperatura. La velocidad del viento se mide con el anemómetro se expresa en m/s, en km/h o en nudos. (Jisanta, 2014)	Existencia de velocidad del viento	m/seg.	Área de trabajo totalmente cerrada= 0 m/seg Área de trabajo en espacio abierto= > 0 m/seg
VARIABLES DE CONFUSION				
Condiciones Meteorológicas	Parámetros como la temperatura del aire, su humedad, la presión atmosférica, el viento o las precipitaciones presentes. (Astronomía, 2014)	Temperatura del aire	Grados Centígrados (° C)	> 24.8 °C
		Humedad relativa del aire	% Humedad Relativa	> 77.1 %
		Precipitaciones atmosféricas	Litros / m ²	.= 0 .> 0

Fuente: Teddy Mendoza

Elaboración: Teddy Mendoza

IV. MARCO METODOLÓGICO.

4.1. Tipo de Investigación.

Diseño observacional descriptivo transversal de una serie de casos.

4.2. Población y/o Muestra.

Se estudiaron a todos los trabajadores del área de imprimación de asfalto de una Compañía Constructora de la Ciudad de Manta, 2014 -2015. Por lo cual no se requirió muestreo.

4.3. Criterios de Inclusión.

Se incluyeron a todos los trabajadores del área de imprimación de asfalto de una Compañía Constructora de la Ciudad de Manta, 2014 - 2015; que hayan firmado la carta de consentimiento informado.

4.4. Criterios de Exclusión.

Se excluirán a los trabajadores del área de imprimación de asfalto de una Compañía Constructora de la Ciudad de Manta, 2014 -2015; que no hayan firmado la carta de consentimiento informado, mostrado en el **ANEXO J**.

4.5. Mediciones.

Se empleó la metodología descrita por la NTP: 322 Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.

Es decir:

Primero: Se informa al personal involucrado las actividades a ejecutar y se identifica si la actividad a monitorear se realiza a cielo abierto o en interiores sin radiación para hacer uso de la ecuación:

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.3 \text{ TG} \quad (2.10)$$

Y si la actividad se realiza en exteriores con radiación, se utilizará la siguiente ecuación:

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.2 \text{ TG} + 0.1 \text{ TA} \quad (2.11)$$

A pesar de que estos valores son calculados automáticamente por el equipo utilizado para hacer las mediciones.

Segundo: Se define el consumo metabólico de cada actividad haciendo uso de la información mostrada en el numeral 2.5.1 de este Trabajo de Grado; que hace referencia al consumo metabólico según el tipo de actividad realizada.

Tercero: se establece la ubicación del equipo medidor de WBGT; el mismo que en el caso de los Peones, Ratrilleros y Ayudante de finisher, se ubicará a 0.1 m, 1.1 m y 1.7 m del nivel del suelo, con la finalidad de considerar las variaciones en las condiciones ambientales que genera el asfalto caliente ubicado en el suelo; acto seguido empleando la fórmula (2.8) mostrada en el capítulo N° 2 de este Trabajo de Grado, se definirá el índice WBGT al que está expuesto el colaborador.

En cuanto al Operador de la minicargadora, Ayudante de finisher, Operador de rodillo, Conductor de esparcidor de asfalto, Operador de finisher y Ayudante de esparcidor de asfalto se les tomará una sola medición a la altura de la cintura.

En el equipo se chequeara los valores de las variables cada 5 minutos hasta que las mismas se estabilicen (aprox. 30 minutos).

Estas mediciones se realizan el 17 de febrero del 2015 con un pronóstico de tiempo generado por (The Water Channel Interactive, 2001 - 2015) para Manta

de: temperatura ambiental: 29°C, humedad relativa: 81% y probabilidad de precipitación: 20%.

Todas las mediciones se realizaron en un día para poder comparar los datos sin tener que considerar las variaciones ambientales que pudieran existir de un día a otro.

Cuarto: Los resultados obtenidos se los contrasta con los límites establecido en el Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo y se define la dosis de exposición.

Todas las mediciones se realizaron en un día para poder comparar los datos sin tener que considerar las variaciones ambientales que pudieran existir de un día a otro.

4.6. Descripción General de los Instrumentos a Utilizar.

Se utilizará un equipo que cumpla con las siguientes características de acuerdo a la temperatura a medir.

Temperatura de globo:

Se usará un dispositivo que tenga 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:

Se usará un dispositivo que tenga un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural y que cumple las siguientes características.

- Forma cilíndrica.
- Diámetro externo de 6mm \pm 1 mm.
- Longitud 30mm \pm 5mm.
- 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:

El sensor estará 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°C).

4.7. Validez y confiabilidad.

El instrumento de recolección de datos a emplear será una encuesta mostrada en el **ANEXO K**, la misma que fue validada durante una prueba piloto (encuesta personalizada) aplicada a 21 colaboradores del área de imprimación de asfalto.

Los resultados generados por la prueba piloto fueron validados haciendo uso del paquete estadístico SPSS versión educativa de la UTE, mediante el estadístico de fiabilidad Alfa de Cronbach; el mismo que generó los siguientes resultados.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,745	,816	10

El coeficiente de confiabilidad se considera aceptable como criterio general cuando está en el límite superior (0,70), el resultado es de 0,816 por lo tanto la encuesta es confiable.

El equipo utilizado para hacer las mediciones de estrés térmico por medio del índice de WBGT fue un equipo modelo Questemp 36 HS monitor del cual se anexo el certificado de calibración de fábrica respectivo en el **ANEXO L**.

En la **Tabla N° 4.1** se detalla las características generales.

Tabla N° 4. 1
Características generales del equipo utilizado.

Questemp 36

Marca: Quest Technologies

Modelo: Questemp 36 HS monitor

Número de Serie: TKL040045

Fecha de calibración: 07 de octubre del 2013

Fecha de próxima calibración: 07 de octubre del 2015

Certificado de calibración N°: 1101443TKL040045



Fuente: Catalogo del equipo Questemp 36 HS monitor.

Elaboración: Teddy Mendoza

4.8. Procedimiento de recolección de datos.

Se ejecutará de acuerdo a la siguiente:

- Elaboración de la propuesta.
- Aceptación de la propuesta.
- Sensibilización a autoridades de la Compañía Constructora.
- Sensibilización a personal objeto de estudio.
- Obtención de los permisos correspondientes.
- Elaboración de cuestionarios.
- Validación de cuestionarios.
- Aplicación de cuestionarios.
- Toma de mediciones de Estrés Térmico (WBGT).
- Elaboración de base de datos.
- Procesamiento de los datos.

- Análisis de los datos.
- Presentación de informe.
- Elaboración de artículo para publicación.

4.9. Procedimiento para el análisis de datos.

Las variables de estudio son: todas las variables son de naturaleza cualitativa; para las variables cuantitativas se utilizarán promedio y desviación estándar.

Los datos serán procesados en una hoja electrónica y para el análisis se utilizará el paquete estadístico SPSS versión educativa de la UTE.

4.10. Consideraciones bioéticas

Al ser un estudio observacional se requerirá de un consentimiento informado, el permiso correspondiente de las autoridades pertinentes. Se guardará absoluta confidencialidad de los datos, los mismos que serán presentados de manera general a las autoridades.

V. RESULTADOS

5.1. Resultado de las mediciones.

Los resultados de las mediciones se muestran en las Tablas N° 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 y 5.9.

Tabla N° 5. 1

Resultado de mediciones de índice WBGT – Operador de minicargadora.

VARIABLES	RESULTADO	FOTOGRAFIA
Fecha de medición	17/02/2015	
Hora	9:30	
Cargo	Operador de minicargadora	
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	27,6	
Temperatura de bulbo seco (°C)	33,1	
Temperatura de Globo (°C)	35,5	
WBGT (sin radiación solar)	29,9	
WBGT (con radiación solar)	29,7	
Presencia de Lluvia (SI / NO)	NO	
Condición de trabajo	SIN RADIACION SOLAR	

Tabla N° 5. 2

Resultado de mediciones de índice WBGT – Peón.


VARIABLES	RESULTADO	FOTOGRAFIA
Fecha de medición	17/02/2015	
Hora	10:15	
Cargo	Peón	
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	28,3	
Temperatura de bulbo seco (°C)	32,1	
Temperatura de Globo (°C)	48,9	
WBGT (sin radiación solar)	34,5	
WBGT (con radiación solar)	32,8	
Presencia de Lluvia (SI / NO)	NO	
Condición de trabajo	CON RADIACION SOLAR	

Tabla N° 5. 3

Resultado de mediciones de índice WBGT – Ayudante de esparcidor de asfalto.

VARIABLES	RESULTADO	FOTOGRAFIA
Fecha de medición	17/02/2015	
Hora	11:00	
Cargo	Ayudante de esparcidor de asfalto	
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	28,8	
Temperatura de bulbo seco (°C)	35,3	
Temperatura de Globo (°C)	48,7	
WBGT (sin radiación solar)	34,8	
WBGT (con radiación solar)	33,5	
Presencia de Lluvia (SI / NO)	NO	
Condición de trabajo	CON RADIACION SOLAR	

Tabla N° 5. 4

Resultado de mediciones de índice WBGT – Rastrillero.

VARIABLES	RESULTADO	FOTOGRAFIA
Fecha de medición	17/02/2015	
Hora	11:45	
Cargo	Rastrillero	
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	27,4	
Temperatura de bulbo seco (°C)	32,8	
Temperatura de Globo (°C)	47,1	
WBGT (sin radiación solar)	33,3	
WBGT (con radiación solar)	31,8	
Presencia de Lluvia (SI / NO)	NO	
Condición de trabajo	CON RADIACION SOLAR	

Tabla N° 5. 5

**Resultado de mediciones de índice WBGT – Conductor de esparcidor de
asfalto.**

VARIABLES	RESULTADO	FOTOGRAFIA
Fecha de medición	17/02/2015	
Hora	13:00	
Cargo	Conductor de esparcidor de asfalto	
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	19,4	
Temperatura de bulbo seco (°C)	25,7	
Temperatura de Globo (°C)	25,4	
WBGT (sin radiación solar)	21,2	
WBGT (con radiación solar)	21,2	
Presencia de Lluvia (SI / NO)	NO	
Condición de trabajo	SIN RADIACION SOLAR	

Tabla N° 5. 6

Resultado de mediciones de índice WBGT – Operador de rodillo.


VARIABLES	RESULTADO	FOTOGRAFIA
Fecha de medición	17/02/2015	
Hora	13:45	
Cargo	Operador de rodillo	
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	26,6	
Temperatura de bulbo seco (°C)	30,5	
Temperatura de Globo (°C)	35,4	
WBGT (sin radiación solar)	29,2	
WBGT (con radiación solar)	28,7	
Presencia de Lluvia (SI / NO)	NO	
Condición de trabajo	SIN RADIACION SOLAR	

Tabla N° 5. 7

Resultado de mediciones de índice WBGT – Operador de finisher.

VARIABLES	RESULTADO	FOTOGRAFIA
Fecha de medición	17/02/2015	
Hora	14:30	
Cargo	Operador de finisher	
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	28,5	
Temperatura de bulbo seco (°C)	35,3	
Temperatura de Globo (°C)	45,3	
WBGT (sin radiación solar)	33,6	
WBGT (con radiación solar)	32,6	
Presencia de Lluvia (SI / NO)	NO	
Condición de trabajo	CON RADIACION SOLAR	

Tabla N° 5. 8

Resultado de mediciones de índice WBGT – Inspector de Obra.


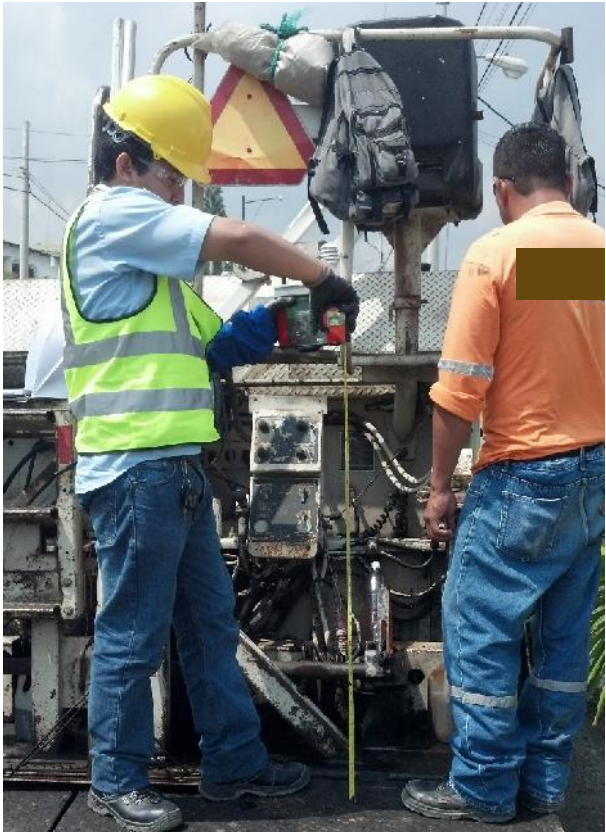
VARIABLES	RESULTADO	FOTOGRAFIA
Fecha de medición	17/02/2015	
Hora	15:00	
Cargo	Inspector de obra	
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	26,4	
Temperatura de bulbo seco (°C)	30,6	
Temperatura de Globo (°C)	36,0	
WBGT (sin radiación solar)	29,2	
WBGT (con radiación solar)	28,7	
Presencia de Lluvia (SI / NO)	NO	
Condición de trabajo	CON RADIACION SOLAR	

Tabla N° 5. 9

Resultado de mediciones de índice WBGT – Ayudante de finisher.

VARIABLES	RESULTADO	FOTOGRAFIA
Fecha de medición	17/02/2015	
Hora	15:45	
Cargo	Ayudante de finisher	
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	26,9	
Temperatura de bulbo seco (°C)	31,7	
Temperatura de Globo (°C)	42,0	
WBGT (sin radiación solar)	31,9	
WBGT (con radiación solar)	30,4	
Presencia de Lluvia (SI / NO)	NO	
Condición de trabajo	CON RADIACION SOLAR	

5.2. Descripción.

Se estudiaron a 41 sujetos trabajadores del área de asfalto de una compañía constructora de la ciudad de Manta, periodo 2014 – 2015, que representan a la totalidad del personal empleado.

En los cuales el grupo de mayor proporción se encuentra en los del grupo de 31 a 40 años quienes representan el 58,5% de la población según los datos presentados en la **Tabla N° 5.10**.

Tabla N° 5. 10
Frecuencia por grupo de edad.

Grupo de edad	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Menos de 30 años	8	19,5
De 31 a 40 años	24	58,5
De 41 a 50 años	7	17,1
De 51 a 60 años	2	4,9
Total	41	100,0

Al considerar la condición del puesto de trabajo, se puede determinar que en el área de imprimación de asfalto de la compañía en estudio, todos tienen circulación de aire debido a que están al aire libre y en el caso de los Conductores de esparcidor de asfalto, sus equipos están equipados con aire acondicionado

Al igual que todos los colaboradores trabajan de lunes a sábado, una sola jornada desde las 07:00 hasta 17:00, laborando más de 8 horas diarias en un puesto fijo y además al ingresar no cumplieron ningún proceso de aclimatación.

En cuanto a los puestos de trabajos verificamos que los peones representan el 29,3% de la población, seguido por los Rastrilleros y Operadores de rodillo que cuentan con un 14,6% cada uno según los datos mostrados en la **Tabla N° 5.11**.

Tabla N° 5. 11
Frecuencia por puestos de trabajo.

Puestos de trabajo	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Peón	12	29,3
Rastrillero	6	14,6
Operador de rodillo	6	14,6
Operador de finisher	3	7,3
Ayudante de finisher	3	7,3
Conductor de esparcidor	3	7,3
Ayudante de esparcidor de asfalto	3	7,3
Operador de minicargadora	2	4,9
Inspector de obra	3	7,3
Total	41	100,0

De igual forma determinamos que esta área de trabajo todo el personal usa algún tipo de equipo de protección personal, pero más frecuente es el uso de ropa de trabajo que tiene un grado de 0,55 clo, gafas y botas que representan un 95,1% de la población, según la **Tabla N° 5.12**.

Tabla N° 5. 12

Frecuencia por equipos de protección personal utilizado.

Equipos de protección personal utilizado	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Ropa de trabajo, gafas y botas	39	95,1
Ropa de trabajo y botas	1	2,4
Ropa de trabajo, botas, gafas y guantes	1	2,4
Total	41	100,0

En el caso de la antigüedad en los puestos de trabajo, se puede decir que la mayoría del personal que labora en esta área tiene más de 1 año desempeñando sus funciones; puesto que de 41 colaboradores, 30 tienen esta condición, según los datos mostrados en la **Tabla N° 5.13**.

Tabla N° 5. 13

Frecuencia por antigüedad en el puesto de trabajo.

Antigüedad en el puesto de trabajo	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Menores de 12 meses	11	26,8
Mayores de 12 meses	30	73,2
Total	41	100,0

En cuanto al tipo de actividad relacionada al consumo metabólico, se puede verificar que el 51,2 % de la población tiene una actividad elevada, seguida por la actividad moderada que cuenta con un 41,5% y sólo el 7,3% de la población tiene una actividad considerada como liviana según el consumo metabólico, según la **Tabla N° 5.14**.

Tabla N° 5. 14

Frecuencia por tipo de actividad según el consumo metabólico.

Tipo de actividad según el consumo metabólico	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Elevada	21	51,2
Moderada	17	41,5
Liviana	3	7,3
Total	41	100,0

En la **Tabla N° 5.15** se verifica que la frecuencia con la que los colaboradores cuentan con áreas de descansos con sombra, se tiene que sólo 34,1% nos indicaron que si cuentan con esta condición.

Tabla N° 5. 15

Frecuencia por áreas de descanso con sombras.

Áreas de descanso con sombras	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Si	14	34,1
No	27	65,9
Total	41	100,0

En cuanto a la presencia de puntos de hidratación definidos, un 90,2% de la población nos indican que no cuentan con esta condición en sus puestos de trabajo según lo mostrado en la **Tabla N° 5.16**.

Tabla N° 5. 16
Frecuencia por presencia de puntos de hidratación definidos.

Presencia de puntos de hidratación definidos	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Si	4	9,8
No	37	90,2
Total	41	100,0

En la **Tabla N° 5.17** se describe que de los puestos de trabajo evaluados el 53,7 % cuentan de vez en cuando con un descanso de hasta 15 minutos y sólo el 12,2 % cuenta con un descanso periódico por cada hora laborada.

Tabla N° 5. 17
Frecuencia por periodos de descansos por hora de trabajo.

Periodos de descansos por hora de trabajo	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Si, de vez en cuando hasta 15 minutos	22	53,7
Si, de vez en cuando de 5 a 10 minutos	12	29,3
Si, siempre hasta 5 minutos	2	4,9
Si, de vez en cuando de 10 a 20 minutos	2	4,9
Si, siempre de 30 a 45 minutos	3	7,3
Total	41	100,0

En la **Tabla N° 5.18** se describe que en el caso de la condición de los puestos de trabajo el 75,6 % del personal labora expuesto a la radiación solar; lo cual representa a 31 colaboradores.

Tabla N° 5. 18
Frecuencia por condiciones de trabajo.

Condición de trabajo	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Exterior con radiación solar	31	75,6
Exterior sin radiación solar	10	24,4
Total	41	100,0

En lo relacionado a la dosis recibida, esta fue calculada en base a las mediciones realizadas en el frente de trabajo, siendo estos resultados mostrados en la **Tabla N° 5.19**, resaltando que la dosis mayor es recibida por los Peones.

Tabla N° 5. 19
Calculo de dosis de exposición a WBGT.

N°	Puesto de trabajo	Tipo de trabajo	Carga de trabajo	WBGT Medido	WBGT Limite	Dosis WBGT	DOSIS WBGT	RIESGO
1	Peón	Continuo	Elevada	32,8	25,0	1,312	Mayor a 1	RIESGO
2	Rastrillero	Continuo	Elevada	31,8	25,0	1,272	Mayor a 1	RIESGO
3	Op. de rodillo	Continuo	Moderada	29,2	26,7	1,094	Mayor a 1	RIESGO
4	Op. de finisher	Continuo	Moderada	32,6	26,7	1,221	Mayor a 1	RIESGO
5	Ayud. de finisher	Continuo	Elevada	30,4	25,0	1,216	Mayor a 1	RIESGO
6	Conductor de esparcidor.	Continuo	Moderada	21,2	26,7	0,794	Menor a 1	SIN RIESGO
7	Ayudante de esparcidor	25 % trabajo	Moderada	33,5	31,1	1,077	Mayor a 1	RIESGO
8	Inspector de obra	Continuo	Ligera	28,7	30,0	0,957	Menor a 1	SIN RIESGO
9	Op. de minicargadora	Continuo	Moderada	29,9	26,7	1,120	Mayor a 1	RIESGO

5.3. Análisis.

En cuanto al análisis de la relación que tienen los factores medidos en el área de imprimación de asfalto de una compañía constructora de la ciudad de Manta, periodo 2014 – 2015 con respecto a la dosis recibida por sus colaboradores se tiene que no existe relación entre la antigüedad en el puesto de trabajo, horas laboradas al día, presencia de áreas de descanso con sombra y puntos de hidratación definidos ($P>0.005$).

Al igual que no existe relación entre las condiciones de puesto de trabajo, el número de jornadas de trabajo laboradas al día, el número de días laborados a la semana, puntos de hidratación definidos, tipo de puesto de trabajo, presencia de circulación de aire, la presencia o no de radiación solar y el cumplimiento de los procesos de aclimatación debido a que los valores de las mismas son constantes ($P>0.005$).

En cuanto a la relación entre los puestos de trabajo y la dosis del índice de se puede indicar que existe relación ($p < 0,005$). Llama la atención que el 100% de los Inspectores de obra y Conductores de esparcidor de asfalto son los únicos colaboradores que están expuestos a niveles de estrés térmico menor a 1, según la **Tabla N° 5.20**.

Tabla N° 5. 20

Relación entre puestos de trabajo y dosis del índice de WBGT.

Puesto de trabajo	DOSIS DE INDICE DE WBGT		Total
	Mayor a 1	Menor a 1	
Peón	12 100,0%	0 0,0%	12 100,0%
Rastrillero	6 100,0%	0 0,0%	6 100,0%
Operador de rodillo	6 100,0%	0 0,0%	6 100,0%
Operador de finisher	3 100,0%	0 0,0%	3 100,0%
Ayudante de finisher	3 100,0%	0 0,0%	3 100,0%
Conductor de esparcidor	0 0,0%	3 100,0%	3 100,0%
Ayudante de esparcidor de asfalto	3 100,0%	0 0,0%	3 100,0%
Operador de minicargadora	2 100,0%	0 0,0%	2 100,0%
Inspector de obra	0 0,0%	3 100,0%	3 100,0%
Total	35 85,4%	6 14,6%	41 100,0%

Xi²: 41,000; gl: 8; p: 0.000...

Además se puede indicar que en esta área de imprimación de asfalto existe relación entre los equipos de protección utilizados y la dosis de índice de WBGT ($p < 0.005$). Es importante recalcar que a menor uso de equipos de protección personal el índice de la dosis de WBGT es menor a 1, según **Tabla N° 5.21**.

Tabla N° 5. 21

Relación entre equipos de protección utilizados y dosis del índice de WBGT.

Equipos de protección utilizados	DOSIS DE INCIDE DE WBGT		Total
	Mayor a 1	Menor a 1	
Ropa de trabajo, gafas y botas	37 97,4%	1 2,6%	38 100,0%
Ropa de trabajo y botas	0 0,0%	2 100,0%	2 100,0%
Ropa de trabajo, botas, gafas y guantes	1 100,0%	0 0,0%	1 100,0%
Total	38 92,7%	3 7,3%	41 100,0%

χ^2 : 26,642; gl: 2; p: 0.000...

Al analizar la **Tabla N° 5.22** se verifica que existe relación entre el tipo de actividad según el consumo metabólico y la dosis del índice de WBGT ($p < 0.005$). Vale recalcar que esta tabla nos indica que a mayor nivel de actividad mayor es el número de colaboradores que están expuesto a dosis de índice de WBGT mayor a 1. ($r: 0.5$; $p: 0.001$). El 25% de la variación del índice de WBGT se debe a la variación del tipo de actividad.

Tabla N° 5. 22

Relación entre tipo de actividad según consumo metabólico y dosis del índice de WBGT.

Tipo de Actividad	DOSIS DE INDICE DE WBGT		Total
	Mayor a 1	Menor a 1	
Elevada	21 100,0%	0 0,0%	21 100,0%
Moderada	17 100,0%	0 0,0%	17 100,0%
Liviana	0 0,0%	3 100,0%	3 100,0%
Total	38 92,7%	3 7,3%	41 100,0%

$\chi^2: 41.000$; gl: 2; p: 0.000...

En la **Tabla N° 5.23** se identifica que existe relación entre los descansos por hora de trabajo y la dosis del índice de WBGT ($P < 0.005$). De estos datos resalta que el 100% de aquellos colaboradores que descansan de vez en cuando de 10 a 20 minutos están expuestos a índices de WBGT menores a 1.

Tabla N° 5. 23

Relación entre descanso por hora de trabajo y dosis del índice de WBGT.

Descanso por hora de trabajo.	DOSIS DE INDICE DE WBGT		Total
	Mayor a 1	Menor a 1	
Si, de vez en cuando hasta 15 minutos	21 95,5%	1 4,5%	22 100,0%
Si, de vez en cuando de 5 a 10 minutos	10 83,3%	2 16,7%	12 100,0%
Si, siempre hasta 5 minutos	1 50,0%	1 50,0%	2 100,0%
Si, de vez en cuando de 10 a 20 minutos	0 0,0%	2 100,0%	2 100,0%
Si, siempre de 30 a 45 minutos	3 100,0%	0 0,0%	3 100,0%
Total	35 85,4%	6 14,6%	41 100,0%

χ^2 : 16,015; gl: 4; p: 0.003

5.4. Discusión.

Los resultados de esta investigación se relacionan con los resultados obtenidos por (Mirzaei, Hajizadeh, Azrah, & Beheshti, 2014) realizado en 29 trabajadores de asfalto de una compañía de Qum City ubicada en el centro de Irán; el mismo que indico que los Operadores de finisher, Rastrilleros, Peones y los del Calentador están expuestos a valores del índice de WBGT superior al establecido por el estándar; y adicionalmente ellos definieron que a mayor aumento del índice de WBGT, es seguido por el aumento de la presión diastólica media, la presión arterial sistólica y la frecuencia del pulso.

Caso similar sucede con los Trabajadores de la Compañía constructora de la ciudad de Manta a la que se hace relación en este Trabajo de Grado; puesto que los Peones, Rastrilleros, Operador de rodillo, Operador de finisher, Ayudante de finisher, Ayudante de esparcidor de asfalto y el Operador de la minicargadora están expuestos a niveles superiores al establecido por el Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

5.5. Conclusiones.

Una vez analizados los resultados de las mediciones y los resultados de las variables se puede expresar las siguientes conclusiones:

- El área de imprimación de asfalto de la compañía constructora sometida al estudio cuenta con una población que en su mayor proporción (78 %) es menor de 40 años.
- El 85,4 % de su personal que se encuentra expuesto a niveles de dosis de WBGT mayor a 1; lo cual nos indica que son los más expuestos a este factor de riesgos y por ende los que tienen mayor probabilidad de presentar los estragos causados por el mismo, siendo este grupo el que debe ser

considerado como prioritario para desarrollar la gestión del riesgo de estrés térmico.

- Los inspectores de obras y Conductores de esparcidor de asfalto son los únicos que tienen una exposición a una dosis menor a uno del índice de WBGT, esta condición se presentan debido a que su actividad tienen un consumo metabólico que va de ligero a moderado respectivamente y periodos de descanso.
- La relación de los tiempos de descanso en cuanto al índice de WBGT, nos indica que a mayor descanso existe menor probabilidad de presentar una exposición a un índice de WBGT mayor a 1.

5.6. Recomendaciones.

- En el caso de los puestos de trabajo que están con dosis de exposición a índice WBGT mayor a 1, gestionar el cambio de la ropa de trabajo a prendas con alto contenido de algodón para mejorar el paso del aire y den la sensación de mayor frescura.
- Definir periodos de descansos aplicando el método que el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo da a conocer a través de la NTP 350: Evaluación del estrés térmico. Índice de sudoración requerida.
- Verificar mediante las variables fisiológicas: presión diastólica media, la presión arterial sistólica y la frecuencia del pulso el nivel de afectación que la exposición a ambientes calurosos están generando a los colaboradores del área de asfalto de la compañía en estudio.
- Definir puntos de hidratación fijos, señalizados y con sombra, que puedan ser usados como puntos de descanso durante los breves tiempos de descanso actuales y los futuros que se definan.

- Añadir una cubierta a la finisher con la finalidad de dotar de sombra al operador de este equipo y reducir su exposición a la radiación solar y por ende el índice de WBGT.

VI. BIBLIOGRAFIA.

- Apud, E., Gutiérrez, M., Maureira, F., Lagos, S., Meyer, F., & Chiang, M. (2002). *Guía para la evaluación de trabajos pesados, con especial referencia a sobrecarga física y ambiental*. Subsecretaría de previsión social, Concepción. Retrieved Enero 09, 2015, from http://sociedadcolombianadeergonomia.com/docs/Guia_de_Trabajos_Pesados.pdf
- Astronomia. (2014, 12 10). Retrieved from <http://www.astromia.com/tierraluna/meteorologia.htm>
- Belding, H., & Hatch, T. (1955). Index for evaluating heat stress in terms of resulting. *Heating, Piping and Air Conditioning*, 27, 129 - 136.
- Bernard, T. E. (2014, Febrero 14). Occupational Heat Stress In USA: Whither We Go? *Industrial Health*, 52, 1-4. Retrieved Enero 08, 2015, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4202768/>
- Caballero Poutou, E. L., Suárez Cabrera, R., & Batle Munzuró, J. S. (2010). Efectos fisiológicos por exposición laboral a ambientes calurosos en trabaja. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 3-14.
- Capon Filas, R. (1999). *Derecho del Trabajo*. Buenos Aires: Libreria Editora Platense.
- Conectapyme. (2014, 12 26). *Conectapyme*. Retrieved from http://www.conectapyme.com/lectura.asp?id_nodo=682&id_puntoDpto=2000
- Cortés, J. (2009). *Seguridad e Higiene en el Trabajo: Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales* (9na Edición ed.). Madrid: Tébar.
- Cyril, M. (2005). *Manual de medidas acústicas y control de ruido* (3era Edición ed., Vol. Tomo I). Madrid: Mc. Graw Hill.
- Epstein, Y., & Moran, D. (2006, Enero 16). Thermal Comfort and the Heat Stress Indices. *Industrial Health*, 388 - 398. Retrieved Febrero 04, 2015, from https://www.jstage.jst.go.jp/article/indhealth/44/3/44_3_388/_pdf
- Erro Urrutia, J. (2010). *Riesgo Estrés Térmico por Calor*. Instituto Riojano de Salud Laboral (IRSAL), España. Retrieved 10 3, 2014, from Comisiones Obreras de la Rioja - CCOO: <http://www.larioja.org/npRioja/default/defaultpage.jsp?idtab=457003>
- Escuela Colombiana de Ingenieria Julio Garavito. (2014, 11 13). *Escuela Colombiana de Ingenieria "Julio Garavito"*. Retrieved from http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/6299_temperatura.pdf
- Floria, P. (2006). *Manual para el Técnico en Prevención de Riesgos Laborales* (5ta Edición ed.). Madrid: Fundación Confemetal.
- Givoni, B., & Goldman, R. (1973). Predicting effects of heat acclimatization on heart rate and rectal temperature. *Applied Physiology*, 875 - 879.
- Henao Robledo, F. (2011). *Factores de riesgo asociados en la construcción* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Hui, S., & Wong, S. (2011, Julio 1). Study of heat stress and thermal environment in construction sites. *The HKU Scholars Hub*, 52 - 61. Retrieved Febrero 08, 2015, from <http://hdl.handle.net/10722/140386>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1982). Nota técnica de prevención 177. *La carga física de trabajo: definición y evaluación*. España. Retrieved Febrero 09, 2015, from

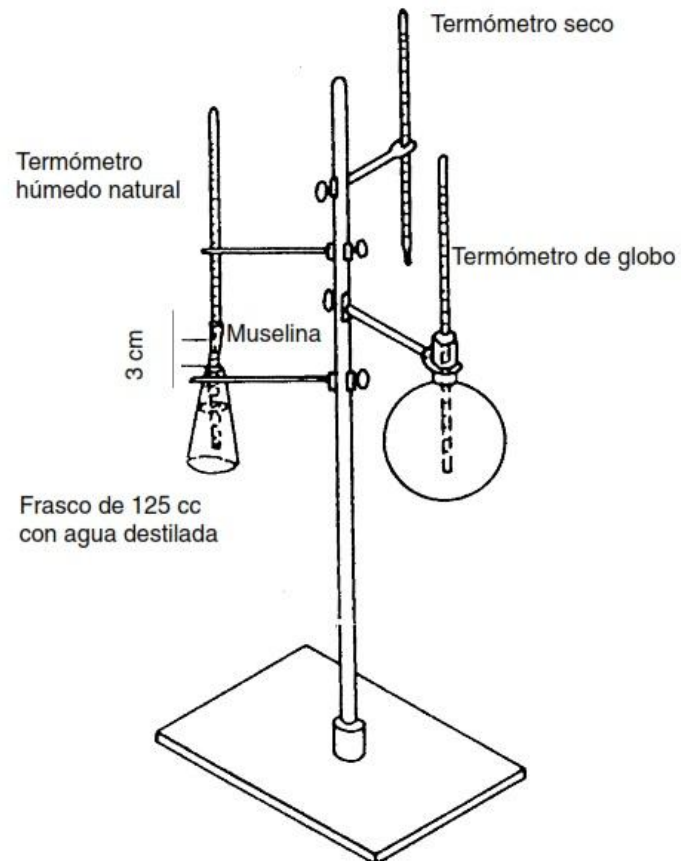
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_177.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1983). Nota técnica de prevención 74. *Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación*. España. Retrieved Noviembre 12, 2014, from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_074.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1992). Nota técnica de prevención 322. *Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT*. España. Retrieved Noviembre 12, 2014, from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_322.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1992). Nota técnica de prevención 323. *Determinación del metabolismo energético*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Retrieved Noviembre 07, 2014, from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_074.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2011). Nota técnica de prevención 922. *Estrés térmico y Sobrecarga térmica: Evaluación de los riesgos*. España. Retrieved Noviembre 12, 2014, from <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/922w.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene Industrial. (1992). Nota técnica de prevención: 350. *Evaluación del estrés térmico. Índice de sudoración*. España. Retrieved Noviembre 11, 2015, from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_350.pdf
- Instituto Sindical de Trabajo, A. y. (2014, 12 12). Condiciones de Trabajo. Retrieved from <http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=2142>
- International Organization for Standardization. (1982). ISO 7243: Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature). Retrieved Enero 13, 2015, from http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=13895
- International Organization for Standardization. (1990). ISO 8996: Ergonomics - Determination of metabolic heat production. Retrieved Enero 09, 2015, from http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=16525
- Lehmann, G. (1960). *Fisiología práctica del trabajo*. Madrid: Aguilar.
- Leithhead, C., & Lind, A. (1964). *Heat Stress and Heat Disorders*. London: Cassell.
- McArdle, B., Dunham, W., Holling, L., Scott, J., Thomson, M., & Weiner, J. (1947). *The Prediction of the Physiological Effects of Warm and Hot*. London: HMSO.
- Mirzaei, R., Hajizadeh, R., Azrah, K., & Beheshti, M. (2014). The effect of thermal stress on asphalt workers' function and their physiological parameters. *International Journal of Occupational Hygiene*, 184 - 191.
- Mondelo, P., Torada, E., Comas, S., Castejon, E., & Bartolomé, E. (2001). *Ergonomía 2: Confort y estrés térmico* (3ra ed.). Barcelona, España: Alfaomega Ediciones.
- Parsons, K. (2006). Heat Stress Standard ISO 7243 and its Global Application. *Industrial Health*, 368 - 379. Retrieved Enero 10, 2015, from

- http://marchingbandwellness.com/wp-content/data_disc/research/wet_bulb_globe_temperature_index.pdf
- Plog, B., Nilland, J., & Quinlan, P. (1996). *Fundamentals of Industrial Hygiene* (4ta ed.). Illinois: Itasca.
- Rivas, R. R. (2001). Condiciones de trabajo y productividad: Influencia del consumo energético y la carga térmica. *5º Congreso Nacional de Estudios del Trabajo*, (p. 20). Mar del Plata.
- The Water Channel Interactive. (2001 - 2015). *The Weather Channel*. Retrieved Febrero 17, 2015, from http://www.weather.com/wx/today/?lat=-0.97&lon=-80.71&locale=es&par=google_onebox&temp=c
- Yaglou, C., & Houghton, F. (1923). Determining equal comfort lines. *Journal of American Society of Heating and Ventilating Engineers*, 165 - 176.

VII. ANEXOS

ANEXO A

Instrumento para la medición del WBGT



Fuente: Ergonomía 2: Confort y estrés térmico.

Elaboración: (Mondelo, Torada, Comas, Castejon, & Bartolomé, 2001)

ANEXO B**Instrumento para la medición del WBGT.**

Fuente: <http://www.heatstress.nl/en/product/2/3m-questemp-32-34-36.html>

Elaboración: *Quest Technologies*

ANEXO C

Clasificación de metabolismo según la actividad

Profesión	Metabolismo W/m ²	Profesión	Metabolismo W/m ²	Profesión	Metabolismo W/m ²
ARTESANOS		INDUSTRIA SIDERÚRGICA		IMPRENTA	
Albañil	110 a 160	Obrero de altos hornos	170 a 220	Compositor manual	70 a 95
Carpintero	110 a 175	Obrero de horno eléctrico	125 a 145	Encuadernador	75 a 100
Vidriero	90 a 125	Moldeador a mano	140 a 240	AGRICULTURA	
Pintor	100 a 130	Moldeador a máquina ...	105 a 165	Jardinero	115 a 190
Panadero	110 a 140	Fundidor	140 a 240	Conductor de tractor	85 a 110
Camicero	105 a 140			CIRCULACIÓN	
Relojero	55 a 70	FERRETERÍA Y CERRAJERÍA		Conductor de coche	70 a 90
INDUSTRIA MINERA		Herrero forjador	90 a 200	Conductor de autocar	75 a 125
Empujador de vagonetas	70 a 85	Soldador	75 a 125	Conductor de tranvía	80 a 115
Picador de hulla (estratificación base)	140 a 240	Tomero	75 a 125	Conductor de trolebús ...	80 a 125
Obrero de horno de coque	115 a 175	Fresador	80 a 140	Conductor de grúa	65 a 145
		Mecánico de precisión ...	70 a 110	PROFESIONES DIVERSAS	
				Laborante	85 a 100
				Profesor	85 a 100
				Vendedora	100 a 120
				Secretaria	70 a 85

Fuente: NTP 323: Determinación del metabolismo energético.

Elaboración: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992)

ANEXO D

Metabolismo por actividad tipo

Actividad	Metabolismo W/m ²	Actividad	Metabolismo W/m ²
ACTIVIDADES DE BASE		ladrillo hueco (masa 4,2 kg)	140
• Andar en llano		ladrillo hueco (masa 15,3 kg)	125
2 km/h	110	ladrillo hueco (masa 23,4 kg)	135
3 km/h	140	PREFABRICACIÓN DE ELEMENTOS	
4 km/h	165	ACABADOS EN HORMIGÓN	
5 km/h	200	encofrado y desencofrado (revesti- miento de hormigón pretensado)	180
• Andar en subida, 3 km/h		colocación de armazones de acero	130
inclinación de 5°	195	vertido del hormigón (revestimiento de hormigón pretensado)	180
inclinación de 10°	275	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	
inclinación de 15°	390	preparación del mortero de cemento	155
• Andar en bajada 5,5 km/h		vertido de hormigón para cimientos	275
inclinación de 5°	130	compactaje de hormigón por vibracio- nes	220
inclinación de 10°	115	encofrado	180
inclinación de 15°	120	carga de carretilla con piedras arena y mortero	275
• Subir una escalera (0,172m/peldaño)		• Industria siderúrgica	
80 peldaños/minuto	440	ALTOS HORNOS	
• Bajar una escalera (0,172 m/peldaño)		preparación del canal de colada	340
80 peldaños /minuto	155	perforación	430
• Transportar una carga en llano, 4 km/h		MOLDEADO (MOLDEADO A MANO)	
masa 10 kg	185	moldeado de piezas medianas	285
masa 30 kg	250	vaciado con martillo metálico	175
masa 50 kg	360	moldeado de piezas pequeñas	140
PROFESIONES		MOLDEADO A MÁQUINA	
• Industria de la construcción		desmoldeado	125
PONER LADRILLOS (CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE SUPERFICIE PLANA)		moldeado, colada mediante un opera- rio	220
ladrillo macizo (masa 3,8 kg)	150		

Fuente: NTP 323: Determinación del metabolismo energético.

Elaboración: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992)

Actividad	Metabolismo W/m ²	Actividad	Metabolismo W/m ²
moldeado, colada mediante dos operarios	210	valor medio en invierno	390
moldeado a partir de una colada suspendida	190	• Agricultura	
TALLER DE ACABADO		cavado	380
trabajo con martillo neumático	175	labranza con tiro de caballos	235
amolado, troquelado	175	labranza con tractor	170
• Industria forestal		sembrado con tractor	95
TRANSPORTE Y TRABAJO CON HACHA		bina (masa de la azadilla 1,25 kg)	170
andar por el bosque (4 km/h) y transporte (masa 7 kg)	285	DEPORTES	
transporte a mano (4 km/h) de una tronzadora (18 kg)	385	• Carrera	
trabajo con hacha (masa 2 kg, 33 golpes/minuto)	500	9 km/h	435
cortar raíces con hacha	375	12 km/h	485
poda (abeto)	415	15 km/h	550
ASERRADO		• Esquí, en terreno llano y con buena nieve	
corte transversal, tronzado mediante 2 operarios		7 km/h	350
60 doble golpes por minuto, 20 cm ² por doble golpe	415	9 km/h	405
40 doble golpes por minuto, 20 cm ² por doble golpe	240	12 km/h	510
tala por tronzado		• Patinaje	
tronzado por un operario	235	12 km/h	225
tronzado por dos operarios	205	15 km/h	285
corte transversal		18 km/h	360
tronzado por un operario	205	TRABAJOS DOMÉSTICOS	
tronzado por dos operarios	190	hacer la limpieza	100 a 200
descortezado		cocinar	80 a 135
valor medio en verano	225	fregar platos, de pie	145
		lavar a mano y planchar	120 a 220
		afeitarse, lavarse y vestirse	100

Fuente: NTP 323: Determinación del metabolismo energético.

Elaboración: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992)

ANEXO E

Metabolismo basal en función de la edad y sexo

VARONES		MUJERES	
Años de edad	Wattios/m ²	Años de edad	Wattios/m ²
6	61,480	6	58,719
7	60,842	6,5	58,267
8	60,065	7	56,979
8,5	59,392	7,5	55,494
9	58,626	8	54,520
9,5	57,327	8,5	53,940
10	56,260	9-10	53,244
10,5	55,344	11	52,502
11	54,729	11,5	51,968
12	54,230	12	51,365
13-15	53,766	12,5	50,553
16	53,035	13	49,764
16,5	52,548	13,5	48,836
17	51,968	14	48,082
17,5	51,075	14,5	47,258
18	50,170	15	46,516
18,5	49,532	15,5	45,704
19	49,091	16	45,066
19,5	48,720	16,5	44,428
20-21	48,059	17	43,871
22-23	47,351	17,5	43,384
24-27	46,678	18-19	42,618
28-29	46,180	20-24	41,969
30-34	45,634	25-44	41,412
35-39	44,869	45-49	40,530
40-44	44,080	50-54	39,394
45-49	43,349	55-59	38,489
50-54	42,607	60-64	37,828
55-59	41,876	65-69	37,468
60-64	41,157		
65-69	40,368		

Fuente: NTP 323: Determinación del metabolismo energético.

Elaboración: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992)

ANEXO F

Metabolismo para la postura corporal. Valores excluyendo el metabolismo basal

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

Fuente: NTP 323: Determinación del metabolismo energético.

Elaboración: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992)

ANEXO G

Metabolismo para distintos tipos de actividades. Valores excluyendo el metabolismo basal.

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

Fuente: NTP 323: Determinación del metabolismo energético.

Elaboración: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992)

ANEXO H

Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo.

Valores excluyendo el metabolismo basal

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m ²)/ (m/s)
Velocidad de desplazamiento en función de la distancia	
Andar 2 a 5 km/h	110
Andar en subida, 2 a 5 km/h	
Inclinación 5°	210
Inclinación 10°	360
Andar en bajada, 5 km/h	
Declinación 5°	60
Declinación 10°	50
Andar con una carga en la espalda, 4 km/h	
Carga de 10 kg	125
Carga de 30 kg	185
Carga de 50 kg	285
Velocidad de desplazamiento en función de la altura	
Subir una escalera	1725
Bajar una escalera	480
Subir una escalera de mano inclinada	
sin carga	1660
con carga de 10 kg.	1870
con carga de 50 kg.	3320
Subir una escalera de mano vertical	
sin carga	2030
con carga de 10 kg.	2335
con carga de 50 kg.	4750

Fuente: NTP 323: Determinación del metabolismo energético.

Elaboración: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992)

ANEXO I

Resistencia térmica de las prendas (clo).

Descripción de las prendas	Resistencia térmica I_{cl} (clo)
Ropa interior	
Calzoncillos	0.03
Calzoncillos largos	0.10
Camiseta de tirantes	0.04
Camiseta de manga corta	0.09
Camiseta de manga larga	0.12
Sujetadores y bragas	0.03
Camisas – Blusas	
Manga corta	0.15
Ligera, mangas cortas	0.20
Normal, mangas largas	0.25
Camisa de franela, mangas largas	0.30
Blusa ligera, mangas largas	0.15
Pantalones	
Corto	0.06
Ligero	0.20
Normal	0.25
Franela	0.28
Vestidos – Faldas	
Falda ligera (verano)	0.15
Falda gruesa (invierno)	0.25
Vestido ligero, mangas cortas	0.20
Vestido de invierno, mangas largas	0.40
Mono de trabajo	0.55
Pullover	
Chaleco sin mangas	0.12
Pullover ligero	0.20
Pullover medio	0.28
Pullover grueso	0.35
Chaqueta	
Chaqueta ligera de verano	0.25
Chaqueta normal	0.35
Bata de trabajo (guardapolvo)	0.30
Prendas forradas con elevado aislamiento	
Mono de trabajo	0.90
Pantalón	0.35
Chaqueta	0.40
Chaleco	0.20
Prendas exteriores de abrigo	
Abrigo	0.60
Chaqueta larga	0.55
Parka	0.70
Mono forrado	0.55
Diversos	
Calcetines	0.02
Calcetines, gruesos cortos	0.05
Calcetines, gruesos largos	0.10
Medias nylon	0.03
Zapatos de suela delgada	0.02
Zapatos de suela gruesa	0.04
Botas	0.10
Guantes	0.05

1 clo = 0,155 m² °C w⁻¹

Fuente: NTP 323: Determinación del metabolismo energético.

Elaboración: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992)

ANEXO J

Carta de consentimiento informado

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
INSTITUTO SUPERIOR DE POSTGRADOS
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TEMA: "Determinantes de la exposición a estrés térmico en el personal del área de imprimación de asfalto de una compañía constructora de la ciudad de Manta, periodo 2014 - 2015".

DESCRIPCION:

Usted ha sido invitado a participar en una investigación que evalúa la existencia de relación entre las condiciones y ambiente de trabajo con el estrés térmico, en los trabajadores del área de imprimación de una compañía constructora de carretera de la ciudad de Manta. Esta investigación es realizada por el Ing. Teddy Mendoza.

El propósito de esta investigación es establecer los determinantes de la exposición a estrés térmico de los trabajadores del área de imprimación de asfalto de una Compañía Constructora de la Ciudad de Manta. Usted fue seleccionado para un estudio en el que participarán todos los trabajadores como voluntarios. Si acepta participar en esta investigación se le solicitará información relacionada a sus actividades laborales, se le pedirá que llene un cuestionario. Su participación tomará aproximadamente 30 minutos.

Riesgos y beneficios:

Los beneficios de su participación en el presente estudio sirven para establecer los determinantes de la exposición a estrés térmico. No existen riesgos derivados de la investigación.

Confidencialidad:

Toda la información obtenida de los trabajadores participantes será manejada con absoluta confidencialidad por parte del investigador. Los datos relacionados a sus actividades laborales serán utilizados exclusivamente para garantizar la veracidad de los mismos y a estos tendrán acceso solamente el investigador y los organismos de evaluación de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

Derechos:

Si ha leído el presente documento y ha decidido participar en el presente estudio, entiéndase que su participación es voluntaria y que usted tiene derecho de abstenerse o retirarse del estudio en cualquier momento del mismo sin ningún tipo de penalidad. Tiene del mismo modo derecho a no contestar alguna pregunta en particular, si así, lo considera.

Yo, _____ portador de la Cédula de Identidad número _____ he leído la hoja informativa que me ha sido entregada.

El investigador Teddy Mendoza, me ha brindado información suficiente en relación al estudio y me ha permitido efectuar preguntas sobre el mismo, entregándome respuestas satisfactorias. Entiendo que mi participación es voluntaria y que puedo abandonar el estudio cuando lo desee, sin necesidad de dar explicaciones y sin que ello afecte mis relaciones laborales internas. También he sido informado/a de forma clara, precisa que los datos de esta investigación serán tratados y custodiados con respeto a mi intimidad. Doy, por tanto, mi consentimiento para utilizar la información necesaria para la investigación de la que se me ha instruido y para que sea utilizada exclusivamente en ella, sin posibilidad de compartir o ceder esta, en todo o en parte a otro investigador, grupo o centro distinto del responsable de la misma.

Declaro que he leído y conozco el contenido del presente documento, comprendo los compromisos que asumo y los acepto expresamente. Por ello firmo este consentimiento informado que de forma voluntaria MANIFIESTO MI DESEO DE PARTICIPAR EN EL ESTUDIO DE INVESTIGACION sobre "Determinantes de la exposición a estrés térmico en el personal del área de imprimación de asfalto de una compañía constructora de la ciudad de Manta, periodo 2014 - 2015" hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos.

Su firma en este documento significa que ha decidido participar después de haber leído y discutido la información presentada en esta hoja de consentimiento.

Nombre del Colaborador

Cédula Identidad

Firma

He discutido el contenido de esta hoja de consentimiento, así como he explicado los riesgos y beneficios que deriven del mismo.

Nombre del Investigador

Cédula Identidad

Firma

ANEXO K

Formato de encuesta.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
MAESTRIA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO
FORMULARIO DE INVESTIGACIÓN

“Determinantes de la exposición a estrés térmico en el personal del área de imprimación de asfalto de una compañía constructora de la ciudad de Manta, periodo 2014 - 2015”.

NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN

El propósito de esta investigación es establecer los determinantes de la exposición a estrés térmico de los trabajadores del área de imprimación de asfalto de una Compañía Constructora de la Ciudad de Manta, 2014 -2015, para mejorar las condiciones de trabajo. Usted fue seleccionado para un estudio en el que participarán todos los trabajadores como voluntarios. Si acepta participar en esta investigación se le solicitará información concerniente a sus datos de filiación y relacionados al trabajo, se le pedirá que llene un cuestionario. Los datos serán manejados confidencialmente.

Instrucciones: Por favor sea sincero y conteste colocando una “X” donde corresponda.

1.- UBIQUE SU EDAD DENTRO DE LOS SIGUIENTES RANGOS DE EDADES EN AÑOS:

De 18 a 30 años. De 31 a 40 años De 41 a 50 años
 De 51 a 60 años. Mas de 61 años

2.- DENTRO DEL SIGUIENTE GRUPO DE PUESTOS DE TRABAJO, IDENTIFIQUE EL PUESTO DE TRABAJO EN EL CUAL LABORA

Peón.	<input type="checkbox"/>	Rastrillero	<input type="checkbox"/>	Inspector de obra.	<input type="checkbox"/>
Operador de minicargadora	<input type="checkbox"/>		Ayudante de finisher	<input type="checkbox"/>	
Operador de rodillo.	<input type="checkbox"/>		Conductor de esparcidor de asfalto.	<input type="checkbox"/>	
Operador de finisher.	<input type="checkbox"/>		Ayudante de esparcidor de asfalto.	<input type="checkbox"/>	

3.- ¿CUAL ES EL EPP (EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL) QUE USA PARA CUMPLIR CON SUS LABORES?

Casco, ropa de trabajo, botas, gafas y guantes.	<input type="checkbox"/>	Gafas y botas.	<input type="checkbox"/>
Ropa de trabajo, gafas, botas y guantes.	<input type="checkbox"/>	Ropa de trabajo y botas.	<input type="checkbox"/>
Ropa de trabajo, gafas y botas.	<input type="checkbox"/>	Ninguno.	<input type="checkbox"/>

4.- ¿CUAL ES SU ANTIGÜEDAD EN EL PUESTO DE TRABAJO ACTUAL?

De 1 a 15 días. De 16 a 30 días. Más de un mes a un año.
 Más de un año.

5.- ¿EN QUE CONDICIONES LABORA ACTUALMENTE?

En el exterior con radiación solar. Espacios interiores sin radiación solar.

6.- SELECCIONE SU TIPO DE ACTIVIDAD

<input type="checkbox"/> LIGERA. - trabajo de brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, maniobrar un interruptor con el pie o con un pedal).	<input type="checkbox"/> ELEVADA - PESADA. - trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; caminar a una velocidad de 5,5 a 7 km/hora.
<input type="checkbox"/> MODERADA. - trabajo con brazos y piernas (maniobras sobre camiones, tractores o máquinas).	Empujar o halar carreteras o carretillas muy cargadas, colocación de bloques de hormigón.

7.- ¿CUANTAS JORNADAS LABORA SU AREA DE TRABAJO?

Una jornada. Dos jornadas

8.- ¿CUANTOS DIAS EN LA SEMANA GENERALMENTE LABORA?

De lunes a viernes. (5 días) De lunes a sábado. (6 días) De lunes a domingo. (7 días)

9.- ¿CUANTAS HORAS LABORA DIARIAMENTE?

Menos de 8 horas. 8 horas diarias. Más de 8 horas.

10.- ¿SUS ACTIVIDADES DIARIAS LE PERMITEN DESCANSAR POR CADA HORA TRABAJADA?

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Si, de vez en cuando hasta 5 minutos. | <input type="checkbox"/> Si, de vez en cuando de 5 a 10 minutos. | <input type="checkbox"/> Si, de vez en cuando de 10 a 20 minutos. |
| <input type="checkbox"/> Si, de vez en cuando mas de 20 minutos. | <input type="checkbox"/> Si, siempre descanso hasta 5 minutos. | <input type="checkbox"/> Si, siempre descanso de 5 a 10 minutos. |
| <input type="checkbox"/> Si, siempre descanso de 10 a 20 minutos. | <input type="checkbox"/> Si, siempre de 30 a 45 minutos. | <input type="checkbox"/> No, es imposible descansar. |

11.- ¿LAS AREAS DE DESCANSO CUENTAN CON SOMBRAS?

Si. No.

12.- ¿EN SUS PUESTOS DE TRABAJO EXISTEN PUNTOS DE HIDRATACION?

Si. No.

13.- ¿EL PUESTOS DE TRABAJO QUE OCUPAN DENTRO DE LOS PROCESOS DESARROLLADOS POR EL AREA DE ASFALTO ES FIJO O ROTATIVO?

Fijo Rotativo

14.- ¿LAS CARACTERISTICAS DE SU PUESTO DE TRABAJO LE PERMITEN LA LIBRE CIRCULACION DEL AIRE DURANTE LA EJECUCION DE SUS ACTIVIDADES?

Si. No.



15.- ¿SELECCIONE LA OPCION QUE INDIQUE COMO FUE SU ADAPTACION AL INGRESO AL AREA DE IMPRIMACION DE ASFALTO?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> El primer día laboré hasta el medio día en el área de asfalto y día a día se fue incrementando el tiempo de labores hasta que el septimo día laboré la jornada completa. | <input type="checkbox"/> Desde el primer día labore la jornada completa de labores |
| | <input type="checkbox"/> No recuerdo como fue mi ingreso al área. |

Muchas gracias por su colaboración.

ANEXO L

Certificado de calibración de medidor de WBGT

	3M Occupational Health and Environment Safety Division	3M Detection Solutions 1060 Corporate Center Drive Oconomowoc, WI 53066-4828 www.3M.com/detection 262 567 9157 800 245 0779 262 567 6149 Fax	An ISO 9001 Registered Company	Page 1 of 1
	<u>Certificate of Calibration</u> Certificate No: 1101443TKL040045			
Submitted By:	CARLOS BRICENO QUITO, ECUADOR			
Serial Number:	TKL040045	Date Received:	6/25/2013	
Customer ID:		Date Issued:	7/10/2013	
Model:	QUESTEMP 36 HS MONITOR	Valid Until:	7/10/2015	
Test Conditions:		Model Conditions:		
Temperature:	18°C to 29°C	As Found:	IN TOLERANCE	
Humidity:	20% a 80%	As Left:	IN TOLERANCE	
Barometric Pressure:	890 mbar to 1050 mbar			
SubAssemblies:				
Description:	SENSOR BAR ASSEMBLY W/HUM.	Serial Number:	N/A	
Calibrated per Procedure:	56V792			
Reference Standard(s):				
I.D. Number	Device	Last Calibration	Date Calibration Due	
S00346	STEM THERMOMETER	3/2/2011	3/2/2013	
Measurement Uncertainty:				
-/- 0.067 °C				
Estimated at 95% Confidence Level (k=2)				
Calibrated By:	 BRYAN RASMUSSEN		7/10/2013	
	Service Technician			
098-393 Rev. B				

Fuente: 3M Occupational Health and Environment Safety Division.

Elaboración: 3M Occupational Health and Environment Safety Division