

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD
OCUPACIONAL

Trabajo de fin de carrera titulado:

INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO TÉRMICO; AL QUE
SE ENCUENTRAN EXPUESTOS LOS TRABAJADORES DEL CENTRO
DE OPERACIÓN, CONTROL Y COMUNICACIONES EN EL
AEROPUERTO INTERNACIONAL MARISCAL SUCRE DE QUITO.

Realizado por:

CARLOS ALBERTO VASCO GUALOTUÑA

Como requisito para la obtención del título de:
MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

QUITO, SEPTIEMBRE DE 2011

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Carlos Alberto Vasco Gualotuña, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

.....

Carlos Alberto Vasco Gualotuña

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación de fin de carrera, titulado
INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO TÉRMICO; AL QUE SE
ENCUENTRAN EXPUESTOS LOS TRABAJADORES DEL CENTRO DE
OPERACIÓN, CONTROL Y COMUNICACIONES EN EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL MARISCAL SUCRE DE QUITO.

Realizado por el alumno
CARLOS ALBERTO VASCO GUALOTUÑA

como requisito para la obtención del título de
MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

ha sido dirigido por el profesor
Ing. FRANCISCO HUGO

quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

.....
Ing. FRANCISCO HUGO

Director

Los profesores informantes

Ing....., e

Ing.....

después de revisar el trabajo escrito presentado, lo han calificado como apto para su
defensa oral ante el tribunal examinador.

.....

.....

Ing.

Ing.

Quito, a 07 de Septiembre de 2011

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento eterno al ser que guía mi vida, a ti Dios; por protegerme, cuidarme y brindarme oportunidades de reto que ponen a prueba mi fuerza y voluntad con el objetivo firme de cumplir todas mis metas.

A mi familia, quienes siempre me han apoyado, especialmente a mis padres que durante estos años han sido el pilar fundamental de mis logros; a mis hermanas que pese a los problemas, siempre han estado ahí apoyándome, gracias a todos.

A mis grandes amigos, CJ, BP, DY. quienes a pesar de los obstáculos presentados siempre me brindaron ese apoyo y soporte primordial e incondicional.

A quienes de una u otra manera fueron participes del desarrollo y logro esperado, AIMS, Universidad SEK, y todas aquellas personas que aunque no estén nombradas, tienen un espacio dentro de mi corazón.

CARLOS VASCO

RESUMEN EJECUTIVO

ADC&HAS MANAGEMENT Ecuador S.A., le dedica gran importancia al desarrollo de las actividades operacionales, estableciendo normas y procedimientos adecuados de seguridad que se complementan con la capacitación y entrenamiento de los trabajadores de Operaciones, buscando con ello el prevenir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

La presente “Investigación y Evaluación del riesgo Térmico; al que se encuentran expuestos los trabajadores del Centro de Operación, Control y Comunicaciones en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito”, se ha realizado con el fin de estudiar, medir y evaluar las condiciones de trabajo, en ambientes externos donde hay presencia de sol.

Una vez obtenidos los valores y evaluado la información obtenida, se determinarán los niveles máximos de exposición de los trabajadores y con ello establecer si existe presencia de riesgo higiénico por estrés térmico, para posteriormente recomendar condiciones y situaciones adecuadas para el correcto desarrollo del trabajo.

El objetivo como tal de la presente investigación es obtener datos válidos, que permitan determinar el nivel de riesgo y exposición, de tal forma que podamos establecer políticas y normas claras en beneficio de la seguridad y salud de los trabajadores.

EXECUTIVE SUMMARY

ADC & HAS MANAGEMENT Ecuador s.a. devotes great importance to the development of operational activities, setting standards and proper safety procedures are complemented by capacity building and training of workers in operations, seeking thereby preventing accidents and occupational diseases.

This "Research and Thermal Risk Assessment, to which workers are exposed Operation Center, Control and Communications at the International Airport of Quito Mariscal Sucre", has been made to study, measure and evaluate the conditions of work in outdoor environments where sun is present.

After obtaining the values and evaluated the information obtained, determine the maximum levels of exposure of workers and thus establish whether there is presence of heat stress hygiene risk to subsequently recommend appropriate conditions and situations for the proper development of the work.

The goal as such this research is to obtain valid data to determine the level of risk and exposure, so that we can establish clear policies and standards in the interest of safety and health of workers.

CONTENIDO

DECLARACIÓN JURAMENTADA	iii
DECLARATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO	vii
EXECUTIVE SUMMARY	viii
CAPÍTULO I.....	1
1. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO.....	1
1.1. Antecedentes del Sitio de Estudio.....	1
1.2. Situación Actual de los Puesto de Trabajo a ser Evaluados.....	2
1.3. Descripción de los Puestos de trabajo objeto de estudio.....	4
1.4. Conclusión de la investigación preliminar.....	5
CAPÍTULO II	6
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	6
2.1 Planteamiento del Problema.....	6
2.2 Formulación del Problema	7
2.3 Objetivos del Estudio	8
2.3.1 Objetivo General	8
2.3.2 Objetivos Específicos.....	8
2.4 Marco Legal	8
2.5 Justificación de la Investigación	12

2.6	Hipótesis.....	13
CAPÍTULO III.....		14
3.	MARCO TEÓRICO.....	14
3.1	Introducción	14
3.2	Higiene industrial.....	16
3.3	Factores de Riesgos Laborales	16
3.3.1	Riesgos Físicos.....	17
3.3.2	Riesgos Mecánicos.....	17
3.3.3	Riesgos químicos.....	18
3.3.4	Riesgos biológicos.....	18
3.3.5	Riesgos Psicosociales.....	19
3.3.6	Riesgos ergonómicos.....	19
3.4	Ambiente Térmico.....	19
3.5	Termorregulación del Cuerpo	20
3.5.1	Termorregulación fisiológica	21
3.5.2	Termorregulación Comportamental	21
3.6	Intercambios Térmicos entre el Cuerpo Humano y el Medio Ambiente.....	22
3.7	Equilibrio Térmico y Balance térmico	23
3.7.1	Sobrecarga por Calor.....	25
3.7.2	Sobrecarga por Frio.....	26
3.8	Efectos Provocados por la Exposición al Ambiente Térmico	27
3.9	Estrés Térmico.....	29

3.10	Parámetros Básicos del Ambiente de Trabajo.....	31
3.10.1	Temperatura del aire (t_a).....	31
3.10.2	Humedad Relativa del Aire (HR).....	31
3.10.3	Temperatura Radiante Media (TRM)	32
3.10.4	Velocidad relativa del Aire	32
3.11	Calor Metabólico.....	33
3.12	Aislamiento Térmico de la Ropa.....	34
3.13	Métodos de Evaluación.	35
3.13.1	Estrés Térmico (WBGT).....	35
3.13.1.1	Evaluación de la Carga Térmica	36
3.13.1.2	Límites permisibles:	36
3.13.1.3	Criterios de Corrección	38
3.13.1.4	Modificaciones al criterio del índice WBGT	39
3.13.1.5	Variables personales a considerar	40
3.13.2	Confort Térmico (Método de Fanger).....	40
3.13.2.1	Índice de valoración Medio.....	41
3.13.2.2	Influencia del vestido	42
3.13.2.3	Influencia de la humedad relativa	42
3.13.2.4	Influencia de la temperatura radiante media	43
3.13.2.5	Porcentaje de Personas Insatisfechas	44
	CAPITULO IV.....	46
4.	DESARROLLO DEL ESTUDIO Y EVALUACIÓN.....	46

4.1	Condiciones actuales del Sitio y Puestos de Trabajo	46
4.1.1	Centro de Operaciones	46
4.1.2	Área de Movimientos	47
4.1.3	Oscar 2	50
4.1.4	Oscar 3	51
4.1.5	Víctor Turno	52
4.2	Descripción de los Riesgos Laborales	54
4.3	Procedimiento de Medición y Evaluación del Riesgo	55
4.4	Determinación y Aplicación del Método de Evaluación	56
4.4.1	Equipo de Medición y Evaluación	56
4.4.2	Aplicación y desarrollo del Índice WBGT	57
4.4.3	Datos obtenidos de la Medición y Evaluación	58
4.4.3.1	Toma de datos Oscar 2 y Víctor Turno	59
4.4.3.2	Toma de datos Oscar 3	59
4.5	Calculo del índice Clo, para vestimentas	61
4.6	Calculo del índice WBGT	62
4.6.1	Oscar 2	62
4.6.2	Víctor turno	64
4.6.3	Oscar 3	66
4.6.4	Análisis y Evaluación de Resultados	68
4.6.5	Aplicación y desarrollo del Índice IVM o método de Fanger	69
	CAPITULO V	70

5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS	70
5.1	Conclusiones	70
5.2	Recomendaciones.....	72
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	74
6.1	Libros	74
6.2	Revistas y Páginas Web	75
7.	ANEXOS.....	76
	Anexo 1. Estructura organizacional de ADC & HAS Management Ecuador S.A.....	77
	Anexo 2. Determinación del índice WBGT, software Spring 3.....	78
	Anexo 3. Calculo de confort térmico por el método de Fanger, determinación del índice IVM.	88

Índice de tablas

Tabla 1.	Marco Legal en Seguridad y Salud Ocupacional	8
Tabla 2.	Ganancia de calor y pérdida de calor en las personas	24
Tabla 3.	Efectos de la exposición laboral al calor	27
Tabla 4.	Efectos de la exposición laboral al frío	28
Tabla 5.	Estimación del Metabolismo Según la Intensidad del Trabajo	33
Tabla 6.	Aislamiento Térmico de la Ropa.....	35
Tabla 7.	Ecuaciones de Cálculo del Índice WBGT	36
Tabla 8.	TLV's para la exposición al calor "Valores de la ACGIH para el 2004"	37
Tabla 9.	Valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243).....	38
Tabla 10.	Modificaciones del índice WBGT, según diversos factores.....	39
Tabla 11.	Factores de Corrección en °C del TLV WBGT para ropa.....	40
Tabla 12.	Índice de Valoración Medio (IMV).....	41
Tabla 13.	Valor del vestido.....	42
Tabla 14.	Identificación y Descripción de Riesgos.	54
Tabla 15.	Equipo de Medición del Ambiente Térmico.	57
Tabla 16.	Compilado de datos obtenidos de la medición y monitoreo térmico.	60
Tabla 17.	Calculo del índice Clo, para vestidos en hombre	61
Tabla 18.	Calculo del índice Clo, para vestidos en mujeres	61
Tabla 19.	Determinación del consumo metabólico Oscar 2	64
Tabla 20.	Determinación del consumo metabólico Víctor turno.....	65
Tabla 21.	Evaluación de riesgos, para la población trabajadora - hombres	68
Tabla 22.	Evaluación de riesgos, para la población trabajadora - mujeres.....	69

Índice de Figuras

Fig 1.	Organización del Trabajo y los Factores de Riesgo	16
Fig 2.	Modelo de Regulación Térmica del Cuerpo Humano	20
Fig 3.	Proceso de la Sudoración del Cuerpo Humano	25
Fig 4.	Causas más Importantes de Estrés Térmico	31
Fig 5.	Factor de corrección del IMV en función de la humedad (Fuente: P.O. Fanger)..	43
Fig 6.	Factor de corrección del IMV en función de la temperatura radiante media. (Fuente: P.O. Fanger)	44
Fig 7.	Centro de Operaciones, Control, y Comunicaciones	46
Fig 8.	Plataforma de Operaciones del AIMS	47
Fig 9.	Actividades y condiciones de trabajo de OSCAR 2	50
Fig 10.	Actividades Nocturnas del Oscar 2	51
Fig 11.	Actividades del Oscar 3, en plataforma	52
Fig 12.	Actividades varias del Víctor Turno	53
Fig 13.	Valores Límite del Índice WBGT	58
Fig 14.	Medición y monitoreo al interior de vehículos	59
Fig 15.	Mediciones y monitoreo en plataforma de operaciones.....	60

CAPÍTULO I

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

1.1. Antecedentes del Sitio de Estudio

El Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre está ubicado en la ciudad de Quito, es considerado como el más importante del Ecuador. Está cumpliendo aproximadamente 50 años de funcionamiento; inició sus servicios en el año de 1960, cuenta con una longitud de pista de 3.120 m.

Su infraestructura ha ido mejorando año con año, debido a la responsabilidad que tienen con los usuarios y el país en sí. El Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre se ha convertido en un eje fundamental del transporte y movilización aérea de personas y cargas. La creciente demanda de un mayor y mejor servicio ha generado que la capacidad e infraestructura del mismo se vea limitada.

Tomando en consideración lo antes mencionado, mediante Decreto Ejecutivo 885 (Diciembre 2002), el Gobierno Nacional transfirió la operación y administración del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, así como la construcción, conducción y mantenimiento de la nueva Terminal aérea internacional de la capital ecuatoriana, al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, a través de CORPAQ (Corporación Aeropuerto y Zona Franca del Distrito Metropolitano de Quito).

El 16 de septiembre y 18 de noviembre del 2002 se suscriben contratos de concesión, construcción y delegación respectivamente, fecha desde la cual Corporación Quiport S.A. asume la administración y operación del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre.

Para mejorar la optimización de los servicios aeroportuarios, la empresa ADC &HAS Management Ecuador S.A. es contratada como operadora del aeropuerto para administrarlo

en forma conjunta con el sistema de aeropuertos de la ciudad de Houston, hasta cuando la construcción del nuevo aeropuerto haya terminado y en definitiva todas las operaciones aéreas se transfieran a las nuevas instalaciones.

La empresa ADC está conformada por Airport Development Corporation de Toronto - Canadá; y HAS representa a Houston Airport System de Texas. La Empresa como tal tiene una gran responsabilidad con la sociedad, por ello en cumplimiento de las normativas legales del país cuida y protege eficazmente a todos los agentes que intervienen en el desarrollo de las labores aeroportuarias (Trabajadores, Ambiente, Infraestructura).

Las instalaciones del nuevo aeropuerto incrementarán la capacidad de operación de la misma, beneficiando a todos los sectores involucrados en este. Con ello también se busca reducir o eliminar los riesgos para la salud, la seguridad y el medio ambiente por lo cual es necesario garantizar que toda persona quien labora en las instalaciones del aeropuerto, se sienta segura y transmita esa seguridad a toda la gente que visita y visitará el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito.

Los trabajadores como parte importante de la empresa, cumplen satisfactoriamente con su labor encomendada, pero toda actividad tiene un nivel de riesgo a los que se ven expuestos diariamente por factores intrínsecos del trabajo y del ambiente laboral en el que se desenvuelven. Factores que en un momento determinado conllevan a la disminución de la capacidad laboral de una persona, pudiendo en algún momento llegar a ocasionar accidentes de trabajo, con resultados no deseados.

Tras de cada efecto vienen varias causas y la prevención está encaminada a trabajar en la eliminación de estas y el resultado obtenido de esta gestión es incrementar la eficiencia y el rendimiento de las empresas.

1.2. Situación Actual de los Puesto de Trabajo a ser Evaluados

Habiendo ya identificado las áreas y actividades que se desarrollan, se determina que la investigación estará dirigida a evaluar las condiciones de los puestos de trabajo en la plataforma de operaciones, sitio donde se generan las actividades operacionales del

Aeropuerto Mariscal Sucre; área de trabajo que se visualiza como un ambiente hostil de trabajo, donde diariamente se encuentran operando vehículos de transporte de carga y personal, vehículos de trabajo pesado, circulación de aeronaves, condiciones ambientales críticas (lluvia y sol), maquinas y/o artefactos que por su naturaleza de funcionamiento tienen una gran probabilidad de causar daños al trabajador y/o a cualquier persona que se encuentre en el área de operaciones.

ADC&HAS MANAGEMENT Ecuador S.A., le dedica gran importancia al desarrollo de las actividades operacionales, estableciendo normas y procedimientos adecuados de seguridad que se complementan con la capacitación y entrenamiento de los trabajadores de Operaciones, buscando con ello el prevenir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

Partiendo del conocimiento del entorno laboral en que se desarrollan las actividades de los puestos de trabajo investigados, se ha observado situaciones reales de peligro y riesgo a las que se encuentran expuestos los trabajadores, tales como:

- ✓ Ruido constante generado principalmente por los motores de las aeronaves, por los vehículos y equipos pesados que circulan en la plataforma de operaciones.
- ✓ Vibraciones, generadas por la conducción permanente de vehículos a asignados para el desarrollo de las actividades, de puestos específicos.
- ✓ Riesgo térmico, tanto de frío como de calor a las que están expuestos los trabajadores ya que las actividades y tareas son desarrolladas en espacios abiertos, en tres turnos rotativos de ocho horas cada uno durante 24 horas al día los 365 días del año.
- ✓ Referente a los riesgos ergonómicos que se han identificado, están especialmente las relacionadas a la posturología tomada por los trabajadores que realizan actividades de conducción durante su jornada de trabajo.
- ✓ Es importante también mencionar que se han evidenciado condiciones operacionales que pueden afectar a la capacidad laboral del trabajador, como por ejemplo: actividades que requieren una alta concentración, turnos con mayor carga laboral (días martes y sábados), por la gran afluencia de tráfico aéreo especialmente de

carga que se presentan en estos días, lo cual genera un gran movimiento en las actividades de la plataforma de operacionales.

1.3. Descripción de los Puestos de trabajo objeto de estudio

Las actividades realizadas por el personal que labora en la plataforma de operaciones están enfocadas a monitorear continuamente a: personas, equipos, y procedimientos operacionales, para determinar factores o amenazas importantes que puedan afectar a la seguridad operacional del aeropuerto y por ultimo adoptar medidas preventivas y/o correctivas que permitan minimizar, reducir y controlar el riesgo.

Oscar 2

Realiza actividades de supervisión en el área de movimientos, incluido plataforma, vías de circulación y pista, conduciendo vehículos tipo camioneta, asignadas por la empresa.

Para este puesto de trabajo se dispone de 15 trabajadores, quienes desarrollan sus tareas en la superficie de la plataforma, donde actualmente existen 18 pits.

Entre las principales funciones de este puesto de trabajo tenemos:

- Comunicación con la torre de control.
- Supervisión de plataformas y áreas de carga.
- Supervisión de las condiciones de señalización en pista:

Color		Identificación
Blanco		Zona de pista
Amarillo		Calle de rodaje
Rojo		Identifica la separación entre áreas plataforma.

- Recorrido por las zonas perimetrales y plataformas de la siguiente manera:
 - 10H00 Inspección para mantenimiento Pista - Taxiway.
 - 15H00 Inspección de plataforma y perímetro revisión de pintura, baches etc.
 - 20H00 revisión de sistema de iluminación y eléctrico, en la zona de rodaje y pista.

- **Oscar 3**

A diferencia del Oscar 2, realizan sus actividades caminando por el área de plataforma, cumpliendo actividades de supervisión de las tareas realizadas por las empresas operadoras, desde el Pit 1 hasta el Pit 18, está integrado por cinco trabajadores, Este puesto de trabajo no tiene la autorización de ingresar a la zona de rodaje y al área de pistas. Sus actividades son complementarias y de apoyo para el Oscar 2.

- **Víctor turno**

Cumple con actividades de apoyo y logística en mantenimiento, conducción de vehículos de recolección de basura, tanquero de agua, tractor con acople de podadora para césped, además brinda asistencia de transporte de materiales, del personal que realiza el mantenimiento de pista y otras actividades operacionales en plataforma y pista, como; tanqueo de combustible a los vehículos y maquinarias pertenecientes a la empresa.

1.4. Conclusión de la investigación preliminar.

- De acuerdo a la investigación preliminar, se determina que el factor de riesgo a ser estudiado y evaluado es el riesgo térmico de calor y frío, al que se encuentran expuestos los trabajadores del área de operaciones.

Donde también se determina el método de evaluación adecuado y específico al factor de riesgo a ser estudiado, el cual también deberá cumplir con los requerimientos establecidos por la ley nacional vigente.

CAPÍTULO II

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del Problema

Desde la antigüedad el hombre y la mujer han tenido que trabajar para poder vivir y en ningún momento resulta fácil ya que en ocasiones esto se vuelve peligroso. Cualquier trabajo a realizar entraña cierto riesgo, por lo tanto podemos sufrir un accidente o contraer alguna enfermedad como consecuencia del trabajo, lo que en un momento dado nos puede provocar la pérdida de la salud temporal o permanente.

A inicios del siglo XIV, se dió el origen de la Seguridad e Higiene Industrial donde los europeos fueron quienes iniciaron y desarrollaron normas que regulen y protejan la actividad de sus profesiones. A partir de ello en 1700, el Dr. Bernardo Ramazzini, crea la medicina del trabajo especialidad creada para el estudio y análisis de las consecuencias en general derivadas del trabajo y que afectan el estado físico, social económico y mental de las personas.

- **La Seguridad en el Trabajo**, también conocida como Seguridad Industrial, es una 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.¹

¹ CHST “Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo”, Fundamentos de las Técnicas de mejora de las condiciones de trabajo, Capítulo 1 “Conceptos generales de trabajo”.

- **La 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 que pueden llegar a producir determinadas alteraciones de la salud de los trabajadores.²

La actividad aérea implica que toda labor desarrollada en sus instalaciones está dirigida a servir y garantizar que toda operación se desenvuelva en un ambiente seguro. Y es importante mencionar que cuando una persona se encuentra insatisfecha y pierde todo interés en el trabajo es una fuente potencial de causar accidentes. Por lo cual debemos saber que cualquier factor o condición presente en el ambiente laboral en el que se desempeñan los trabajadores puede influir negativamente en sus actitudes y condiciones para realizar su labor. Al desconocer los factores y condiciones que rodean al trabajador, estamos limitando nuestro campo de acción.

Por ello, se genera el interés y preocupación que tiene la empresa ADC&HAS MANAGEMENT Ecuador S.A., con respecto a la Seguridad y Salud de las personas. Se plantea entonces la necesidad de realizar la evaluación de las Condiciones Térmicas (calor y frío). Para determinar con ello si el nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores del Centro de Operación es alto, disminuye su capacidad laboral y/o afecta a su salud.

Específicamente la radiación emitida por el sol, en actividades que se desarrollan en ambientes externos es más fuerte, es por tanto que

2.2 Formulación del Problema

Por lo antes descrito y habiendo considerado la situación actual de los puestos de trabajo, nos planteamos la siguiente interrogante:

² CHST “Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo”, Fundamentos de las Técnicas de mejora de las condiciones de trabajo, Capítulo 2 “Conceptos generales sobre salud y condiciones de trabajo”

Al conocer que los puestos de trabajo de la plataforma de operaciones, están expuestos a condiciones térmicas de calor y frío, buscamos entonces, el determinar si el nivel de exposición de la población trabajadora se encuentra bajo o sobre los niveles permitidos, para con ello afirmar o descartar si existe riesgo higiénico por estrés térmico.

Además de establecer, si las condiciones actuales pueden afectar a la salud y la capacidad laboral de los trabajadores (Oscar 2, Oscar 3 y Víctor turno) de la empresa ADC&HAS MANAGEMENT Ecuador S.A. operadora del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito?

2.3 Objetivos del Estudio

2.3.1 Objetivo General

“Investigar y Evaluar las Condiciones Térmicas de calor a las que están expuestos los trabajadores del área de operaciones (Oscar 2, Oscar 3 y Víctor Turno) de la empresa ADC&HAS MANAGEMENT Ecuador S.A. operadora del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito”

2.3.2 Objetivos Específicos

1. Investigar e identificar la presencia de Riesgos Físicos Térmicos en las áreas de trabajo determinadas para nuestro estudio.
2. Evaluar los riesgos identificados y determinar el nivel de exposición al que se encuentran los trabajadores.
3. Proponer medidas que reduzcan o controlen la presencia de los riesgos laborales presentes.
4. Recomendar condiciones ambientales óptimas para el desenvolvimiento de los trabajadores.

2.4 Marco Legal

Tabla 1. Marco Legal en Seguridad y Salud Ocupacional

MARCO LEGAL ECUATORIANO REFERENTE A SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Constitución Política de la Republica del Ecuador

Art. 324.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.
6. Toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tendrá derecho a ser reintegrada al trabajo. Mantendrá la relación laboral de acuerdo con la ley.

Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo “Decisión 584 (07 de mayo de 2004)”

Art. 11.-

- e) Diseñar una estrategia para la elaboración y puesta en marcha de medidas de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores;
- h) Informar a los trabajadores por escrito y por cualquier otro medio sobre los riesgos laborales a los que están expuestos y capacitarlos a fin de prevenirlos, minimizarlos y eliminarlos. Los horarios y el lugar en donde se llevará a cabo la referida capacitación se establecerán previo acuerdo de las partes interesadas.

Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo “Resolución 957 (23 de septiembre de 2005)”

Art. 4.- El Servicio de Salud en el Trabajo tendrá un carácter esencialmente preventivo y podrá conformarse de manera multidisciplinaria. Brindará asesoría al empleador, a los trabajadores y a sus representantes en la empresa en los siguientes rubros:

- a) Establecimiento y conservación de un medio ambiente de trabajo digno, seguro y sano que favorezca la capacidad física, mental y social de los trabajadores temporales y permanentes;
- b) Adaptación del trabajo a las capacidades de los trabajadores, habida cuenta de su estado de salud físico y mental.

Código del Trabajo (Actualización a noviembre de 2008)

Art. 410.- Obligaciones respecto de la prevención de riesgos.- Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida. Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador. Su omisión constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo.

Art. 412.- Preceptos para la prevención de riesgos.- El Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo y los inspectores del trabajo exigirán a los propietarios de talleres o fábricas y de los demás medios de trabajo,

el cumplimiento de las órdenes de las autoridades, y especialmente de los siguientes preceptos:

- 1) Los locales de trabajo, que tendrán iluminación y ventilación suficientes, se conservarán en estado de constante limpieza y al abrigo de toda emanación infecciosa;
- 2) Se ejercerá control técnico de las condiciones de humedad y atmosféricas de las salas de trabajo.

Ley del Seguridad Social (13 de noviembre de 2001)

Art. 155.- Lineamientos de política

El Seguro General de Riesgos del Trabajo protege al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, y acciones de reparación de los daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, incluida la rehabilitación física y mental y la reinserción laboral.

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo “Decreto Ejecutivo 2393. R.O. 565 (noviembre de 1986)”

Art. 11. OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES.- Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.
9. Instruir sobre los riesgos de los diferentes puestos de trabajo y la forma y métodos para prevenirlos, al personal que ingresa a laborar en la empresa.

Art. 13. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES.

5. Cuidar de su higiene personal, para prevenir al contagio de enfermedades y someterse a los reconocimientos médicos periódicos programados por la empresa.

Art. 23. SUELOS, TECHOS Y PAREDES.

3. Las paredes serán lisas, pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y desinfectadas

Art. 53. CONDICIONES GENERALES AMBIENTALES: VENTILACIÓN, TEMPERATURA Y HUMEDAD.

1. En los locales de trabajo y sus anexos se procurará mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.

Art. 54. CALOR

1. En aquellos ambientes de trabajo donde por sus instalaciones o procesos se origine calor, se procurará evitar el superar los valores máximos establecidos en el numeral 5 del artículo anterior.
2. Cuando se superen dichos valores por el proceso tecnológico, o circunstancias ambientales, se recomienda uno de los métodos de protección según el caso:

e) (Reformado por el Art. 29 del Decreto 4217) Se regularán los períodos de actividad, de conformidad al (TGBH), índice de temperatura de Globo y Bulbo Húmedo, cargas de trabajo (liviana, moderada, pesada), conforme al siguiente cuadro:

Art. 55. RUIDOS Y VIBRACIONES.

6. (Reformado por el Art. 33 del Decreto 4217) Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido.

7. (Reformado por el Art. 34 del Decreto 4217) Para el caso de ruidos continuos, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la tabla (No.25 en el presente trabajo).

Art. 56. ILUMINACIÓN, NIVELES MÍNIMOS.

I. Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos. Los niveles mínimos de iluminación se calcularán en base a la tabla (No. 20 en el presente trabajo).

Art. 57. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.

1. Norma General: En las zonas de trabajo que por su naturaleza carezcan de iluminación natural, sea ésta insuficiente, o se proyecten sombras que dificulten las operaciones, se empleará la iluminación artificial adecuada, que deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del local ni presentar peligro de incendio o explosión. Se deberán señalar y especificar las áreas que de conformidad con las disposiciones del presente reglamento y de otras normas que tengan relación con la energía eléctrica, puedan constituir peligro.

2. Iluminación localizada: Cuando la índole del trabajo exija la iluminación intensa de un lugar determinado, se combinará la iluminación general con otro local, adaptada a la labor que se ejecute, de tal modo que evite deslumbramientos; en este caso, la iluminación general más débil será como mínimo de 1/3 de la iluminación localizada, medidas ambas en lux.

3. Uniformidad de la iluminación general: La relación entre los valores mínimos y máximos de iluminación general, medida en lux, no será inferior a 0,7 para asegurar la uniformidad de iluminación de los locales.

4. Para evitar deslumbramientos se adoptarán las siguientes medidas:

a) No se emplearán lámparas desnudas a menos de 5 metros del suelo, exceptuando aquellas que en el proceso de fabricación se les haya incorporado protección antideslumbrante.

b) Para alumbrado localizado, se utilizarán reflectores o pantallas difusoras que oculten completamente el punto de luz al ojo del trabajador.

c) En los puestos de trabajo que requieran iluminación como un foco dirigido, se evitará que el ángulo formado por el rayo luminoso con la horizontal del ojo del trabajador sea inferior a 30 grados. El valor ideal se fija en 45 grados.

d) Los reflejos e imágenes de las fuentes luminosas en las superficies brillantes se evitarán mediante el uso

de pinturas mates, pantallas u otros medios adecuados.

e) Se prohíbe el empleo de fuentes de luz que produzcan oscilaciones en la emisión de flujo luminoso, con excepción de las luces de advertencia.

6. Iluminación fluorescente: Cuando se emplee iluminación fluorescente, los focos luminosos serán como mínimo dobles, debiendo conectarse repartidos entre las fases y no se alimentarán con corriente que no tenga al menos cincuenta periodos por segundo.

Art. 179. PROTECCIÓN AUDITIVA.

1. Cuando el nivel de ruido en un puesto o área de trabajo sobrepase el establecido en este Reglamento, será obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva.

2. Los protectores auditivos serán de materiales tales que no produzcan situaciones, disturbios o enfermedades en las personas que los utilicen. No producirán además molestias innecesarias, y en el caso de ir sujetos por medio de un arnés a la cabeza, la presión que ejerzan será la suficiente para fijarlos debidamente.

3. Los protectores auditivos ofrecerán la atenuación suficiente. Su elección se realizará de acuerdo con su curva de atenuación y las características del ruido.

4. Los equipos de protección auditiva podrán ir colocados sobre el pabellón auditivo (protectores externos) o introducidos en el conducto auditivo externo (protectores insertos).

Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo “Resolución No. 741”

Art. 4. Se consideran agentes específicos que entrañan el riesgo de enfermedad profesional los siguientes:

I.- AGENTES FÍSICOS

1. Ruido y ultrasonido.
5. Movimiento, vibración, fricción, trepidación y comprensión continuos.
6. Temperatura alta o baja.

Fuente: Legislación Ecuatoriana (MRL, SGRT – IESS)³

Elaborado por: Carlos Vasco

2.5 Justificación de la Investigación

Reducir o eliminar cualquier acción negativa es el objetivo principal de la empresa. Y partimos de que todo evento está en función de algunos antecedentes y el éxito de toda

³ CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, Art 324 - DECISIÓN 584 “Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo, Art. 11” - RESOLUCIÓN 957 “Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Art. 4” - DECRETO EJECUTIVO 2393 “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Art 53 y 54”

gestión es anticiparse a estos y prevenir cualquier efecto de ello. Es decir que el trabajo de una persona debe ser responsable y consiente para lograr que la labor sea de calidad.

Y especialmente en el sector aéreo donde la actividad principal es el transporte y seguridad de las personas y cargas, de ahí que cuidar de la seguridad y salud de los colaboradores de ADC &HAS Management Ecuador S.A. es una labor de suma importancia.

Como sabemos la prevención garantiza el éxito de toda gestión, por lo que el trabajo debe ser activo y no reactivo, es decir que toda actividad encaminada a gestionar la seguridad y salud de la gente, parte de la acción de anticiparnos a cualquier eventualidad que pudiera existir y no a la labor de corregir los efectos o daños ya causados.

Al investigar y evaluar el nivel de riesgo por exposiciones a las condiciones de riesgo por calor, que puedan generar efectos negativos para la organización, estaremos determinando si la exposición a la que se encuentran sometidos los trabajadores es perjudicial para su seguridad y salud, lo cual nos dará un punto de partida para implementar medidas de control que aseguren un ambiente de trabajo adecuado que reduzcan o eliminen los efectos negativos de los riesgos propios de cada actividad.

Además este análisis nos servirá como referencia para ser implantadas en nuevas instalaciones del país o bien, para un futuro estudio y análisis más exhaustivo del tema que nos brinde mayores resultados en la prevención y seguridad del trabajador.

2.6 Hipótesis

La investigación y evaluación de los riesgos físicos por calor, presentes en las áreas de trabajo, nos brindaran una visión más clara para determinar si cumplimos o no, con los niveles permitidos de exposición al riesgo higiénico por estrés térmico.

Partir de ello entonces, para plantear medidas preventivas, correctivas y de control, que nos permitan garantizar principalmente el bienestar y satisfacción de los trabajadores.

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Introducción

La realidad laboral en el país es bastante obvia, expresamente en la atención que se le da al trabajador por parte del empresario u/o empleador. La seguridad y salud ocupacional en el país es vista como una fuente de gastos y en un mundo globalizado como en el que nos encontramos actualmente toda empresa desea obtener mayores ganancias y utilidades por su actividad. Echo por el cual el trabajador es visto como una máquina y no como un agente importante de la organización.

Kauro Ishikawa menciona lo siguiente *“Si a las personas se les trata como maquinas, el trabajo pierde todo interés y deja de ser fuente de satisfacción. En tales condiciones, no es posible esperar productos de buena calidad y confiabilidad”*

Hoy en día la gestión en seguridad y salud del trabajo ha mejorado notablemente, pero todavía el número de muertes, lesiones y enfermedades derivadas del trabajo continúa siendo inaceptable y tiene consecuencias devastadoras para muchos.

Para la OIT (Organización Internacional del Trabajo) en sus módulos de La Salud y la Seguridad en el trabajo expresa que “en casi todos los lugares de trabajo se puede hallar un número ilimitado de riesgos. En primer lugar están las condiciones de trabajo inseguras patentes, como las máquinas no protegidas, los suelos deslizantes o las insuficientes precauciones contra incendios, pero también hay distintas categorías de riesgos insidiosos (es decir, los riesgos que son peligrosos pero que no son evidentes), entre otras:

- Los riesgos físicos, como los ruidos, las vibraciones, la insuficiente iluminación, las radiaciones y las temperaturas extremadas.
- Los riesgos químicos a que dan lugar a líquidos, sólidos, polvos, humos, vapores y gases.
- Los riesgos biológicos, como las bacterias, los virus, los desechos infecciosos y las infestaciones.
- Los riesgos psicológicos provocados por la tensión y la presión.
- Los riesgos que produce la no aplicación de los principios de la ergonomía, por ejemplo, el mal diseño de las máquinas, los instrumentos y las herramientas que utilizan los trabajadores; el diseño erróneo de los asientos y el lugar de trabajo o unas malas prácticas laborales"⁴.

Muchos de estos riesgos se materializan por su frecuencia causando daños irreparables al trabajador, además de los accidentes que se generan cabe mencionar también que la mayoría de actividades conllevan a la presencia de enfermedades laborales que no solo dañan la salud del trabajador, sino que también desprestigian el éxito en la gestión de cualquier organización. Para ello gestionamos la prevención, es decir anticiparse a la materialización de cualquier riesgo y así evitar efectos o daños importantes.

Motivo por el cual realizamos un exhaustivo análisis de Riesgos, el cual contempla dos fases:

- a. Identificar el Peligro:
- b. Estimar el Riesgo, significa que debemos valorar la probabilidad y las consecuencias de que el riesgo se materialice, es decir dar nuestro criterio de si es o no tolerable.
- c. Evaluar el riesgo

⁴ OIT “Organización Internacional del Trabajo”, La Salud y la Seguridad en el Trabajo, Introducción a la Salud y la Seguridad Laboral

d. Medición y/o monitoreo del riesgo.

3.2 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.⁵

3.3 Factores de Riesgos Laborales

Los factores de riesgo, se definen como la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales, y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento potencial de peligro.

Fig 1. Organización del Trabajo y los Factores de Riesgo



Fuente: Carlos Vasco

Elaborado por: Carlos Vasco

⁵ FALAGAN Manuel, Higiene Industrial Aplicada, Fundación Luis Fernández Velasco.

La presencia de los factores de riesgo en el medio ambiente de trabajo, generan la ocurrencia de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales. Lo que significa que al disminuir o eliminar los riesgos que son evitables y mejorar las condiciones del medio ambiente laboral, el trabajador se sentirá más seguro y por ende la empresa mejorará sus operaciones, dando como resultado la disminución de los costos por incapacidad o ausentismo del personal.

Estos factores de riesgo se clasifican en: Físicos, químicos, mecánicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales.

3.3.1 Riesgos Físicos

Son considerados como una forma de energía agresiva, generada por fuentes concretas y que actúa sobre el cuerpo humano, las cuales pueden producir efectos dañinos en aquellas personas expuestas.

Constituidos por elementos como:

- a. Temperatura (Calor y Frio)
- b. Iluminación
- c. Ventilación
- d. Ruido
- e. Vibraciones
- f. Electricidad
- g. Radiaciones (Ej.: rayos x, alpha, beta, gamma, ultravioleta o infrarrojo)

3.3.2 Riesgos Mecánicos

Este tipo de riesgo tiene que ver con máquinas y con determinadas herramientas, consideradas como las más peligrosas ya que las que trabajan sufren lesiones y mutilaciones en su cuerpo e incluso llegan a perder la vida a causa de sus instrumentos de trabajo.

Entre estos tenemos:

- a. Herramientas manuales, portátiles, neumáticas, eléctricas, etc.
- b. Equipos y maquinarias: Sierras, prensas, cortadoras, compresores, etc.
- c. Unidades móviles: Vehículos, camiones, montacargas, tractores, remolcadores, aparatos de elevación, grúas, ascensores, etc.
- d. Salientes agudas, rebabas, juntas, piezas móviles y afines que puedan causar rasgaduras, cortes o aprisionamientos de las extremidades o alguna otra parte del cuerpo del trabajador.

3.3.3 Riesgos químicos

Son aquellas sustancias naturales o sintéticas, que se presentan en cualquiera de los procesos de fabricación, manejo, transporte, almacenamiento y uso que pueden contaminar el ambiente de trabajo.

Constituidos por:

- a. Sólidos (polvos, humos)
- b. Líquidos (nieblas, rocío)
- c. Gaseoso (gases, vapores)

Especialmente los polvos y gases tóxicos son agentes especiales e importantes debido a que provocan un efecto negativo sobre la salud de los trabajadores, pudiendo hasta ocasionar la muerte (en algunos casos) y enfermedades respiratorias. La gestión de este tipo de riesgos puede realizarse alternativas como: ventilación o equipos de protección personal de ser necesario.

3.3.4 Riesgos biológicos

Son todos aquellos organismos vivos y sustancias derivadas de los mismos que al interactuar con el hombre en ciertas circunstancias, estos pueden ocasionar alteraciones orgánicas, provocando enfermedades en el trabajador.

Entre las cuales tenemos:

- a. Virus

- b. Bacterias
- c. Hongos
- d. Parásitos
- e. Microbios

3.3.5 Riesgos Psicosociales

Son aquellas condiciones que ocasionan insatisfacción o fatiga laboral y que influyen negativamente en el estado anímico de las personas. Entre estos riesgos podemos mencionar algunos como:

- a. Monotonía
- b. Sobre tiempo o sobrecarga de trabajo
- c. Exceso de responsabilidad
- d. Mobbing.

3.3.6 Riesgos ergonómicos

Es la falta de adecuación de las máquinas y elementos de trabajo a las condiciones físicas del hombre, que pueden ocasionar fatiga muscular o enfermedades de trabajo.

Y podemos mencionar las siguientes:

- a. Sobre carga física
- b. Malas posturas
- c. Trabajos o actividades repetitivas

3.4 Ambiente Térmico

Las labores que se realizan en un ambiente térmico pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores en mayor o menor grado. Aun cuando las condiciones no sean extremas o el trabajo no sea pesado, estas condiciones pueden afectar de manera significativa en el desarrollo y el rendimiento del trabajo.

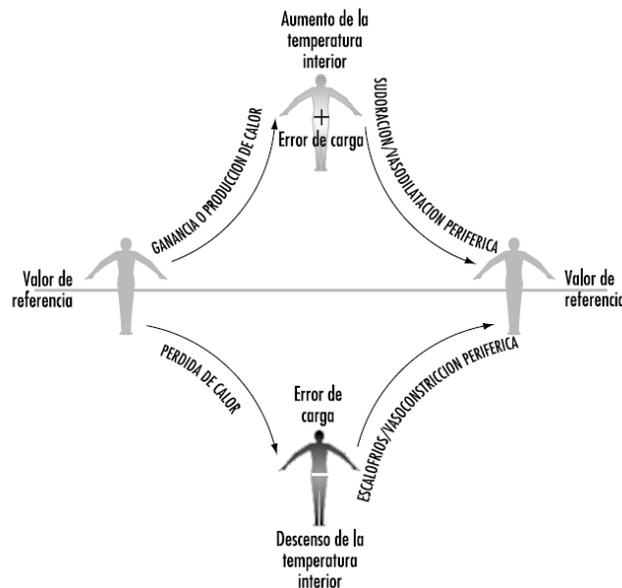
Las condiciones termohigrométricas por calor o frío pueden generar riesgos intolerables o riesgos por falta de confort, los cuales deben ser evaluados con métodos específicos para determinar su nivel de riesgos.

3.5 Termorregulación del Cuerpo

De acuerdo a estudios realizados, se indica que el Hipotálamo es el centro encargado de regular las temperaturas de todo el cuerpo humano frente a aportes o pérdidas de calor, utilizando al sistema nervioso central como medio de información para controlar las variaciones de temperaturas.

Para lo cual se presentan dos mecanismos de regulación de temperatura; el uno es de naturaleza fisiológica y el otro que depende del comportamiento de la persona. Ambas formas interactúan de tal manera que evitan la presencia de enfermedades y logran que las personas se sientan confortables.⁶

Fig 2. Modelo de Regulación Térmica del Cuerpo Humano



Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo de la OIT, Cap. 42

Elaborado por: Carlos Vasco

⁶ OIT “Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo”, Cap. 42

3.5.1 Termorregulación fisiológica

Cuando el cuerpo humano siente que varía la temperatura central (37 °C), sea por la influencia del medio ambiente, la fuerte actividad física o simplemente cuando la ropa impide la pérdida de calor, este reacciona con sus mecanismos propios de regulación, controlando así la temperatura corporal.

El exceso de calor interno en el cuerpo humano, obliga a perder calor y así evitar un desequilibrio térmico. Este efecto provoca que la circulación de la sangre se eleve lo que significa un aumento de la frecuencia cardíaca y la vasodilatación cutánea. Hay que considerar que la sudoración es el mecanismo de pérdida de calor más importante y esta aumenta su volumen en presencia de calor.

La aclimatación al calor permite trabajar con menor riesgo en ambiente cálido y esta aclimatación es específica ya que no es lo mismo un ambiente caluroso húmedo que otro caluroso seco.⁷

3.5.2 Termorregulación Comportamental

Este tipo de mecanismo se refiere específicamente a las actitudes y comportamientos de la persona, es decir son comportamientos de naturaleza voluntaria que llevan a una mejor adaptación al calor. Actitudes como;

- Descansos.
- Esfuerzos musculares.
- Ubicarse en sitios con sombra, frescos o cálidos
- Usar ropa ligera en presencia de calor y lo contrario en presencia de frío.
- Ingesta regular de bebidas frescas.
- Utilización de pantallas, toldos... para evitar el calor radiante.

⁷ CHST “Técnicas de prevención de riesgos laborales”: Higiene Industrial, Ambiente Térmico, pág. 5

- Modificación de los horarios de trabajo: evitando trabajar al mediodía.
- Reducción de la actividad física (la productividad en verano es menor en todos los segmentos de la población).

3.6 Intercambios Térmicos entre el Cuerpo Humano y el Medio Ambiente

Para realizar un análisis del ambiente térmico es importante tomar en cuenta el intercambio térmico que se desarrolla por cuatro vías.

Convección: el cual se desarrolla entre el cuerpo y el ambiente a su alrededor y los factores de los que depende son la temperatura del aire y la velocidad del mismo. Se pierde calor, cuando la temperatura de la piel es mayor que la temperatura del aire o al contrario cuando la temperatura de la piel es menor que la del aire se gana calor. En cualquiera de los dos casos la velocidad del aire favorece el intercambio de energía.

Radiación: Aquí el aire no interviene, ya que el intercambio de calor se produce entre el individuo y los objetos que lo rodean. Todo cuerpo, en mayor o menor grado y en función de su temperatura emite radiación infrarroja. La temperatura radiante media (TRM) de los objetos del entorno, es una variable ambiental que determina el intercambio de energía, de la siguiente manera; Si la temperatura de la piel $>$ TRM, se pierde calor y se gana calor si sucede lo contrario.⁸

Conducción: Este punto se considera de poca importancia en el ámbito laboral, ya que por lo general los trabajadores utilizan equipos de protección personal en las manos o los pies.

La transferencia de calor obliga siempre a la existencia de una diferencia de temperatura. Cuando el aire está más frío que la piel, se pierde calor por **convección y radiación**, en caso contrario se puede ganar calor.

Si la temperatura del aire es superior a la de la piel, los mecanismos de transferencia por radiación y convección acumulan calor en el cuerpo en lugar de disiparlo, y en esas

⁸ Aproximación al Riesgo y confort térmico en el trabajo: El Calor, Balance Térmico, pág. 10

condiciones, es necesario recurrir a otro mecanismo de pérdida de calor que es la **evaporación** del sudor o transpiración de la piel.⁹

3.7 Equilibrio Térmico y Balance térmico

La temperatura interna del cuerpo humano en condiciones normales es de aproximadamente 37,6 °C, dentro de un intervalo de 36 °C a 38 °C, sin embargo cuando las condiciones se presenten demasiado calurosas o demasiado frías, estos valores normales pueden sufrir variaciones.

La presencia de temperaturas extremadamente frías o calientes, no son favorables para la salud y mucho menos para trabajar ya que pueden ocasionar desde un malestar simple hasta la muerte en casos extremos. Estas condiciones se generan por la acumulación excesiva de calor en el cuerpo o una pérdida también excesiva de esta, por lo que se concluye que:

“Es necesario mantener un EQUILIBRIO TÉRMICO entre las ganancias de calor y las pérdidas de calor para que la temperatura central del cuerpo permanezcan constantes”

El cuerpo para mantener una temperatura normal de 37 °C, produce reacciones químicas de oxidación de la materia orgánica que constituye los alimentos, al interior del organismo. Este conjunto de reacciones químicas se denomina Metabolismo.

La producción interna de calor aumenta con el trabajo muscular, lo que quiere decir que durante el trabajo especialmente si este si es intenso, puede ocurrir que la temperatura central supere los 37 °C. Por lo que es necesario que el cuerpo pierda el exceso de calor corporal, cediendo esta energía al ambiente.

Para que este proceso suceda, las condiciones ambientales que rodean al trabajador deben estar a menor temperatura (y/o humedad) o de otra forma si el ambiente es más caluroso el trabajador ganara calor de este.

⁹ CHST “Técnicas de prevención de riesgos laborales”: Higiene Industrial, Ambiente Térmico, Capítulo 2: Intercambios térmicos entre el cuerpo humano y medio pág. 4-5.

Tabla 2. Ganancia de calor y pérdida de calor en las personas

- **El hombre gana calor por las siguientes vías**

GANANCIA DE CALOR		
VIA	EXPR.	COMO
Por su Metabolismo	M	Determinado por su metabolismo y la actividad que realice.
Por radiación de calor	R	Que recibe de los cuerpos de su entorno
Por Convección	C	Al recibir calor del aire (o agua) que está en contacto con él.
Por la Respiración	(Res)	Al inspirar aire caliente cuya temperatura este por encima de su temperatura corporal.
Por Conducción	K	Al recibir calor de los cuerpos sólidos que están en contacto directo con él.

- **A su vez el hombre pierde calor por las siguientes vías**

PERDIDA DE CALOR		
VIA	EXPR.	COMO
Por Radiación	R	Que emite hacia los cuerpos de su entorno
Por Convección	C	Al entregar calor al aire que está en contacto con él.
Por la Respiración	Res	Al espirar el aire durante la respiración y el jadeo.
Por trabajo externo	W	Al realizar una actividad con un trabajo externo positivo.
Por evaporación del sudor	E	Al entregarle calor al sudor para que éste pueda evaporarse.
Por Conducción	Cd	Al entregar calor a los cuerpos sólidos que están contacto directo con él.

Fuente: Ergonomía 2, Confort y estrés Térmico, pág. 21-22

Elaborado por: Carlos Vasco

Ya en la práctica, se pueden depreciar los intercambios por respiración y conducción y en determinadas condiciones el trabajo externo, considerando que en la mayor parte de las actividades su valor es bajo, nulo o poco significativos.

Por lo tanto el equilibrio o balance térmico se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$M \pm R \pm C - E = A$$

Donde el valor de A, representa el calor acumulado (Si $A > 0$), o perdido (si $A < 0$), en el organismo como consecuencia de un desequilibrio; y si $A = 0$, significa que existe un equilibrio térmico.

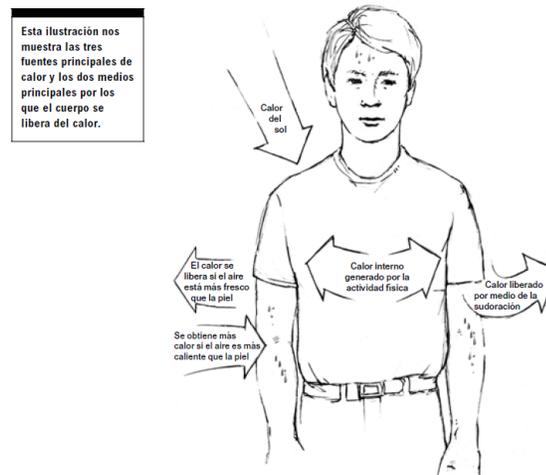
3.7.1 Sobrecarga por Calor

Como se menciono anteriormente en el punto (3.4.3.1), la presencia de ambientes calurosos provoca que los mecanismos fisiológicos se activen, para adaptar el cuerpo humano a las condiciones que se presenten, estos mecanismos son los siguientes:

- **Aumento de la Sudoración:** Se debe considerar que la sudoración de por si no garantiza la evacuación del calor de la piel, sino la evaporación del sudor. Estas condiciones son dependientes de otros factores externos a la persona, como: La humedad del aire, calidad y tipo de ropa y de la velocidad del aire.

De esta misma forma se debe de considerar que el exceso de sudoración por largos periodos de tiempo, puede generar efectos negativos en la persona, ya que la sudoración implica la pérdida de agua y sales.¹⁰

Fig 3. Proceso de la Sudoración del Cuerpo Humano



Fuente: Prevención del Estrés Térmico en el trabajo

Elaborado por: Carlos Vasco

¹⁰ Prevención del Estrés Térmico en el Trabajo, pág. 4-5

- **La frecuencia cardiaca y la temperatura interna:** Al elevarse la temperatura corporal, la frecuencia cardiaca aumenta, provocando que la persona presente malestares, desinterés por las actividades y hasta sed.

Es importante que la persona antes de iniciar sus actividades, este, se aclimate a las condiciones, paulatinamente. Es decir, someter al trabajador a la mitad de la carga física y la mitad de la carga térmica. A partir del siguiente día y durante unos días más se incrementan las cargas. El tiempo necesario para la finalización de la aclimatación es del orden de 15 días, lo cual debe ser tenido en cuenta en la planificación de las tareas de los nuevos sujetos y en los primeros días de verano la pérdida de la aclimatación es muy rápida, ya que en tres o cuatro días ha perdido gran parte de su eficacia.

Se deben de considerar no aclimatados a aquellos trabajadores que retornan a un puesto de trabajo después de: vacaciones, baja laboral, cualquier motivo por el que no hayan trabajado durante varios días seguidos en el puesto considerado y exposición alternante.

3.7.2 Sobrecarga por Frio

Al igual que en ambientes calurosos, los mecanismos de termorregulación se presentan, pero con diferentes consideraciones, como:

- **La disminución del flujo sanguíneo** hacia la piel, evitando con este proceso la pérdida de calor y conservando el calor interno. De esta forma la piel se vuelve como un manto aislante del cuerpo. Es decir que el cuerpo humano se convierte en un recipiente térmico.
- **Los Escalofríos y Aumento del Metabolismo:** La continua pérdida de calor, provoca la presencia de temblores o tiriteos, cuya función es aumentar la producción interna de calor mediante el incremento de la actividad metabólica que viene dada por la actividad física espontanea o involuntaria.

- **Ventilación Pulmonar:** Los receptores cutáneos del tórax producen una hiperventilación y un aumento de la resistencia de las vías aéreas, lo cual disminuye la ventilación máxima por minuto. El objetivo de estos efectos es equilibrar la temperatura del aire inhalado con la del cuerpo.¹¹

3.8 Efectos Provocados por la Exposición al Ambiente Térmico

Tabla 3. Efectos de la exposición laboral al calor

EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL CALOR			
EFECTOS PATOLOGICOS	SINTOMAS	CAUSAS	PRIMEROS AUXILIOS
Sarpullido	Picazón en la piel	Exposición continuada a aire húmedo y caliente. Piel mojada por el sudor	Limpiar, secar y enfriar la zona afectada.
Deshidratación	Fatiga	Exposición prolongada. Pérdida excesiva de agua, debido a que se suda mucho y no se repone el agua perdida.	Beber agua con Sales
Calambres	Dolores musculares espasmódicos. Sudoración abundante	Exposición prolongada. Pérdida excesiva de sales, debido a que se suda mucho. Ocurre si no se ingieren sales, aunque se beba mucha agua.	Reposo en lugar fresco. Beber agua con sales.
Agotamiento debido al calor	Sudoración abundante, náuseas, debilidad, malestar, taquicardia, dolor de cabeza, palidez, mareos, pérdida de consciencia. Piel fría y mojada por el sudor.	Exposición prolongada. Pérdida excesiva de agua y sales debido a que se suda mucho y no se reponen.	Reposo en lugar fresco. Beber agua con sales. Aflojar la ropa.
Sincope debido al calor	Visión borrosa, mareo, debilidad, desmayo	Permanencia de pie e inmóvil en zona calurosa.	Mantener a la persona echada con las piernas

¹¹ Aproximación al Riesgo y confort térmico en el trabajo: El Calor, Balance Térmico, Capítulo 3, Patología debida al calor, pág. 17

Aproximación al Riesgo y confort térmico en el trabajo: El frío, Capítulo 2, Mecanismos fisiológicos pág. 8-11

			levantadas.
Golpe de calor	Temperatura corporal muy alta, piel seca y caliente, cese o disminución de la sudoración, convulsiones, delirio, confusión mental, etc. PELIGRO DE MUERTE.	Trabajo en ambientes muy calurosos y húmedos. Esfuerzo físico muy intenso en ambientes moderadamente cálidos.	Mojar a la persona con líquidos fríos, abanicarla para favorecer la evaporación e incrementar el enfriamiento. ASISTENCIA MÉDICA INMEDIATA.
Trastornos emocionales	Pérdida de control emocional, explosiones de ira, llanto incontrolable	Situaciones de estrés térmico agudo.	Hacer que el individuo, abandone inmediatamente esa situación.

Fuente: CALOR Y TRABAJO, Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor, pág. 4.

Elaborado por: Carlos Vasco

Tabla 4. Efectos de la exposición laboral al frío

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL FRIO			
EFFECTOS PATOLOGICOS	SINTOMAS	CAUSAS	PRIMEROS AUXILIOS
Hipotermia (Temperatura central <35 °C)	Fatiga, nauseas, la piel se vuelve pálida y fría, arritmias, disminución de la presión sanguínea, alteraciones psíquicas (mutismo, mal humor, apatía, alucinaciones, distorsión de la realidad, respiración lenta y superficial, pérdida de consciencia. PELIGRO DE MUERTE	Exposición al frío que hace que la temperatura central del cuerpo < 35°C. Temperatura del aire baja; el enfriamiento es mayor a medida que aumenta la velocidad del viento.	Llevar al afectado a un sitio cálido, proporcionarle ropa seca que incluya algo para la cabeza, taponarle con mantas y administrarle bebidas calientes si está consciente. ASISTENCIA MÉDICA INMEDIATA
Congelación local del cuerpo	Al principio dolor punzante y después insensibilidad de la	Temperatura del aire bajo (puede ser incluso superior	Proteger al afectado en un sitio cálido, administrarle

(Cara, manos, nariz, lóbulos, orejas, etc.)	<p>zona afectada.</p> <p>a. Congelación superficial: Manchas blancas que desaparecen con rapidez al calentar la zona.</p> <p>b. Congelación profunda: Se forman cristales de hielo y cuando se derriten la piel se enrojece, se hincha y aparecen ampollas.</p>	<p>a 0 °C, si la ropa esta mojada); el enfriamiento es mayor a medida que aumenta la velocidad del viento.</p> <p>Contacto directo con objetos fríos.</p>	<p>comidas y bebidas calientes y además</p> <p>C. Superficial: ponerle ropa seca y calentar la zona congelada por contacto con la piel de otra persona.</p> <p>C. Profunda: Aflojar la ropa próxima a la zona afectada y quitarla si esta mojada; cubrirla con ropa seca; mantener elevadas las extremidades afectadas. NO FROTAR LA ZONA CONDUCCIÓN AL HOSPITAL</p>
Pie de trinchera	Hinchazón y edema, entumecimiento y pérdida de sensibilidad. Inicialmente el color es rojo, después pálido y puede llegar a cianótico.	Permanencia prolongada con los pies mojados o inmóvil cuando la temperatura es baja pero > 0 °C.	Lavar y secar cuidadosamente los pies, mantener el cuerpo caliente y tumbado, pero los pies fríos y levantados.
Alteraciones psicológicas	Molestias, apatía, disminución de la capacidad de percepción y la memoria, obnubilación. ¹²		

Fuente: Ergonomía 2, Confort y estrés Térmico.

Elaborado por: Carlos Vasco

3.9 Estrés Térmico

No existe una manera clara de determinar los efectos de la exposición al calor o al frío, ya que algunos factores presentan una complejidad en la identificación y evaluación. En experimentos realizados las reacciones resultan ser variadas y completamente diferentes,

¹² CALOR Y TRABAJO, Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor, pág. 4, tabla 1.

esto puede depender de las diferencias fisiológicas entre las personas (Aclimatación, edad, aptitud física, sexo, constitución corporal, etc.)

En conclusión podemos decir que el **estrés térmico por calor** es: Cuando la temperatura del cuerpo sobrepasa el nivel en que fluctúa la temperatura corporal (36 – 38 °C), el cuerpo reacciona para eliminar del exceso de calor. Sin embargo, si el cuerpo sigue recibiendo calor en una cantidad mayor a la que puede eliminar, la temperatura corporal aumenta y la persona sufre estrés térmico. Los problemas de salud derivados del estrés térmico son conocidos como trastornos causados por calor. Este tipo de trastornos ocurren más a menudo cuando se está realizando trabajo físico arduo en ambientes calurosos y húmedos y cuando el cuerpo, como consecuencia, pierde demasiado fluido y sal en el sudor.

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

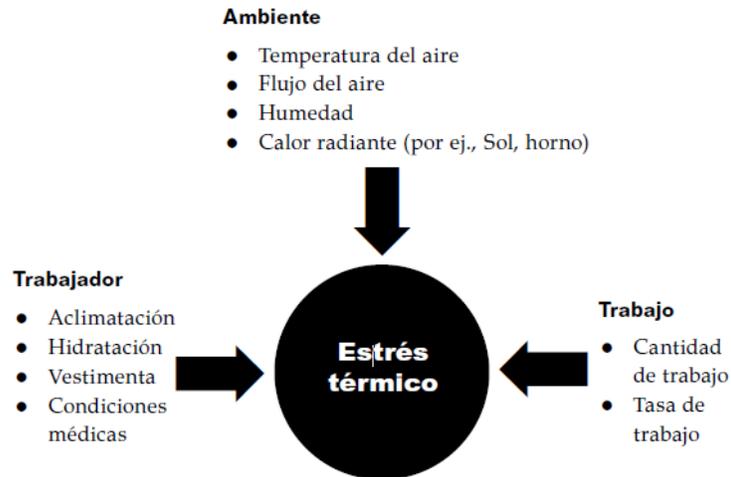
Mientras que las exposiciones fatales por frío se determinan **Estrés por frío**, las cuales se producen por exposiciones accidentales a ambientes con bajas temperaturas que no se pueden evitar. Este tipo de tensión se ve determinada por la capacidad de la persona expuesta a mantener eficientemente el equilibrio térmico. Una exposición prolongada a estos tipos de ambientes, provoca en sus primeras etapas un malestar general acompañado de una torpeza en los movimientos, pudiendo llegar hasta sentir dolor en las extremidades, como un aviso de peligro del estrés por frío.

Es necesario finalizar la exposición a estas condiciones cuando la temperatura corporal haya reducido hasta los 35 °C, ya que esta condición obliga a que el cuerpo empiece a tiritar al máximo, lo que limita el trabajo mental y físico del trabajador.¹³

¹³ OIT, “Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, Evaluación del estrés por calor, pág. 42.17

Fig 4. Causas más Importantes de Estrés Térmico

Las causas más importantes de estrés térmico



Fuente: Prevención del Estrés Térmico en el trabajo

Elaborado por: Carlos Vasco

3.10 Parámetros Básicos del Ambiente de Trabajo

3.10.1 Temperatura del aire (ta)

Es la temperatura del aire que rodea al trabajador, se expresa en grados centígrados (°C). Esta tiene que medirse con un sensor adecuado y en el sitio que refleje las condiciones del puesto de trabajo.

Se debe tomar en cuenta que cualquiera que sea el sensor o medidor a utilizar este debe estar protegido de las radiaciones térmicas.

3.10.2 Humedad Relativa del Aire (HR)

Al contenido de agua en el aire se le conoce como humedad relativa y se define como el porcentaje de saturación del aire con vapor de agua, es decir, es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un metro cúbico de aire en unas condiciones determinadas de temperatura y presión y la que tendría si estuviera saturado a la misma temperatura y

presión. La humedad relativa de una muestra de aire depende de la temperatura y de la presión a la que se encuentre.

$$HR = e/E (100) = \text{presión de vapor actual/presión de vapor a saturación (100)}.$$

Para medir la humedad relativa del aire se utilizan el higrómetro y los psicrómetros que los hay de diferentes tipos.

3.10.3 Temperatura Radiante Media (TRM)

La Temperatura Radiante Media (tr) de un ambiente se define como la temperatura uniforme de un local negro imaginario que produzca en la misma pérdida de calor por radiación en las personas como el local real. Dicha variable deberá indicarse en grados Centígrados o Celsius, si se dispone de la medida en Kelvin se aplicará la siguiente conversión: $T(C^\circ) = T(K) - 273$).

La temperatura radiante media se puede calcular a partir de los valores medidos de la temperatura seca, la temperatura de globo y la velocidad relativa del aire mediante la siguiente ecuación:

$$T^{\text{radiante media}} (C^\circ) = T^{\text{de globo}} (C^\circ) + 1,9 \sqrt{\text{velocidad del aire (m/s)}} (T^{\text{de globo}} (C^\circ) - T^{\text{seca}} (C^\circ))$$

3.10.4 Velocidad relativa del Aire

Es la resultante entre la velocidad del aire que incide sobre el trabajador y la velocidad que adquiere el aire alrededor del trabajador debido a la actividad física que desarrolla y se expresa en (m/s).

El movimiento del aire afecta al intercambio de calor convectivo y evaporativo entre el cuerpo humano y el ambiente. El equipo recomendado para medir esta variable es el anemómetro, los cuales deben considerarse solamente los que puedan utilizarse para evaluar las condiciones térmicas.¹⁴

¹⁴ RIESGOS FISICOS III; Temperaturas extremas y ventilación, Medición de factores ambientales, pág. 31-33

3.11 Calor Metabólico

Son reacciones químicas que se desarrollan al interior del organismo por la combustión de los alimentos con el oxígeno que se consumen. Toda esta energía producida se convierte en energía mecánica (despreciable y en calor, denominándose así como: Consumo metabólico (M), dato importante para determinar el confort o el estrés térmico.

Para estimar el gasto metabólico se disponen de tablas, diseñadas para determinar el gasto metabólico de acuerdo a la intensidad de trabajo realizado.

Tabla 5. Estimación del Metabolismo Según la Intensidad del Trabajo

INTENSIDAD	METABOLISMO (W/m ²)
Descanso	$M < 65$
Ligero	$65 < M < 130$
Moderado	$130 < M < 200$
Pesado	$200 < M < 260$
Muy Pesado	$260 > M$

Fuente: Ergonomía 2, Confort y estrés Térmico, pág. 21-22

Elaborado por: Carlos Vasco

Metabolismo ligero

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).

Metabolismo moderado

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.

Metabolismo elevado

Trabajo intenso 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.

Metabolismo muy elevado

Actividad muy intensa 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.

3.12 Aislamiento Térmico de la Ropa

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

En condiciones calurosas la ropa que usa el trabajador, debe permitirle perder el exceso de calor corporal generado durante el trabajo. Mientras que en condiciones frías, es necesario utilizar ropa que impida la pérdida de calor corporal, pero al mismo tiempo esta no debe dificultar el trabajo a realizarse.¹⁵

¹⁵ Higiene industrial aplicada “ampliada”, El ambiente con sobrecarga térmica, pág. 768 - 769

Tabla 6. Aislamiento Térmico de la Ropa

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

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

Elaborado por: Carlos Vasco

Cabe mencionar que la ropa es independiente del material de que está hecha (Tipo de fibra). Estas dependen del aire que quedan atrapadas en la trama de las fibras del tejido, es por ello que se recomienda llevar varias capas de ropa que una sola y gruesa.¹⁶

3.13 Métodos de Evaluación.

3.13.1 Estrés Térmico (WBGT)

El estrés térmico por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan. Es decir, el estrés térmico por calor no es un efecto patológico que el calor puede originar en los trabajadores, sino la causa de los diversos efectos patológicos que se producen cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo.¹⁷

El Método del índice WBGT, se describe en la norma española NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: donde se determina el cálculo a partir de la combinación de

¹⁶ INSHT, Ergonomía, Resistencia Térmica del Vestido, pág. 142.

Aproximación al Riesgo y confort térmico en el trabajo: El Calor, Capítulo VI, Índices térmicos, pág. 57-68

¹⁷ CALOR Y TRABAJO, Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor, pág. 2

parámetros ambientales, como: la temperatura de globo TG, la temperatura húmeda natural THN, y en condiciones especiales se emplea también la temperatura seca del aire, TA.¹⁸

3.13.1.1 Evaluación de la Carga Térmica

A continuación describimos las siguientes ecuaciones de donde se obtiene el índice WBGT:

Tabla 7. Ecuaciones de Cálculo del Índice WBGT

ECUACIÓN	CRITERIO DE APLICACIÓN
$WBGT = 0.7 THN + 0.3 TG$	En el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar
$WBGT = 0.7 THN + 0.2 TG + 0.1 TA$	En exteriores con radiación solar

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

Elaborado por: Carlos Vasco

Si se evidencia que en el ambiente la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, presentándose diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice WBGT realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza, utilizando la ecuación que se describe a continuación:

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

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

3.13.1.2 Límites permisibles:

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

¹⁸ CHST “Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.

Riesgos Físicos III, Temperaturas extremas y ventilación, pág. 41-44

- Valores dados en °C (WBGT)
- Trabajo continuo: 8 horas diarias.

Tabla 8. TLV’s para la exposición al calor “Valores de la ACGIH para el 2004”

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

Fuente: Higiene Industrial aplicada “ampliada”, pág. 782

Elaborado por: Carlos Vasco

Los límites que se describieron anteriormente, solo son válidos para personas sanas y aclimatadas al calor. Cabe recalcar que la velocidad del aire, solo interviene a partir de cierto valor del consumo metabólico y de forma cualitativa, aumentando 1 o 2 °C los límites del índice WBGT, cuando existe velocidad del aire en el puesto de trabajo.

La A.C.G.I.H., selecciona este método como criterio de valoración de estrés térmico, pero añade factores más estrictos para individuos aclimatados y no aclimatados.¹⁹

¹⁹ Higiene Industrial Aplicada “ampliada”, El ambiente con sobrecarga térmica, pág. 782

Tabla 9. Valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243)

CONSUMO METABÓLICO Kcal/hora	WBGT límite °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	V = 0	V ≠ 0	V = 0	V ≠ 0
≤ 100	33	33	32	32
100 – 200	30	30	29	29
200 – 310	28	28	26	26
310 – 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Fuente: Higiene Industrial aplicada “ampliada”, pág. 782

Elaborado por: Carlos Vasco

3.13.1.3 Criterios de Corrección

- Corrección del calor metabólico: Muchas situaciones de tensión calórica pueden ser resueltas disminuyendo el esfuerzo físico del trabajador.
- Corrección del calor radiante: Por su naturaleza, el calor radiante se traslada en línea recta, se refleja y se absorbe. Para su control entonces, aprovechando esta propiedad emplearemos pantallas absorbentes y reflectivas.
- Corrección del calor convectivo: Para mejorar la pérdida por convección debe refrigerarse el aire y aumentar su velocidad.
- Corrección de la evaporización ambiente: La evaporización ambiente depende de la humedad relativa y de la velocidad del aire.
- Cuando no existan formas razonables de controlar la agresión, se deberá recurrir a la reducción del tiempo de exposición, según lo ya explicado y proveer de lugares o zonas apropiadas de recuperación.
- En todos los casos debe proveerse agua fresca y controlar la ingestión de sal a raíz de su pérdida a través de la sudoración.

3.13.1.4 Modificaciones al criterio del índice WBGT

Por lo anteriormente descrito y detallado, los valores WBGT, suponen que los trabajadores gozan de buena salud, en perfectas condiciones físicas y nutricionales, así como que estén aclimatados, de igual manera se supone el uso de prendas ligeras.

Además se aclara que ciertas condiciones personales, ambientales o de trabajo no son consideradas por este método, tales son; velocidad del aire, sexo de la persona, o la propia ropa del trabajador que puede tener una marcada influencia sobre la posible sobrecarga térmica.

Justamente para corregir estas condiciones, se proponen modificaciones al método WBGT, que si bien no permite el cálculo exacto, nos proporcionan indicadores que nos muestran las necesidades de implantar o no medidas correctivas o definitivamente modificar los métodos de trabajo.

Tales modificaciones se emitieron por la Standarts Advisory Committee on Heat Strtess, las cual fueron corregidas por el profesor Jerry C. Ramsey del departamento de ingeniería industrial de la Universidad Lubbock en Texas (EEUU), con ello mejorando la validez y aplicabilidad de estos valores.²⁰

Tabla 10. Modificaciones del índice WBGT, según diversos factores

Factores	Modificaciones del WBGT (°C)
Persona sin aclimatar y físicamente no apta	- 2
Velocidad del aire > 1.5 m/s y T° aire < 35 °C	+ 2
Ropa:	
Pantalón corto o semidesnudo	+ 2
Chaqueta impermeable que interfiere en la evaporación.	- 2
Gabardina impermeable que interfiere en la evaporación.	- 4
Traje completo impermeable que interfiere en la evaporación.	- 5

²⁰ Higiene Industrial aplicada “ampliada”, El ambiente con sobrecarga térmica pág. 783-784

Persona obesa o de edad avanzada	- 1 a - 2
Mujeres	- 1

Fuente: Higiene Industrial aplicada “ampliada”, pág. 784

Elaborado por: Carlos Vasco

3.13.1.5 Variables personales a considerar

Es importante también tomar en cuenta que algunas condiciones dependen del trabajador, entre las cuales tenemos el consumo metabólico y la vestimenta. El vestido como tal es un aspecto de real importancia en el intercambio de calor entre el trabajador y el medio ambiente.

Tabla 11. Factores de Corrección en °C del TLV WBGT para ropa

Factores	Valor Clo	Corrección WBGT
Uniforme de trabajo de verano	0,6	0
Bata de algodón	1,0	- 2
Uniforme de trabajo de invierno	1,4	- 4
Protección anti humedad permanente	1,2	- 6

Fuente: Higiene industrial aplicada “ampliada”, pág. 784

Elaborado por: Carlos Vasco

3.13.2 Confort Térmico (Método de Fanger)

Podríamos decir que existe «confort térmico» cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan.

Cabe recalcar que el método y algunos autores, determinan que una persona se encuentra en Confort Térmico, cuando cumple con tres condiciones, como:

1. Cumplir con el equilibrio térmico.
2. La tasa de sudoración debe estar dentro de los límites de confort.
3. La temperatura media de la piel, debe estar dentro de los límites de confort.

Con lo antes expuesto, el método de Fanger determina la "ecuación del confort" que establece la relación que debe cumplirse, en situaciones de confort, entre los siguientes tres tipos de variables:

- a. Características del vestido: aislamiento y área total del mismo.
- b. Características del tipo de trabajo: carga térmica metabólica y velocidad del aire.
- c. Características del ambiente: temperatura seca, temperatura radiante media, presión parcial del vapor de agua en el aire y velocidad del aire.²¹

3.13.2.1 Índice de valoración Medio

Fanger emplea la siguiente escala numérica de sensaciones, para calificar por grupos de personas expuestas a un determinado grado de confort.

Tabla 12. Índice de Valoración Medio (IMV)

IMV	
VALOR NUMERICO	SENSACIÓN NUMÉRICA
- 3	Muy Frío
- 2	Frío
- 1	Ligeramente Frío
0	Neutro (Confortable)
1	Ligeramente Caluroso
2	Caluroso
3	Muy Caluroso

Fuente: Ergonomía, Confort y Estrés Térmico, Pág. 83

Elaborado por: Carlos Vasco

Los parámetros que analiza el Método de Fanger son: el nivel de actividad, las características de la ropa, la temperatura seca, la temperatura radiante media, la humedad relativa y la velocidad del aire.

²¹ Higiene industrial aplicada “ampliada”, El ambiente con sobrecarga térmica, pág. 787-788

3.13.2.2 Influencia del vestido

El tipo de vestido es una variable que influye de manera importante en nuestra sensación de confort; cuanto mayor es la resistencia térmica de las prendas de vestir, más difícil es para el organismo desprenderse del calor generado y cederlo al ambiente. El confort térmico se alcanza cuando se produce cierto equilibrio entre el calor generado por el organismo como consecuencia de la demanda energética y el que es capaz de ceder o recibir del ambiente.

La unidad térmica de medida del vestido se miden en "clo" (del inglés clothing, vestido), equivalente a una resistencia térmica de 0,18 m² hr °C/Kcal; como referencia listamos, los tipos más usuales de vestido con sus correspondientes valores de la resistencia en "clo".²²

Tabla 13. Valor del vestido

TIPO	VALORES	DESCRIPCIÓN
Desnudo	0 clo	
Ligero	0,5 clo	Similar a un atuendo típico de verano comprendiendo ropa interior de algodón, pantalón y camisa abierta
Medio	1,0 clo	Traje completo
Pesado	1,5 clo	Uniforme militar de invierno

Fuente: Ergonomía 2, Confort y Estrés Térmico

Elaborado por: Carlos Vasco

3.13.2.3 Influencia de la humedad relativa

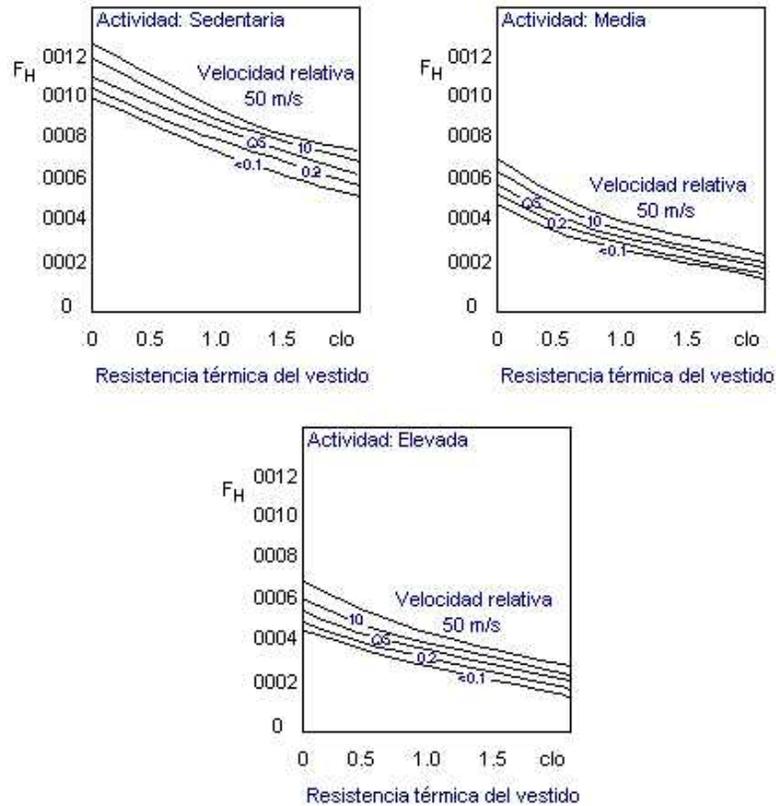
El método considera además q
ue la humedad relativa debe ser igual al 50% y que la temperatura radiante media sea igual a la temperatura ambiente (seca).

Cuando la humedad difiere de dicho valor su influencia en el IMV se tiene en cuenta mediante el empleo de los gráficos de la figura 1 donde se da el factor de corrección por

²² Higiene industrial aplicada "ampliada", El ambiente con sobrecarga térmica, pág. 802

humedad, F_H , en función del nivel de actividad, el tipo de vestido y la velocidad relativa del aire.

Fig 5. Factor de corrección del IMV en función de la humedad (Fuente: P.O. Fanger)



3.13.2.4 Influencia de la temperatura radiante media

La figura 2 muestra el factor de corrección, FR , a emplear cuando la temperatura radiante media difiere de la seca; su utilización es similar a la del factor F_H .

La temperatura radiante media se calcula a partir de los valores medidos de la temperatura seca, la temperatura de globo y la velocidad relativa del aire mediante la siguiente fórmula:

$$TRM = TG + 1,9 \sqrt{v} (TG - TS)$$

Donde:

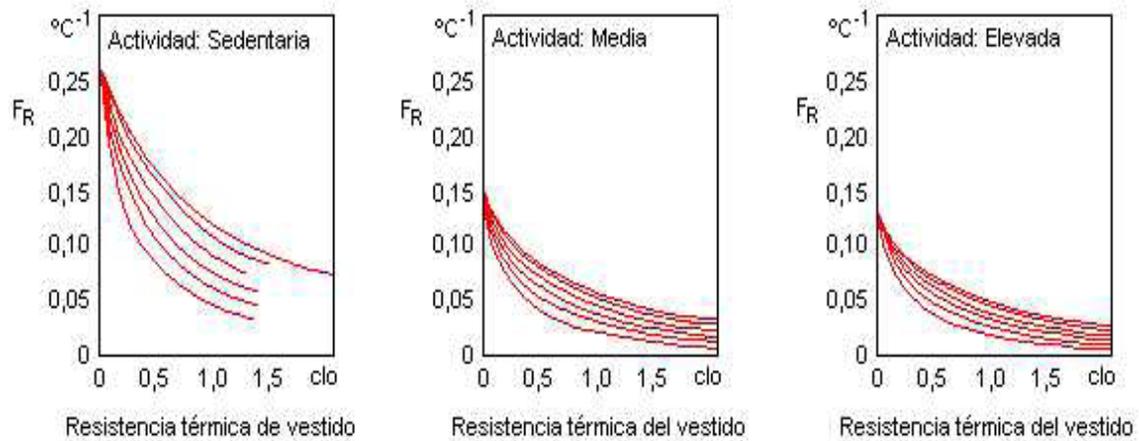
TRM = temperatura radiante media, OC

TG = temperatura de globo, OC

TS = temperatura seca, OC

v = velocidad relativa del aire, m/s

Fig 6. Factor de corrección del IMV en función de la temperatura radiante media.
(Fuente: P.O. Fanger)



3.13.2.5 Porcentaje de Personas Insatisfechas

Se define a las personas insatisfechas como aquellas que se encuentran en condiciones microclimáticas valoradas entre (-2, -3) y (2, 3). Con el valor de IMV obtenido, podemos calcular el porcentaje de personas insatisfechas, mediante la siguiente figura:

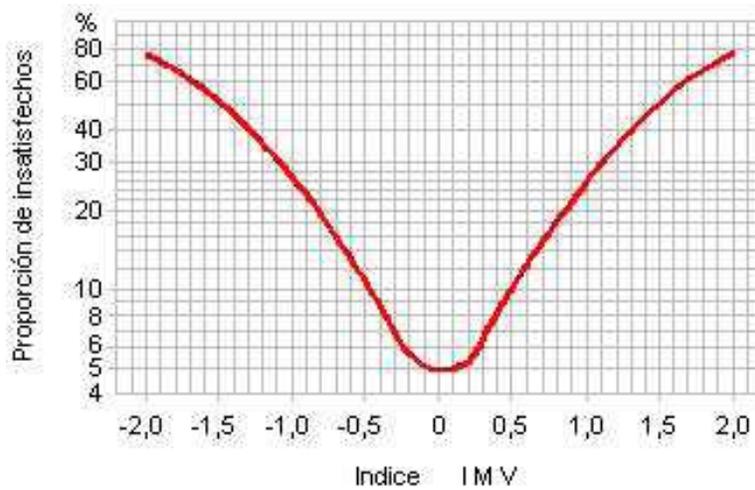


Figura 3: Proporción prevista de personas insatisfechas en función del valor del índice IMV. (Fuente: P.O. Fanger)

Además se observa cómo en ambientes neutros, donde el IMV es cero, existe aún un 5% de insatisfechos lo que confirma el hecho bien conocido de que en cualquier situación, por sofisticado que sea el sistema de acondicionamiento térmico del local, existe cierta proporción de insatisfechos.²³

²³ CHST “Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación

CAPITULO IV

4. DESARROLLO DEL ESTUDIO Y EVALUACIÓN

4.1 Condiciones actuales del Sitio y Puestos de Trabajo

4.1.1 Centro de Operaciones

Fig 7. Centro de Operaciones, Control, y Comunicaciones



Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones
Elaborado por: Carlos Vasco

El Centro de Operaciones, Control y Comunicaciones, es el área encargada de coordinar y organizar el tráfico de aeronaves dentro de las áreas de plataforma y movimientos, mediante la comunicación continua con todo el personal.

Verifica además que se cumplan con todas las normas de seguridad aeroportuaria, a las cuales todas las empresas operadoras se encuentran obligadas a seguir.

Desde esta área se establecen tiempos de aterrizaje, despegues, asignación de pits para parqueo de aeronaves y zonas de descanso para las mismas.

4.1.2 Área de Movimientos

El área de plataformas es una zona de alto riesgo, por lo cual se requiere de personal que controle y supervise las operaciones desde dicho sitio. Es por ello que se crearon puestos de trabajo que cumplan dichas funciones, estos son los denominados Oscar 1, 2 3 y Víctor Turno, nombres y codificación que se usan para comunicación entre el centro de control y el área de movimientos.

Fig 8. Plataforma de Operaciones del AIMS





Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones

Elaborado por: Carlos Vasco

4.1.3 Oscar 2

El Oscar 2, cumple con las actividades de supervisar los movimientos realizados en plataforma, pits, vías perimetrales, zonas de circulación vehicular, operaciones de los equipos y maquinarias que operan en la plataforma, etc. Estas actividades se realizan en áreas donde los riesgos laborales están presentes continuamente. Tales motivos obligan a que el trabajador, esté permanentemente supervisando y vigilando el cumplimiento de las normas de seguridad aeroportuaria. Otra de las actividades con mayor importancia y que requiere de una perfecta concentración por parte de ellos, es la asignación de pits para en embarque y desembarque de pasajeros y carga.

El aseguramiento del área de operación de la aeronave, el cumplimiento de los procedimientos de seguridad para parqueo y salida a la pista de las aeronaves, además del tanqueo de combustible solicitado por las empresas, son otras actividades que continuamente se realizan. Es importante también mencionar que llevan un estricto cumplimiento, con el manejo y control del F.O.D. (Materiales peligrosos o Basura)

Fig 9. Actividades y condiciones de trabajo de OSCAR 2



Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones

Elaborado por: Carlos Vasco

Fig 10. Actividades Nocturnas del Oscar 2



Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones

Elaborado por: Carlos Vasco

4.1.4 Oscar 3

El puesto de Oscar 3, está enfocado a cumplir actividades de supervisión y control, en el área de movimientos; es decir justamente el área de plataforma donde se desarrollan las actividades más críticas de la operación (Ingreso y Salida de Aeronaves, abordaje y desembarque de personas y carga, circulación vehicular de las empresas operadoras, control de limpieza y orden de las áreas de carga de materiales, etc.

Fig 11. Actividades del Oscar 3, en plataforma



Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones.

Elaborado por: Carlos Vasco

El área de trabajo donde se desenvuelven estos trabajadores, está dado desde el Pit 1 hasta el Pit 18, sitios y lugares que debe recorrer a pie, en ocasiones ejerciendo tareas que sirven de apoyo y soporte para el Oscar 2. Pero principalmente coordinado el trabajo con el centro de operaciones.

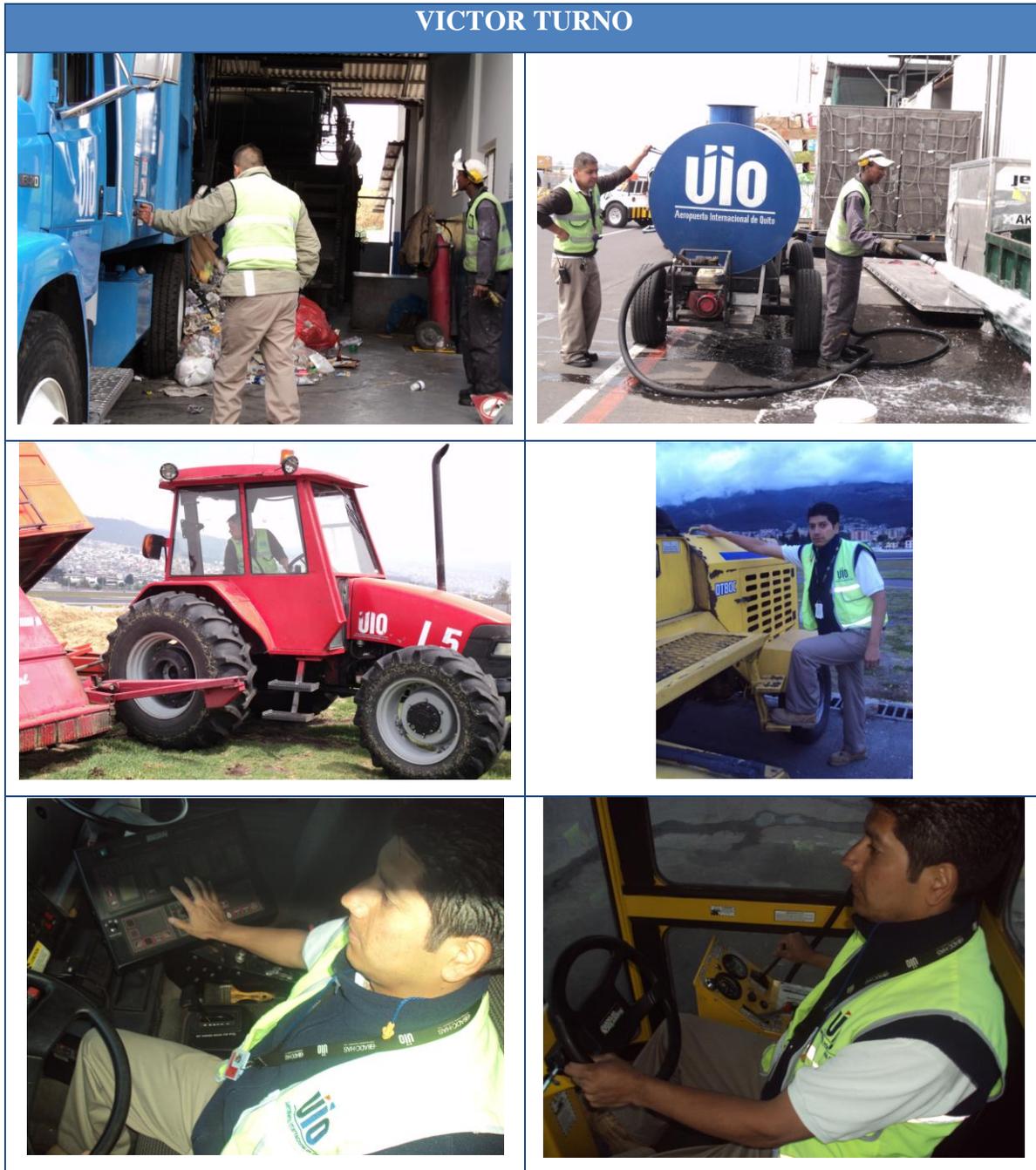
El limitante de este puesto de trabajo es la distancia a recorrer, ya que el desplazarse de un sitio al otro, implica demoras en caso de requerirse su presencia.

4.1.5 Víctor Turno

Las actividades de este puesto de trabajo, están específicamente relacionadas al mantenimiento y control de las condiciones higiénicas y de limpieza de toda el área de movimientos, área verde y zonas perimetrales.

Actividades que diariamente son realizadas, tales como: recolección y transporte de basura, limpieza de los recipientes y áreas de ubicación de residuos, corte de césped, transporte de materiales para mantenimiento de pista, etc.

Fig 12. Actividades varias del Víctor Turno



Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones.

Elaborado por: Carlos Vasco

4.2 Descripción de los Riesgos Laborales

Técnica y legalmente, todos los riesgos deben ser medidos y evaluados con metodologías aprobadas y certificadas, por lo cual se han identificado visualmente en el mismo sitio de trabajo los riesgos potenciales a los que se encuentran expuestos los trabajadores de los puestos antes mencionados.

Actualmente no existe una metodología que evalúe todos los riesgos en conjunto, para cada uno de estos existe una metodología específica que evalúa el nivel de exposición de una persona en el puesto de trabajo, es decir la evaluación de riesgos; estima la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse.

En el presente estudio se ha determinado desde un inicio (Evaluación Higiénica de Riesgo Térmico) por lo cual no es necesario realizar una identificación inicial de los factores de riesgo, pero si es importante detallar estos factores, ya que cada factor de riesgo afecta directa o indirectamente en las condiciones de cada persona y en el ambiente laboral donde se desarrollan las actividades.

A continuación se describen los riesgos identificados en los puestos de trabajo que son objeto de estudio. Para tal efecto y para una mejor comprensión del tipo de riesgo a evaluar, clasificamos los riesgos por el factor que los supedita, ya que cada riesgo se genera por diferentes causas, medios o formas de energía.

Tabla 14. Identificación y Descripción de Riesgos.

FACTORES DE RIESGO	RIESGO ESPECIFICO
Físicos	<ul style="list-style-type: none">- Ruido en el ambiente de trabajo.- Ambiente Térmico.- Vibraciones.- Electricidad.- Radiaciones.
Mecánicos	<ul style="list-style-type: none">- Golpes y Cortes.- Atropellamiento debido a la circulación de vehículos y equipos pesados en el área de Pits.- Caídas de personas al mismo nivel.

	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas de personas a distinto nivel. - Caídas de herramientas, materiales, objetos desde la altura. - Peligros presentes por las instalaciones, los asociados con el montaje, la operación y el mantenimiento de equipos y maquinarias, la modificación de procesos, la reparación el desmontaje. - Aplastamientos por circulación de vehículos que transportan carga (montacargas).
Químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Sustancias que pueden inhalarse. (Vapores de combustible o gases de combustión) - Sustancias o agentes que pueden dañar los ojos. - Sustancias que pueden causar daño por el contacto o la absorción por la piel (Limpiadores o desengrasantes) - Sustancias que pueden causar daños al ser ingeridas.
Biológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Virus generados por las condiciones ambientales (gripes y resfríos, etc.)
Ergonómicos	<ul style="list-style-type: none"> - Trastornos músculo-esqueléticos derivados de movimientos inadecuados o repetitivos. - Condiciones de iluminación en las diferentes jornadas de trabajo (Confort).
Psicosociales	<ul style="list-style-type: none"> - Carga laboral, generada en horas pico. - Alta responsabilidad. - Horarios de trabajo que complican, la correcta alimentación.
Accidentes Mayores	<ul style="list-style-type: none"> - Incendios - Explosiones - Derrames

Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito

Elaborado por: Carlos Vasco

4.3 Procedimiento de Medición y Evaluación del Riesgo

El objetivo del presente estudio, está encaminado ha determinar si la población trabajadora que se encuentra expuesta a condiciones de Riesgo Higiénicas por estrés térmico, se encuentra bajo los niveles permitidos o no. Para tal efecto, el presente estudio cumplió con un proceso de actividades y tareas, que a continuación describimos:

- Identificación de las áreas y puestos de trabajo.

- Visitas periódicas a la plataforma, tomando en consideración los diferentes horarios y jornadas de trabajo del personal.
- Interrelación directa en el mismo sitio o puesto de trabajo con los trabajadores de los puestos que son objeto de nuestro estudio (Oscar 2, Oscar 3 y Víctor Turno).
- Recolección de datos, con respecto a las funciones dentro de puesto de trabajo, condiciones de trabajo físico, fisiológico y psicosociales.
- Determinación de los métodos de estudio aplicables, de acuerdo a las evidencias encontradas dentro de la información recolectada anteriormente.
- Mediciones realizadas en los puestos de trabajo y en jornada laboral que se consideran como operaciones normales dentro del aeropuerto.
- Evaluación, análisis e interpretación de resultados.

4.4 Determinación y Aplicación del Método de Evaluación

Tomando en consideración y como referencia el Art. 54, literal 2, del DE 2393, se requiere valorar el riesgo de estrés térmico, con la utilización del índice WBGT para discriminar rápidamente si las condiciones de trabajo son o no admisibles.

4.4.1 Equipo de Medición y Evaluación

De acuerdo a lo legalmente requerido, para las mediciones y evaluaciones los equipos de medición deben estar aprobados y debidamente certificados. Este requerimiento garantiza que los datos obtenidos sean confiables. Para el presente estudio hemos seleccionado el equipo: “QUESTemp° 36 Thermal Environment Monitor.

Tabla 15. Equipo de Medición del Ambiente Térmico.

EQUIPO	CARACTERISTICAS
<p style="text-align: center;">QUESTemp° 36 Area Heat Stress and Thermal Comfort Monitor</p>  <p style="text-align: center;">  </p>	<ul style="list-style-type: none"> - Radiant heat shield on dry bulb sensor - Improved wet bulb reservoir. - User-selectable logging intervals. - QuestSuite Pro II compatible. - Measuring parameters. <ul style="list-style-type: none"> • Dry bulb, wet bulb, and globe temperature • Relative humidity. • Air velocity (optional, required for LEED studies) • Indoor and outdoor WBGT index • Head-Torso-Ankle-weighted average WBGT. • Heat index/Humidex. <p style="text-align: center;">CE marked and intrinsically safe</p> <p>The QUESTemp° 36 Area Heat Stress Monitor/ Datalogger simplifies heat stress management by providing real-time guidance on stay times and work/rest regimens. Highly versatile, the QUESTemp° 36 integral humidity sensor provides data for calculation of heat index and Humidex. Add an optional detachable air velocity probe to extend QUESTemp° 36 applications to indoor thermal comfort monitoring.</p>

Fuente: Safe Work “Seguridad y Salud Laboral”

Elaborado por: Carlos Vasco

4.4.2 Aplicación y desarrollo del Índice WBGT

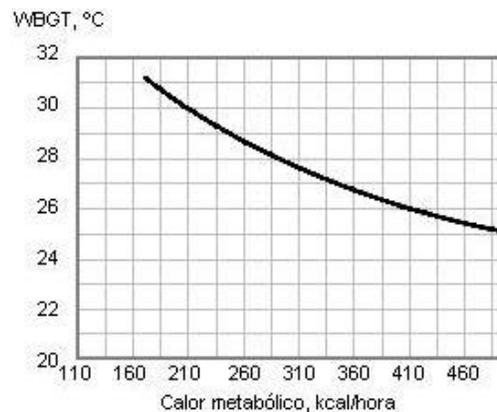
Dentro de la secuencia de pasos seguidos para el estudio, se evidenciaron condiciones ambientales de temperatura, humedad y velocidad del viento, que al parecer sobrepasaban los niveles permitidos técnica y legalmente, además la información obtenida de los propios trabajadores, proporcionan con mayor certeza, que se requiere de un análisis y/o estudio referente a Estrés y/o Confort Térmico.

Los cálculos realizados con esta metodología, permitirán tomar decisiones en cuanto a las posibles medidas preventivas y/o correctivas que se pudieran aplicar.

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

Este índice expresa las características del ambiente, las cuales no deben sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que las personas generan durante el trabajo (M).

Fig 13. Valores Límite del Índice WBGT



Fuente: ISO 7243

Elaborado por: Carlos Vasco

De acuerdo a la norma NTP 322, se recomienda realizar las mediciones de las variables que intervienen en este método, preferentemente, durante los meses de verano y en las horas más cálidas de la jornada.

En este caso en específico, las mediciones se realizaron en el mes de junio, para lo cual se determinó un día en específico, el cual se ajustará lo más cerca posible a las condiciones ambientales y horarias, recomendadas por el método.

4.4.3 Datos obtenidos de la Medición y Evaluación

A continuación se detallan los valores obtenidos por el equipo de monitoreo y evaluación. Además del índice WBGT, el equipo muestra valores de los parámetros ambientales que

interactúan directamente con el resultado final (Velocidad del aire, Humedad Relativa, temperatura húmeda, seca y de globo).

4.4.3.1 Toma de datos Oscar 2 y Víctor Turno

Para este puesto de trabajo la toma de datos se realizó en actividades normales de los trabajadores, cubriendo todos los sectores y áreas por donde circulan, inclusive al interior de la cabina de los vehículos que conducen. Para estas mediciones se tomaron en consideración que estos datos también son valiosos en caso de requerir una evaluación de confort térmico.

Fig 14. Medición y monitoreo al interior de vehículos



Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones

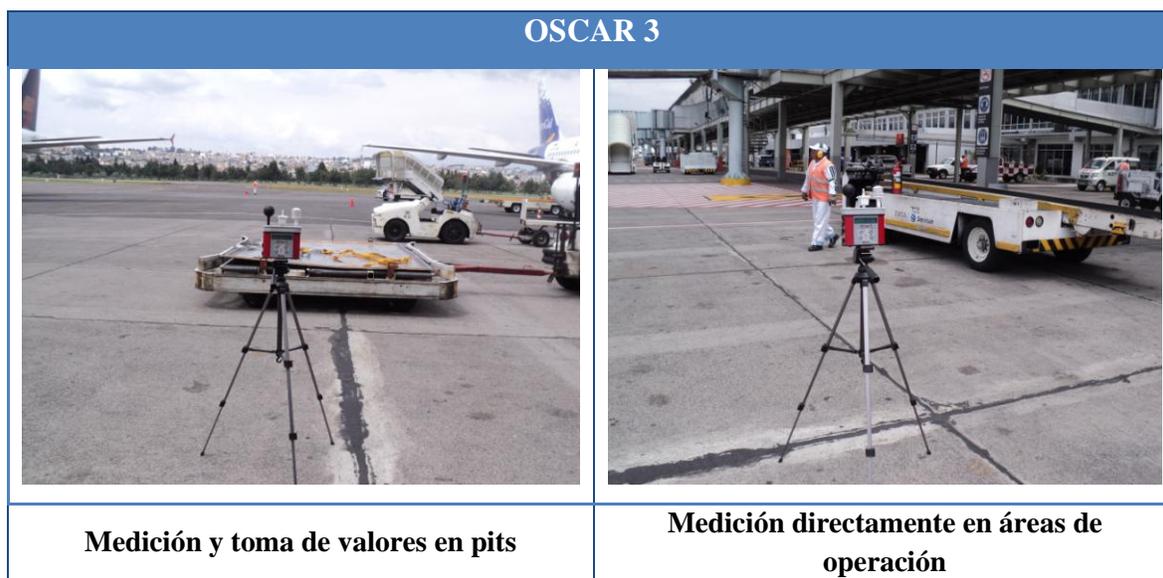
Elaborado por: Carlos Vasco

4.4.3.2 Toma de datos Oscar 3

Para este puesto de trabajo, los datos obtenidos de las condiciones térmicas fueron tomadas en la forma y condición como los trabajadores se desenvuelven comúnmente.

Para el Oscar 3, el monitoreo se realizó tomando como referencia puntos específicos que son los pits, simulando de esta manera las actividades y el recorrido normal que realizan los trabajadores.

Fig 15. Mediciones y monitoreo en plataforma de operaciones



Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones

Elaborado por: Carlos Vasco

Tabla 16. Compilado de datos obtenidos de la medición y monitoreo térmico.

	Tg (°C)	Th (°C)	Ts (°C)	HR (%)	Va (m/s)	Observaciones
1	Oscar 2 – Conduce camioneta.					
	31,7	18,8	29,5	34%	0,3	Con sol y viento
2	Víctor Turno – (Conduce varios equipos)					
	30,9	17,8	28,0	33%	0,3	Con sol y viento
3	Oscar 3 – Circula a Pie					
	26,0	14,1	20,3	46%	0,7	Con sol y viento

Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones

Elaborado por: Carlos Vasco

4.5 Calculo del índice Clo, para vestimentas

Para determinar condiciones del índice WBGT, y como dato adicional requerido para obtener resultados apegados a las condiciones reales.

Tabla 17. Calculo del índice Clo, para vestidos en hombre

Valores de las resistencias térmicas específicas del vestido de hombre	
Descripción de las prendas	Resistencia Térmica (clo)
Vestimenta	
Calzoncillos	0,04
Calcetines gruesos cortos	0,05
Camisa normal manga larga	0,25
Pantalón normal	0,25
Chaleco	0,2
Zapatos	0,04
Índice clo Total	0,83

Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones

Elaborado por: Carlos Vasco

Tabla 18. Calculo del índice Clo, para vestidos en mujeres

Valores de las resistencias térmicas específicas del vestido de mujer	
Descripción de las prendas	Resistencia Térmica (clo)
Vestimenta	
Interior femenino	0,04
Sujetadores y bragas	0,03
Calcetines gruesos cortos	0,05
Camisa normal manga larga	0,25

Pantalón normal	0,25
Chaleco	0,2
Zapatos	0,04
Índice clo Total	0,86

Fuente: Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, Plataforma de Operaciones

Elaborado por: Carlos Vasco

4.6 Calculo del índice WBGT

4.6.1 Oscar 2

Las condiciones de trabajo en las que el Oscar 2 realiza sus actividades, parecen generar un desgaste físico y mental de los trabajadores, ya que las fuertes condiciones ambientales a las que en ocasiones están expuestos pueden provocar una disminución de la capacidad y concentración en los mismos. Por lo tanto el estudio inicia con el monitoreo de este puesto de trabajo, para así poder determinar si existe presencia o no de un riesgo higiénico por estrés térmico.

De acuerdo al puesto de trabajo estudiado y a partir de sus condiciones, se determina que la ecuación aplicable es:

En exteriores con radiación solar.

$$\mathbf{WBGT: 0,7 THN + 0,2 TG + 0,1 TA}$$

Donde:

WBGT: Índice en °C

THN: Temperatura humedad (°C)

TG: Temperatura de globo (°C)

TA: Temperatura ambiental (°C)

Datos obtenidos del monitoreo:

	Tg (°C)	Th (°C)	Ts (°C)	HR (%)	Va (m/s)	Observaciones
1	Oscar 2 – Conduce camioneta.					
	31,7	18,8	29,5	34%	0,3	Con sol y viento

Entonces:

$$\text{WBGT: } (0,7 * 18,8 \text{ °C}) + (0,2 * 31,7 \text{ °C}) + (0,1 * 29,5 \text{ °C})$$

$$\text{WBGT: } 22,45 \text{ °C.}$$

Temperatura Radiante Media:

Podría también determinarse el valor de la temperatura radiante media, como dato adicional en caso de requerirse la valoración como confort.

$$\text{TRM} = Tg + 1,9 \sqrt{v} (Ts - Tg)$$

Donde:

TRM: Temperatura Radiante Media

TG: Temperatura de globo (°C)

TG: Temperatura seca o ambiental (°C)

Entonces:

$$\text{TRM} = Tg + 1,9 \sqrt{v} (Ts - Tg)$$

$$\text{TRM} = 31,7 + 1,9 \sqrt{0,3} (29,5 - 31,7)$$

$$\text{TRM} = 24,41 \text{ °C}$$

Posterior a calcular el índice WBGT, Procedemos a determinar el consumo metabólico de la población trabajadora del Oscar 2; varones de entre 35 y 39 años de edad y mujeres de entre 25 y 44 años de edad, que realiza un trabajo de recorrido y supervisión en la plataforma y pista, conduciendo un vehículo, con el uso de ambos brazos; una en el volante y la otra en la palanca de cambios, uso de radio y otras actividades.

Tabla 19. Determinación del consumo metabólico Oscar 2

PUESTO DE TRABAJO		OSCAR 2	
DETERMINACIÓN DEL METABOLISMO (W/m ²)			
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN	HOMBRE	MUJER
Metabolismo Basal en función de la edad y el sexo. (Tabla 5, NTP 323: Determinación del metabolismo energético)	-	44,869	41,412
Metabolismo para la postura corporal. (Tabla 6, NTP 323: Determinación del metabolismo energético)	Sentado	10	10
Metabolismo para distintos tipos de trabajo. (Tabla 7, NTP 323: Determinación del metabolismo energético)	Actividad con 2 Brazos	65	65
Consumo Metabólico Global (W/m ²)		119,869	116,412
Consumo Metabólico Global (Kcal/h)		186,156	180,787

1 W / m² = 1,553 Kcal / hora (para una superficie corporal estándar de 1,8 m²).

Fuente: NTP 323, Determinación del metabolismo energético

Elaborado por: Carlos Vasco

4.6.2 Víctor turno

Para este puesto de trabajo, se han analizado las actividades que realizan estos trabajadores dentro de un vehículo o equipo pesado, así como otras actividades tales como el podar el césped, recolección de basura, asistencia y transporte de materiales, etc.

Todas las actividades de estos puestos de trabajo se realizan también fuera de un área cubierta, exponiéndose a las condiciones ambientales que se presenten en el momento. Por lo tanto es aplicable la ecuación específica para condiciones en ambientes exteriores.

$$\mathbf{WBGT: 0,7 THN + 0,2 TG + 0,1 TA}$$

Donde:

WBGT: Índice en °C

THN: Temperatura humedad (°C)

TG: Temperatura de globo (°C)

TA: Temperatura ambiental (°C)

Luego del monitoreo se han obtenido los siguientes datos:

Tg (°C)	Th (°C)	Ts (°C)	HR (%)	Va (m/s)	Observaciones
Víctor Turno – (Conduce varios equipos)					
30,9	17,8	28,0	33%	0,3	Con sol y viento

Entonces:

WBGT: $(0,7 * 17,8 \text{ °C}) + (0,2 * 30,9 \text{ °C}) + (0,1 * 28 \text{ °C})$

WBGT: 21,44 °C.

Luego de haber calculado el índice WBGT, procedemos a determinar la carga metabólica específica para este puesto de trabajo (Víctor Turno).

Tabla 20. Determinación del consumo metabólico Víctor turno

PUESTO DE TRABAJO	OSCAR 2		
DETERMINACIÓN DEL METABOLISMO (W/m ²)			
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN	HOMBRE	MUJER
Metabolismo Basal en función de la edad y el sexo. (Tabla 5, NTP 323: Determinación del metabolismo energético)	-	44,869	41,412
Metabolismo para la postura corporal. (Tabla 6, NTP 323: Determinación del metabolismo energético)	Sentado	10	10
Metabolismo para distintos tipos de trabajo. (Tabla 7, NTP 323: Determinación del metabolismo energético)	Actividad con 2 Brazos	125	125
Consumo Metabólico Global (W/m ²)		179,869	176,412
Consumo Metabólico Global (Kcal/h)		279,34	273,97

$1 \text{ W} / \text{m}^2 = 1,553 \text{ Kcal} / \text{hora}$ (para una superficie corporal estándar de 1,8 m²).

Velocidad de desplazamiento Oscar 3, durante su actividad (2.45 m/s)

Fuente: NTP 323, Determinación del metabolismo energético

Elaborado por: Carlos Vasco

4.6.3 Oscar 3

El Oscar 3, desarrolla sus actividades solamente en el área de operaciones, designada como pits y la zona exclusiva de la plataforma que sirve como parqueo de las aeronaves.

Por tal razón las condiciones de estos trabajadores, se perciben como de mayor exposición a riesgos higiénicos, por estar expuestos de manera directa a las condiciones laborales en la plataforma de operaciones.

Para evidenciar o desvirtuar la presencia de un riesgo higiénico por estrés térmico, se monitorea el puesto de trabajo del Oscar 3,

Como se ha venido mencionando, todos estos puestos de trabajo se desenvuelven en ambientes exteriores, con presencia de radiación solar y viento. Lo que quiere decir que para determinar el índice WBGT, aplicaremos la ecuación correspondiente para ambientes exteriores.

WBGT: $0,7 \text{ THN} + 0,2 \text{ TG} + 0,1 \text{ TA}$

Datos obtenidos del monitoreo:

	Tg (°C)	Th (°C)	Ts (°C)	HR (%)	Va (m/s)	Observaciones
3	Oscar 3 – Circula a Pie					
	26,0	14,1	20,3	46%	0,7	Con sol y viento

Donde:

WBGT: Índice en °C

THN: Temperatura humedad (°C)

TG: Temperatura de globo (°C)

TA: Temperatura ambiental (°C)

Entonces:

WBGT: $(0,7 * 14,1 \text{ °C}) + (0,2 * 26,0 \text{ °C}) + (0,1 * 20,3 \text{ °C})$

WBGT: 17.1 °C.

Se procede a determinar el consumo metabólico, correspondiente al puesto de trabajo Oscar 3, para lo cual se toma en consideración que el rango de edad de la población trabajadora se encuentra entre 35 y 39 años de edad y mujeres de entre 25 y 44 años, que realiza un trabajo de recorrido y supervisión en la plataforma de operaciones desde el Pit 1 hasta el Pit 18, todo esto tomando en consideración que sin ayuda de un equipo mecánico que sirva como equipo para el desplazamiento de los trabajadores.

Tabla 21. Determinación del consumo metabólico Oscar 3

PUESTO DE TRABAJO		OSCAR 3	
DETERMINACIÓN DEL METABOLISMO (W/m ²)			
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN	HOMBRE	MUJER
Metabolismo Basal en función de la edad y el sexo. (Tabla 5, NTP 323: Determinación del metabolismo energético)	-	44,869	41,412
Metabolismo para la postura corporal. (Tabla 6, NTP 323: Determinación del metabolismo energético)	De pie	25	25
Metabolismo para distintos tipos de trabajo. (Tabla 7, NTP 323: Determinación del metabolismo energético)	Trabajo con el tronco - Medio	190	190
Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo. (Tabla 8, NTP 323: Determinación del metabolismo energético) 110 (W/m ²) / (m/s)	Velocidad de desplazamiento en función de la distancia. Andar de 2 a 5 Km/h	269,5	269,5
Consumo Metabólico Global (W/m ²)		529,369	525,912
Consumo Metabólico Global (Kcal/h)		822,11	816,74

1 W / m² = 1,553 Kcal / hora (para una superficie corporal estándar de 1,8 m²).

Velocidad de desplazamiento Oscar 3, durante su actividad (2.45 m/s)

Fuente: NTP 323, Determinación del metabolismo energético

Elaborado por: Carlos Vasco

4.6.4 Análisis y Evaluación de Resultados

Determinados los datos necesarios, es el tiempo de establecer y determinar si la población trabajadora se encuentra expuesta o no a condiciones de riesgo higiénico por estrés térmico. Para determinar si estos puestos sobrepasan o no los niveles permitidos, vamos a utilizar la Tabla 9. Valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243).

CONSUMO METABÓLICO Kcal/hora	WBGT límite °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	V = 0	V ≠ 0	V = 0	V ≠ 0
≤ 100	33	33	32	32
100 – 200	30	30	29	29
200 – 310	28	28	26	26
310 – 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Para evaluar las condiciones de cada puesto de trabajo, a continuación se presenta una tabla con todos los resultados obtenidos del monitoreo efectuado en el sitio.

Tabla 21. Evaluación de riesgos, para la población trabajadora - hombres

EVALUACIÓN DE RIESGO HIGIENICO DE ESTRÉS TÉRMICO				
Puesto de Trabajo	Índice WBGT - Calculado	Consumo Metabólico Kcal/h	TLV Índice WBGT (°C)	Riesgo Higiénico
Oscar 2	22,45 °C.	186,156	30 °C	No existe riesgo
Oscar 3	17,70 °C	822,11	23 °C	No existe riesgo
Víctor Turno.	21,44 °C	279,34	28 °C	No existe riesgo

Fuente: Plataforma de operaciones AIMS

Elaborado por: Carlos Vasco

Como se puede observar con los datos obtenidos y la evaluación efectuada, ninguno de los dos puestos presenta riesgo higiénico por estrés térmico.

Tabla 22. Evaluación de riesgos, para la población trabajadora - mujeres

EVALUACIÓN DE RIESGO HIGIENICO DE ESTRÉS TÉRMICO				
Puesto de Trabajo	Índice WBGT - Calculado	Consumo Metabólico Kcal/h	TLV Índice WBGT (°C)	Riesgo Higiénico
Oscar 2	22,45 °C.	180,787	30 °C	No existe riesgo
Oscar 3	17,70 °C	816,74	23 °C	No existe riesgo

Fuente: Plataforma de operaciones AIMS

Elaborado por: Carlos Vasco

Con los cálculos realizados se determina que; no existe exposición al riesgo higiénico por estrés térmico. Para garantizar la aplicabilidad del índice WBGT, se procederá a ingresar los valores obtenidos del monitoreo en el software **Spring 3.0**, y así procederemos a validar los resultados. **Anexo 2.**

4.6.5 Aplicación y desarrollo del Índice IVM o método de Fanger

La aplicación del método de Fanger, constituye un aporte adicional al estudio presentado, ya que en condiciones que no aplican como riesgo higiénico por estrés térmico, se puede valorar como confort térmico.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS

5.1 Conclusiones

- Como primer punto es necesario aclarar que cada caso requiere de un estudio preliminar y particular. y en ningún caso se puede ajustar las condiciones de forma estable y permanente. Además se requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo.
- Es importante mencionar que en el presente estudio se toma en consideración el análisis de las condiciones en hombres y mujeres. Los mismos que ejecutan sus tareas sin distinción de carga horaria, uso del mismo vehículo, las mismas condiciones ambientales, el mismo tipo de ropa de trabajo, etc.
- De los puestos de trabajo considerados para el presente estudio, podemos notar que el puesto que mayor demanda energética tiene es Oscar 3 (822,11 para hombres y 816,74 para mujeres), claramente identificado por el desplazamiento que ejercen durante su jornada de trabajo. Pese a ello se puede evidenciar que no existe riesgo higiénico por estrés térmico.
- De igual manera los otros puestos de trabajo Oscar 2 y Víctor Turno no superan el nivel de referencia o límite máximo permisible por lo que las actividades no presentan riesgo higiénico por estrés térmico.

- De acuerdo al método se recomienda que las mediciones sean realizadas en épocas de verano, donde las condiciones ambientales son más fuertes. Hay que resaltar que las mediciones realizadas se hicieron en condiciones que se presentaron en ese momento, tratando de apegarnos a las condiciones reales comúnmente dadas.
- Es importante mencionar que la medición y toma de datos, se realizó en la jornada de la mañana, y parte de la jornada de la tarde, considerando las condiciones ambientales y horarias donde la luz y radiación solar son más fuertes.
- Cabe señalar las condiciones térmicas también se interrelacionan con otros factores de riesgo físicos como ruido y vibraciones, además de factores de riesgo químicos como presencia de gases de combustión y vapores de combustibles y factores de riesgo psicosociales tales como la sobrecarga mental y minuciosidad de la tarea.
- De las visitas de campo e información recolectada de los mismos trabajadores, se evidencia que el puesto de trabajo Oscar 2, tiene mayor responsabilidad en las tareas asignadas ya que de ellos depende la seguridad del área de operaciones, pista y los alrededores, lo que genera una mayor presión por ser una actividad de mucha minuciosidad y concentración. Lo que nos da como un índice o indicador para desarrollar evaluaciones psicosociales.
- También se ha podido determinar que no existe un periodo de descanso predefinido o estable al cual todos los trabajadores puedan tomar durante la jornada de trabajo. Esto también provoca la generación de malos hábitos alimenticios en el personal que por las actividades limitan y cortan su tiempo para ingerir alimentos. Por lo cual y por iniciativa propia de los mismos trabajadores han optado por llevar comidas rápidas y así aprovechar al máximo el horario establecido.
- Se debe tomar en cuenta que en época de verano la velocidad del viento puede ser mayor a la determinada actualmente, lo que puede ser un factor más para reducir la exposición al riesgo higiénico por estrés térmico. La velocidad del viento en su

caso favorece a la eliminación y disipación del calor generado por el cuerpo de la persona.

- Se ha notado también que los trabajadores nuevos presentan mayor desgaste en su jornada de trabajo ya que requieren de un tiempo de aclimatación mayor que el resto de trabajadores que ya se encuentran aclimatados.
- En tales condiciones de trabajo es muy difícil recomendar medidas de ingeniería o protección colectiva que se ajuste a los requerimientos de toda la población trabajadora.
- La combinación de algunas variables en el ambiente laboral, pueden ocasionar disconfort, sin que existan riesgos para la salud.
- El riesgo por estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo.

5.2 Recomendaciones

- Para evitar condiciones de riesgo higiénicas por estrés térmico se recomienda aclimatar y adaptar a todo el personal que ha salido de vacaciones y de descanso antes de ingresar a sus puestos de trabajo, mediante actividades que impliquen la realización de tareas de oficina y campo en un igualdad de horas.
- Pese a que el presente estudio no determina que exista riesgo higiénico por estrés térmico, sería muy recomendable establecer regímenes de trabajo descanso. Para lo cual se requiere de sitios de descanso con temperaturas adecuadas, tomando en consideración la exposición a ambientes calientes y fríos.
- Establecer un procedimiento adecuado para el consumo de bebidas y alimentos, adecuados, previo al reconocimiento médico inicial y periódico.

- Se recomienda proporcionar una fuente adecuada de agua cerca del lugar de trabajo, además cada trabajador debe estar en pleno conocimiento o estar informados, sobre la necesidad de ingerir agua.
- En los sitios designados como de descanso, se recomienda implementar un equipo de refrigeración mecánica del local (aire acondicionado), para reducir la temperatura del aire suministrado y la temperatura del sitio. En el caso específico del Oscar 2 y de Víctor Turno, se recomienda que todos los equipos y o automotores dispongan de un sistema de ventilación.
- Para el caso específico del Oscar 3, se recomienda establecer sitios de descanso y/o sombra donde pueda eliminar el calor ganado por exposición al ambiente.
- La ropa de seguridad o protectora debe estar diseñada y construida de tal forma que permitan reducir la sobrecarga térmica, en el caso que las demás medidas preventivas se vean limitadas. La ropa debe de considerar y permitir también la rápida evaporación de la sudoración generada por el trabajador.
- Se podría considerar la opción de dotar o asignar equipos de movilización, tales como bicicletas u otro equipo de fácil operación. Sin embargo antes de implementar alguna alternativa se deberá evaluar el gasto metabólico de cada sujeto, para establecer sus controles y medidas preventivas.
- Para condiciones de trabajo en ambientes fríos, se deberá establecer en el sitio de descanso los medios y métodos para elevar la temperatura del cuerpo y que de igual manera se provea de los medios y artículos para descansar de manera adecuada, como (Sillas o sillones cómodos, frazadas, cobijas, o sleeping, etc.)
- En el tema de salud, se recomienda que cada trabajador expuesto a elevados niveles de calor o frío, sean reconocidos por un médico antes de comenzar las actividades, además se deberá mantener un control médico periódico del personal.

- Como se aclara desde un inicio, el presente estudio fue realizado en época de invierno y en condiciones ambientales que se aproximan casi a los requeridos por el método del índice WBGT. Por lo tanto, se recomienda realizar monitoreos y evaluaciones en diferentes condiciones de tiempo de jornadas de trabajo y en época de verano.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1 Libros

- AISA A., RUGGERO R., JUNCÁR R., Biblioteca Técnica Prevención de Riesgos Laborales, Ed., Ceac, España, 2000.
- ALVARES Francisco, Salud ocupacional, ECOE ediciones, Bogotá 2008.
- ANONEN, Metal “Análisis Ergonómico de Puestos de Trabajo” Finlandia Finnish Institute of Occupational Health. 2002.
- ASFAHL C RAY. “Seguridad Industrial y Salud”. 4ta Edición. Editorial assistant: Meg Weist. México 2000.
- BURRIEL LLUNS G. Sistemas de Gestión de Riesgos Laborales e Industriales. Ed. Mapfre España 1999.
- CHASTEL, H. (1992). La Seguridad Laboral. Opciones Gerenciales. Editorial Prentice Hall. México.
- CHÁVEZ, Nilda. (1994). Introducción a la Investigación Educativa. Primera Edición. Maracaibo.
- CORTÉS D.J. “Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales” 4ta Edición. Editorial Tebar, España 2002.
- Decreto Ejecutivo 2393.

- GOMEZ Genaro, Manual para la formación en prevención de riesgos laborales, Barcelona 2006.
- GRIMALDI, S. (1990). Higiene y Seguridad Industrial. Editorial McGraw Hill. México.
- FALAGAN Manuel, Higiene Industrial Aplicada, Fundación Luis Fernández Velasco, España 2005.
- GRIMALDI, S. (1990). Higiene y Seguridad Industrial. Editorial McGraw Hill. México.
- HENAO Fernando, Riesgos físicos II, ECOE ediciones
- WOLFGANG, Laurig y JOACHIM, Vedder. OIT “Organización Internacional del Trabajo”, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, Ergonomía, Capitulo 29, Pág. 29.4.

6.2 Revistas y Páginas Web

- GUZMÁN O. B.: Ergonomía y Terapia Ocupacional. TOG (A Coruña) [Revista en Internet].2008 [06 de Mayo del 2010]; volumen 5 (núm. 1): [23 p.]. Disponible en : <http://www.revistatog.com/num/pdfs>
- www.emagister.com/ergonomia-conceptos-cursos-344775.htm
- www.ergonautas.upv.es/comunidad/ergoforos/index.php?action=vthread&forum=1&topic=207
- www.ergonautas.upv.es/metodos/ginsht/ginsht-ayuda.php
- www.aibarra.org/investig/tema0.htm
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_enot_99.pdf (NOTAS TECNICAS CONFORT)

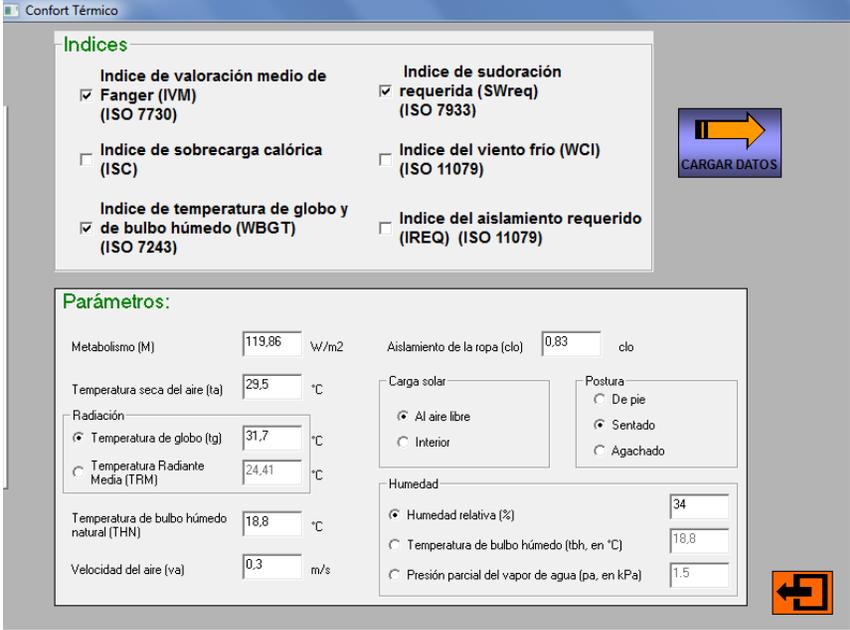
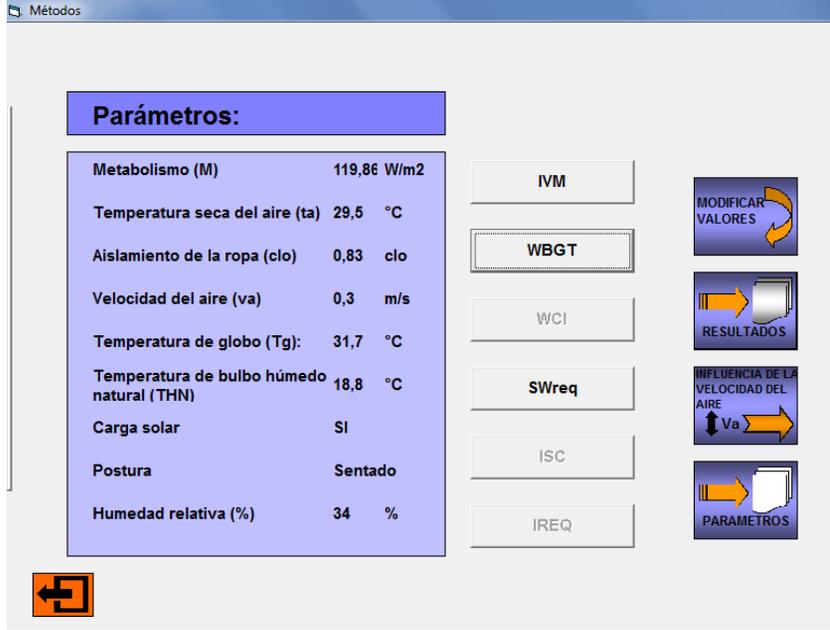
- <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-13/Confort-termico.pdf>

7. ANEXOS

Anexo 1. Estructura organizacional de ADC & HAS Management Ecuador S.A.



Anexo 2. Determinación del índice WBGT, software Spring 3.

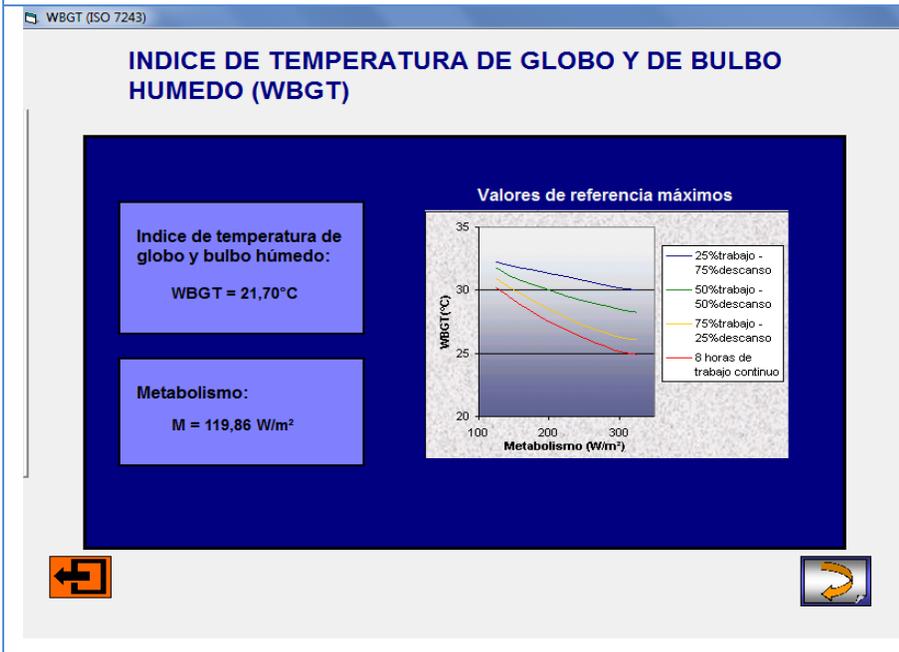
Determinación del índice WBGT – OSCAR 2		
Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.	
Descripción puesto de trabajo:	Oscar 2 – Población trabajadora - Hombres	
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco	
Fecha:		
Índices a calcular y datos obtenidos		Parámetros para el cálculo del índice WBGT
 <p>Confort Térmico</p> <p>Índices:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Índice de valoración medio de Fanger (IVM) (ISO 7730) <input type="checkbox"/> Índice de sobrecarga calórica (ISC) <input checked="" type="checkbox"/> Índice de temperatura de globo y de bulbo húmedo (WBGT) (ISO 7243) <input checked="" type="checkbox"/> Índice de sudoración requerida (SWreq) (ISO 7933) <input type="checkbox"/> Índice del viento frío (WCI) (ISO 11079) <input type="checkbox"/> Índice del aislamiento requerido (IREQ) (ISO 11079) <p>Parámetros:</p> <p>Metabolismo (M): 119,86 W/m2</p> <p>Temperatura seca del aire (ta): 29,5 °C</p> <p>Aislamiento de la ropa (clo): 0,83 clo</p> <p>Radiación: <input checked="" type="radio"/> Temperatura de globo (tg): 31,7 °C</p> <p><input type="radio"/> Temperatura Radiante Media (TRM): 24,41 °C</p> <p>Temperatura de bulbo húmedo natural (THN): 18,8 °C</p> <p>Velocidad del aire (va): 0,3 m/s</p> <p>Carga solar: <input type="radio"/> Al aire libre <input checked="" type="radio"/> Interior</p> <p>Postura: <input type="radio"/> De pie <input checked="" type="radio"/> Sentado <input type="radio"/> Agachado</p> <p>Humedad: <input checked="" type="radio"/> Humedad relativa (%): 34</p> <p><input type="radio"/> Temperatura de bulbo húmedo (tbh, en °C): 18,8</p> <p><input type="radio"/> Presión parcial del vapor de agua (pa, en kPa): 1,5</p>		 <p>Métodos</p> <p>Parámetros:</p> <p>Metabolismo (M): 119,86 W/m2</p> <p>Temperatura seca del aire (ta): 29,5 °C</p> <p>Aislamiento de la ropa (clo): 0,83 clo</p> <p>Velocidad del aire (va): 0,3 m/s</p> <p>Temperatura de globo (Tg): 31,7 °C</p> <p>Temperatura de bulbo húmedo natural (THN): 18,8 °C</p> <p>Carga solar: SI</p> <p>Postura: Sentado</p> <p>Humedad relativa (%): 34 %</p> <p>Métodos seleccionados:</p> <ul style="list-style-type: none"> IVM WBGT WCI SWreq ISC IREQ

Determinación del índice WBGT – OSCAR 2

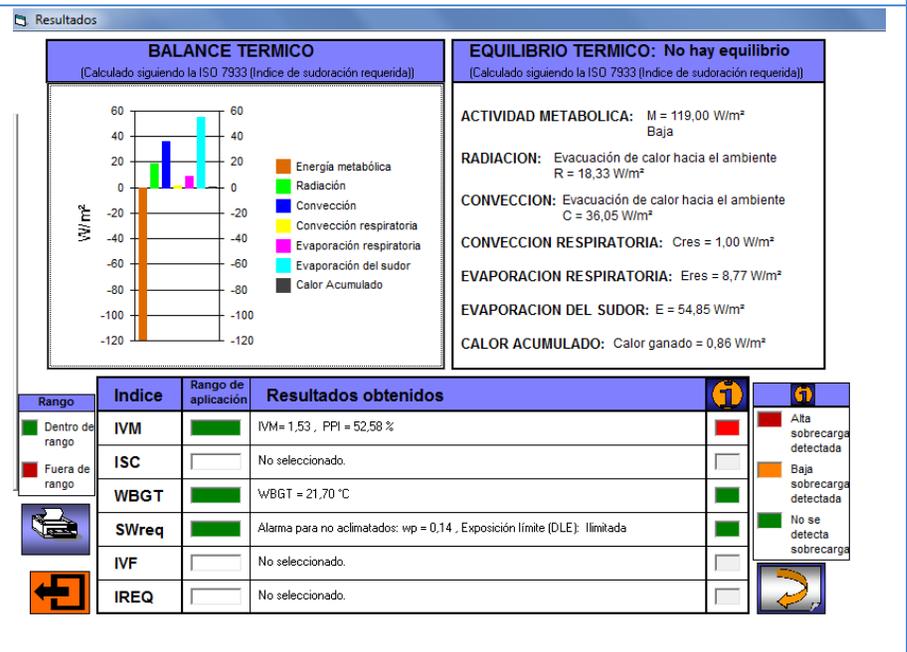
Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Oscar 2 – Población trabajadora - Hombres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	2011



Curva del índice WBGT



Resultados obtenidos del Índice WBGT



Determinación del índice WBGT – OSCAR 2

Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Oscar 2 – Población trabajadora - Mujeres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	2011



Índices a calcular y datos obtenidos

Parámetros para el cálculo del índice WBGT

Confort Térmico

Índices

Índice de valoración medio de Fanger (IVM) (ISO 7730)
 Índice de sobrecarga calórica (ISC)
 Índice de temperatura de globo y de bulbo húmedo (WBGT) (ISO 7243)

Índice de sudoración requerida (SWreq) (ISO 7933)
 Índice del viento frío (WCI) (ISO 11079)
 Índice del aislamiento requerido (IREQ) (ISO 11079)

CARGAR DATOS

Parámetros:

Metabolismo (M) W/m2
 Temperatura seca del aire (ta) °C
 Radiación:

- Temperatura de globo (tg) °C
- Temperatura Radiante Meda (TRM) °C

 Temperatura de bulbo húmedo natural (THN) °C
 Velocidad del aire (va) m/s

Aislamiento de la ropa (clo) clo
 Carga solar:

- Al aire libre
- Interior

 Postura:

- De pie
- Sentado
- Agachado

 Humedad:

- Humedad relativa (%)
- Temperatura de bulbo húmedo (t_h, en °C)
- Presión parcial del vapor de agua (p_a, en kPa)

Métodos

Parámetros:

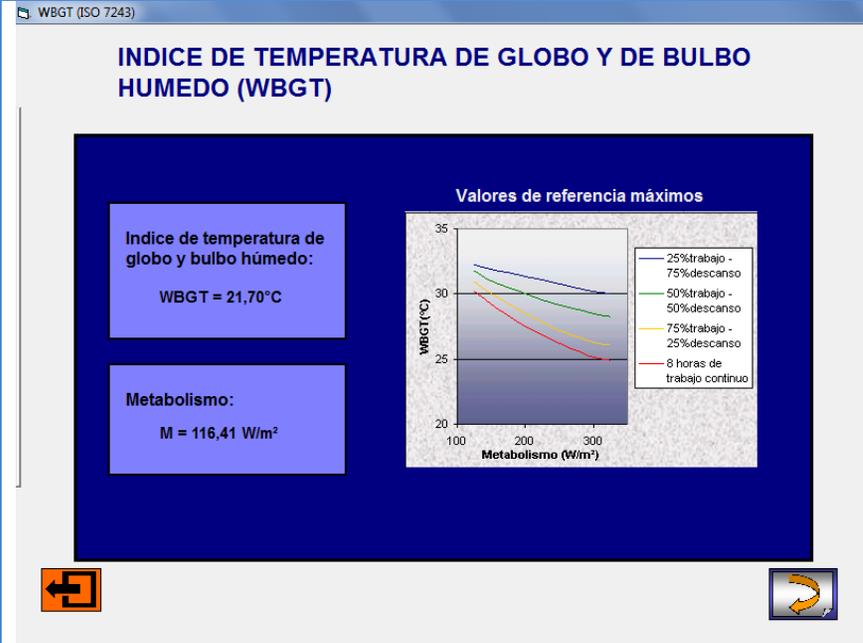
Metabolismo (M) 116,41 W/m2
 Temperatura seca del aire (ta) 29,5 °C
 Aislamiento de la ropa (clo) 0.86 clo
 Velocidad del aire (va) 0.3 m/s
 Temperatura de globo (Tg): 31,7 °C
 Temperatura de bulbo húmedo natural (THN) 18,8 °C
 Carga solar SI
 Postura Sentado
 Humedad relativa (%) 34 %

Determinación del índice WBGT – OSCAR 2

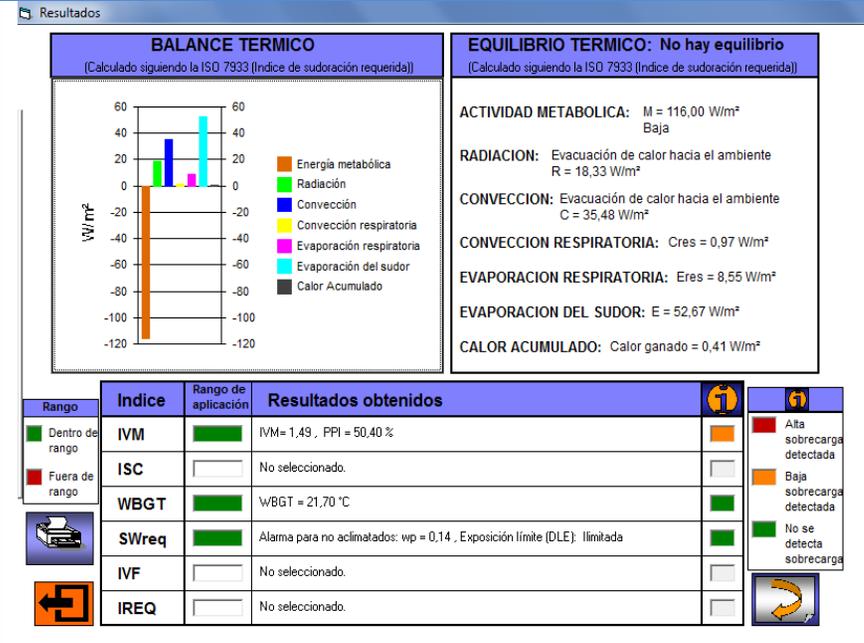
Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Oscar 2 – Población trabajadora - Mujeres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	2011



Curva del índice WBGT



Resultados obtenidos del Índice WBGT



Determinación del índice WBGT – OSCAR 3

Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Oscar 3 – Población trabajadora - Hombres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	2011



Índices a calcular y datos obtenidos

Confort Térmico

Índices

Índice de valoración medio de Fanger (IVM) (ISO 7730)

Índice de sobrecarga calórica (ISC)

Índice de temperatura de globo y de bulbo húmedo (WBGT) (ISO 7243)

Índice de sudoración requerida (SWreq) (ISO 7933)

Índice del viento frío (WCI) (ISO 11079)

Índice del aislamiento requerido (IREQ) (ISO 11079)

Parámetros:

Metabolismo (M) W/m²

Temperatura seca del aire (ta) °C

Radiación

Temperatura de globo (tg) °C

Temperatura Radiante Media (TRM) °C

Temperatura de bulbo húmedo natural (THN) °C

Velocidad del aire (va) m/s

Aislamiento de la ropa (clo) clo

Carga solar

Al aire libre

Interior

Postura

De pie

Sentado

Agachado

Humedad

Humedad relativa (%)

Temperatura de bulbo húmedo (t_{bh}, en °C)

Presión parcial del vapor de agua (pa, en kPa)

Parámetros para el cálculo del índice WBGT

Métodos

Parámetros:

Metabolismo (M) 529,36 W/m²

Temperatura seca del aire (ta) 20,3 °C

Aislamiento de la ropa (clo) 0,83 clo

Velocidad del aire (va) 0,7 m/s

Temperatura de globo (Tg): 26 °C

Temperatura de bulbo húmedo natural (THN) 14,1 °C

Carga solar SI

Postura De pie

Humedad relativa (%) 46 %

IVM

WBGT

WCI

SWreq

ISC

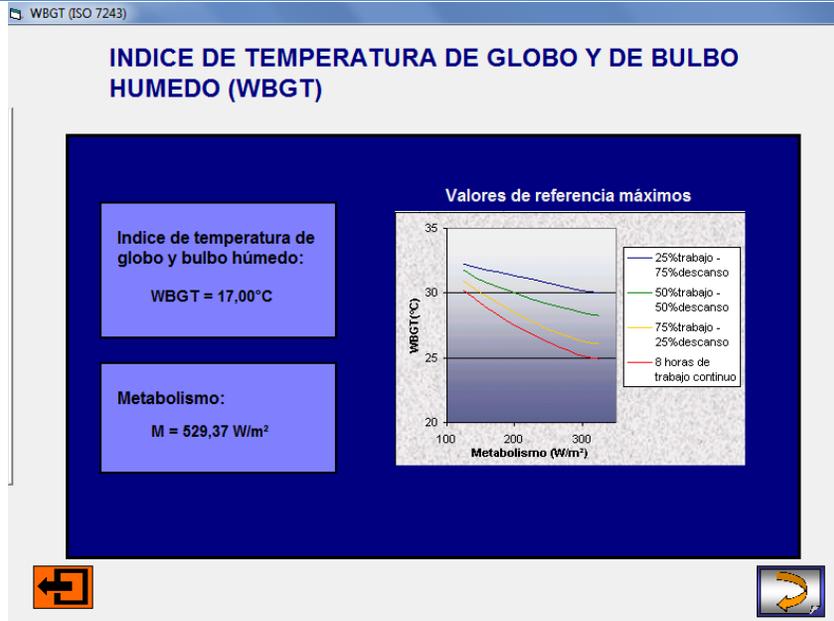
IREQ

Determinación del índice WBGT – OSCAR 3

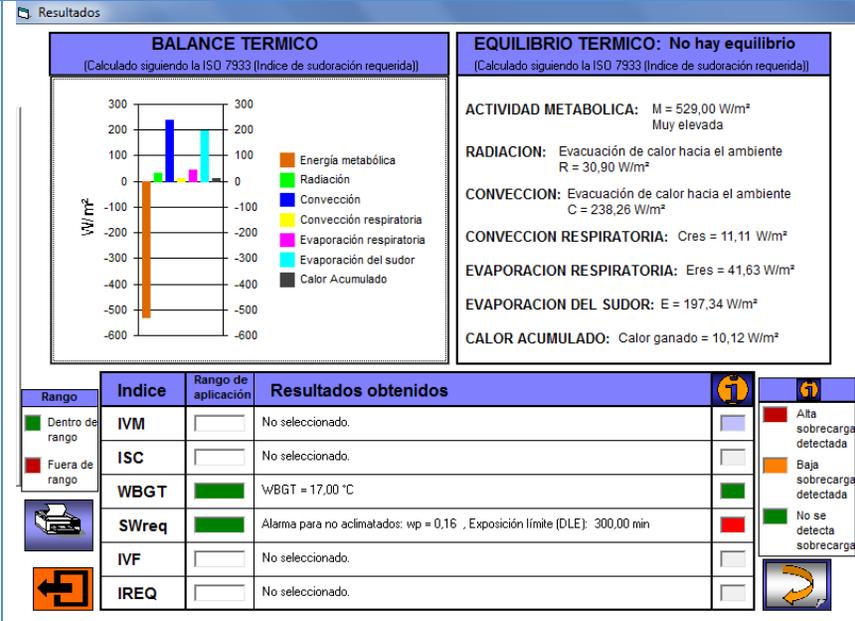
Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Oscar 3 – Población trabajadora - Hombres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	2011



Curva del índice WBGT



Resultados obtenidos del Índice WBGT



Determinación del índice WBGT – OSCAR 3

Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Oscar 3 – Población trabajadora - Mujeres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	2011



Índices a calcular y datos obtenidos

Confort Térmico

Índices

Índice de valoración medio de Fanger (IVM) (ISO 7730)
 Índice de sobrecarga calórica (ISC)
 Índice de temperatura de globo y de bulbo húmedo (WBGT) (ISO 7243)

Índice de sudoración requerida (SWreq) (ISO 7933)
 Índice del viento frío (WCI) (ISO 11079)
 Índice del aislamiento requerido (IREQ) (ISO 11079)

CARGAR DATOS

Parámetros:

Metabolismo (M) W/m²
 Aislamiento de la ropa (clo) clo
 Temperatura seca del aire (ta) °C
 Radiación:

- Temperatura de globo (tg) °C
- Temperatura Radiante Media (TRM) °C

 Temperatura de bulbo húmedo natural (THN) °C
 Velocidad del aire (va) m/s

Carga solar:

- Al aire libre
- Interior

 Postura:

- De pie
- Sentado
- Agachado

 Humedad:

- Humedad relativa (%)
- Temperatura de bulbo húmedo (tbh, en °C)
- Presión parcial del vapor de agua (pa, en kPa)

Parámetros para el cálculo del índice WBGT

Métodos

Parámetros:

Metabolismo (M) **525,91 W/m²**
 Temperatura seca del aire (ta) **20,3 °C**
 Aislamiento de la ropa (clo) **0,86 clo**
 Velocidad del aire (va) **0,7 m/s**
 Temperatura de globo (Tg): **26 °C**
 Temperatura de bulbo húmedo natural (THN) **14,1 °C**
 Carga solar **SI**
 Postura **De pie**
 Humedad relativa (%) **46 %**

Determinación del índice WBGT – OSCAR 3

Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Oscar 3 – Población trabajadora - Mujeres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	2011



Curva del índice WBGT

Resultados obtenidos del Índice WBGT

WBGT (ISO 7243)

INDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO Y DE BULBO HUMEDO (WBGT)

Indice de temperatura de globo y bulbo húmedo:

WBGT = 17,00°C

Metabolismo:

M = 525,91 W/m²

Valores de referencia máximos

Resultados

BALANCE TERMICO

(Calculado siguiendo la ISO 7933 (Índice de sudoración requerida))

EQUILIBRIO TERMICO: No hay equilibrio

(Calculado siguiendo la ISO 7933 (Índice de sudoración requerida))

ACTIVIDAD METABOLICA: M = 525,00 W/m²
Muy elevada

RADIACION: Evacuación de calor hacia el ambiente
R = 30,90 W/m²

CONVECCION: Evacuación de calor hacia el ambiente
C = 237,05 W/m²

CONVECCION RESPIRATORIA: Cres = 11,03 W/m²

EVAPORACION RESPIRATORIA: Eres = 41,32 W/m²

EVAPORACION DEL SUDOR: E = 197,31 W/m²

CALOR ACUMULADO: Calor ganado = 8,31 W/m²

Rango	Indice	Rango de aplicación	Resultados obtenidos	⏪	⏩
Dentro de rango	IVM	<input type="checkbox"/>	No seleccionado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fuera de rango	ISC	<input type="checkbox"/>	No seleccionado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	WBGT	<input checked="" type="checkbox"/>	wBGT = 17,00 °C	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SWreq	<input checked="" type="checkbox"/>	Alarma para no aclimatados: wp = 0,16 , Exposición límite (DLE): 300,00 min	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	IVF	<input type="checkbox"/>	No seleccionado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	IREQ	<input type="checkbox"/>	No seleccionado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Alta sobrecarga detectada (Red square)

Baja sobrecarga detectada (Orange square)

No se detecta sobrecarga (Green square)

Determinación del índice WBGT – VICTOR TURNO

Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Víctor Turno – Población trabajadora - Hombres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	



Índices a calcular y datos obtenidos

Confort Térmico

Índices

Índice de valoración medio de Fanger (IVM) (ISO 7730)

Índice de sobrecarga calórica (ISC)

Índice de temperatura de globo y de bulbo húmedo (WBGT) (ISO 7243)

Índice de sudoración requerida (SWreq) (ISO 7933)

Índice del viento frío (WCI) (ISO 11079)

Índice del aislamiento requerido (IREQ) (ISO 11079)

Parámetros:

Metabolismo (M) W/m2

Temperatura seca del aire (ta) °C

Radiación

Temperatura de globo (tg) °C

Temperatura Radiante Media (TRM) °C

Temperatura de bulbo húmedo natural (THN) °C

Velocidad del aire (va) m/s

Aislamiento de la ropa (clo) clo

Carga solar

Al aire libre

Interior

Postura

De pie

Sentado

Agachado

Humedad

Humedad relativa (%)

Temperatura de bulbo húmedo (tbh, en °C)

Presión parcial del vapor de agua (pa, en kPa)

CARGAR DATOS

Parámetros para el cálculo del índice WBGT

Métodos

Parámetros:

Metabolismo (M) 179,86 W/m2

Temperatura seca del aire (ta) 28 °C

Aislamiento de la ropa (clo) 0,83 clo

Velocidad del aire (va) 0,3 m/s

Temperatura de globo (Tg): 30,9 °C

Temperatura de bulbo húmedo natural (THN) 17,8 °C

Carga solar SI

Postura **Sentado**

Humedad relativa (%) 33 %

IVM

WBGT

WCI

SWreq

ISC

IREQ

MODIFICAR VALORES

RESULTADOS

INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL AIRE

PARAMETROS

Determinación del índice WBGT – VICTOR TURNO

Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Víctor Turno – Población trabajadora - Hombres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	



Curva del índice WBGT

WBGT (ISO 7243)

INDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO Y DE BULBO HUMEDO (WBGT)

Indice de temperatura de globo y bulbo húmedo:

WBGT = 20,70°C

Metabolismo:

M = 179,87 W/m²

Valores de referencia máximos

Resultados obtenidos del Índice WBGT

Resultados

BALANCE TERMICO

[Calculado siguiendo la ISO 7933 (Índice de sudoración requerida)]

EQUILIBRIO TERMICO: No hay equilibrio

[Calculado siguiendo la ISO 7933 (Índice de sudoración requerida)]

ACTIVIDAD METABOLICA: M = 179,00 W/m²
Moderada

RADIACION: Evacuación de calor hacia el ambiente
R = 22,63 W/m²

CONVECCION: Evacuación de calor hacia el ambiente
C = 54,17 W/m²

CONVECCION RESPIRATORIA: Cres = 1,75 W/m²

EVAPORACION RESPIRATORIA: Eres = 13,55 W/m²

EVAPORACION DEL SUDOR: E = 86,89 W/m²

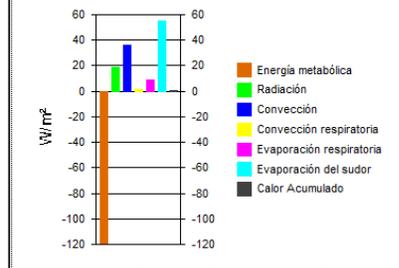
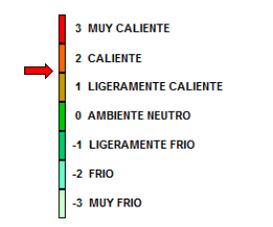
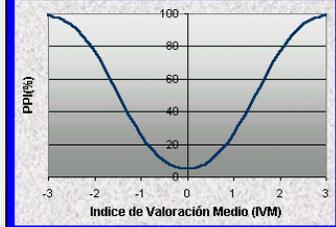
CALOR ACUMULADO: Calor ganado = 0,87 W/m²

Rango	Indice	Rango de aplicación	Resultados obtenidos		
Dentro de rango	IVM	[Barra Verde]	IVM= 2,22 , PPI = 85,61 %	[Barra Roja]	Alta sobrecarga detectada
Fuera de rango	ISC	[Barra Gris]	No seleccionado.	[Barra Gris]	Baja sobrecarga detectada
[Icono]	WBGT	[Barra Verde]	WBGT = 20,70 °C	[Barra Verde]	No se detecta sobrecarga
[Icono]	SWreq	[Barra Verde]	Alarma para no aclimatados: w _p = 0,16 , Exposición límite (DLE): Ilimitada	[Barra Verde]	[Barra Verde]
[Icono]	IVF	[Barra Gris]	No seleccionado.	[Barra Gris]	[Barra Gris]
[Icono]	IREQ	[Barra Gris]	No seleccionado.	[Barra Gris]	[Barra Gris]

Anexo 3. Calculo de confort térmico por el método de Fanger, determinación del índice IVM.

Determinación del índice IVM – OSCAR 2	
Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Oscar 2 – Población trabajadora - Hombres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	



Resultados obtenidos del Índice IVM	Curva de Porcentaje de insatisfechos																																			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>BALANCE TERMICO [Calculado siguiendo la ISO 7933 (Índice de sudoración requerida)]</p>  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>EQUILIBRIO TERMICO: No hay equilibrio [Calculado siguiendo la ISO 7933 (Índice de sudoración requerida)]</p> <p>ACTIVIDAD METABOLICA: M = 119,00 W/m² Baja</p> <p>RADIACION: Evacuación de calor hacia el ambiente R = 18,33 W/m²</p> <p>CONVECCION: Evacuación de calor hacia el ambiente C = 36,05 W/m²</p> <p>CONVECCION RESPIRATORIA: Cres = 1,00 W/m²</p> <p>EVAPORACION RESPIRATORIA: Eres = 8,77 W/m²</p> <p>EVAPORACION DEL SUDOR: E = 54,85 W/m²</p> <p>CALOR ACUMULADO: Calor ganado = 0,86 W/m²</p> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th>Rango</th> <th>Indice</th> <th>Rango de aplicación</th> <th>Resultados obtenidos</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Dentro de rango</td> <td>IVM</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td>IVM= 1,53 , PPI = 52,58 %</td> <td style="text-align: center;">❌</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Fuera de rango</td> <td>ISC</td> <td style="background-color: #FFFFFF;"></td> <td>No seleccionado.</td> <td style="text-align: center;">❌</td> </tr> <tr> <td></td> <td>WBGT</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td>WBGT = 21,70 °C</td> <td style="text-align: center;">✅</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SWreq</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td>Alarma para no aclimatados: wp = 0,14 , Exposición límite (DLE): limitada</td> <td style="text-align: center;">✅</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IVF</td> <td style="background-color: #FFFFFF;"></td> <td>No seleccionado.</td> <td style="text-align: center;">❌</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IREQ</td> <td style="background-color: #FFFFFF;"></td> <td>No seleccionado.</td> <td style="text-align: center;">❌</td> </tr> </tbody> </table>	Rango	Indice	Rango de aplicación	Resultados obtenidos	Estado	Dentro de rango	IVM		IVM= 1,53 , PPI = 52,58 %	❌	Fuera de rango	ISC		No seleccionado.	❌		WBGT		WBGT = 21,70 °C	✅		SWreq		Alarma para no aclimatados: wp = 0,14 , Exposición límite (DLE): limitada	✅		IVF		No seleccionado.	❌		IREQ		No seleccionado.	❌	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>INDICE DE VALORACION MEDIO DE FANGER (IVM)</p> <p style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">IVM = 1,53</p> <p style="text-align: center;">Valor recomendado: -0.5 < IVM < 0.5</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>PORCENTAJE DE INSATISFECHOS:</p> <p style="font-size: 18px; font-weight: bold;">PPI = 52,58 %</p> </div> </div> </div>
Rango	Indice	Rango de aplicación	Resultados obtenidos	Estado																																
Dentro de rango	IVM		IVM= 1,53 , PPI = 52,58 %	❌																																
Fuera de rango	ISC		No seleccionado.	❌																																
	WBGT		WBGT = 21,70 °C	✅																																
	SWreq		Alarma para no aclimatados: wp = 0,14 , Exposición límite (DLE): limitada	✅																																
	IVF		No seleccionado.	❌																																
	IREQ		No seleccionado.	❌																																

Determinación del índice IVM – OSCAR 2

Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Oscar 2 – Población trabajadora - Mujeres
Evaluador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	



Resultados obtenidos del Índice IVM

Curva de Porcentaje de insatisfechos

BALANCE TERMICO
(Calculado siguiendo la ISO 7933 (Índice de sudoración requerida))

EQUILIBRIO TERMICO: No hay equilibrio
(Calculado siguiendo la ISO 7933 (Índice de sudoración requerida))

ACTIVIDAD METABOLICA: $M = 116,00 \text{ W/m}^2$
Baja

RADIACION: Evacuación de calor hacia el ambiente
 $R = 18,33 \text{ W/m}^2$

CONVECCION: Evacuación de calor hacia el ambiente
 $C = 35,48 \text{ W/m}^2$

CONVECCION RESPIRATORIA: $C_{res} = 0,97 \text{ W/m}^2$

EVAPORACION RESPIRATORIA: $E_{res} = 8,55 \text{ W/m}^2$

EVAPORACION DEL SUDOR: $E = 52,67 \text{ W/m}^2$

CALOR ACUMULADO: Calor ganado = $0,41 \text{ W/m}^2$

Rango	Indice	Rango de aplicación	Resultados obtenidos	Alertas
Dentro de rango	IVM	[Barra Verde]	IVM= 1,49 , PPI = 50,40 %	[Barra Naranja]
Fuera de rango	ISC	[Barra Gris]	No seleccionado.	[Barra Gris]
	WBGT	[Barra Verde]	WBGT = 21,70 °C	[Barra Verde]
	SWreq	[Barra Verde]	Alarma para no aclimatados: $w_p = 0,14$, Exposición límite (DLE): Ilimitada	[Barra Verde]
	IVF	[Barra Gris]	No seleccionado.	[Barra Gris]
	IREQ	[Barra Gris]	No seleccionado.	[Barra Gris]

INDICE DE VALORACION MEDIO DE FANGER (IVM)

IVM = 1,49

Valor recomendado:
 $-0,5 < \text{IVM} < 0,5$

Indice de Valoración Medio (IVM)

PORCENTAJE DE INSATISFECHOS:

PPI = 50,40 %

Determinación del índice IVM – VICTOR TURNO

Empresa:	ADC & HAS Management Ecuador S.A.
Descripción puesto de trabajo:	Víctor Turno – Población trabajadora - Hombres
Evaludador:	Ing. Carlos Vasco
Fecha:	



Resultados obtenidos del Índice IVM

Curva de Porcentaje de insatisfechos

BALANCE TERMICO
(Calculado siguiendo la ISO 7933 (Índice de sudoración requerida))

EQUILIBRIO TERMICO: No hay equilibrio
(Calculado siguiendo la ISO 7933 (Índice de sudoración requerida))

ACTIVIDAD METABOLICA: $M = 179,00 \text{ W/m}^2$
Moderada

RADIACION: Evacuación de calor hacia el ambiente
 $R = 22,63 \text{ W/m}^2$

CONVECCION: Evacuación de calor hacia el ambiente
 $C = 54,17 \text{ W/m}^2$

CONVECCION RESPIRATORIA: $C_{res} = 1,75 \text{ W/m}^2$

EVAPORACION RESPIRATORIA: $E_{res} = 13,55 \text{ W/m}^2$

EVAPORACION DEL SUDOR: $E = 86,89 \text{ W/m}^2$

CALOR ACUMULADO: Calor ganado = $0,87 \text{ W/m}^2$

Rango	Indice	Rango de aplicación	Resultados obtenidos	Estado
■ Dentro de rango	IVM		IVM= 2,22 , PPI = 85,61 %	■ Alta sobrecarga detectada
■ Fuera de rango	ISC		No seleccionado.	■ Baja sobrecarga detectada
	WBGT		WBGT = 20,70 °C	■ No se detecta sobrecarga
	SWreq		Alarma para no aclimatados: $w_p = 0,16$, Exposición límite (DLE): ilimitada	
	IVF		No seleccionado.	
	IREQ		No seleccionado.	

INDICE DE VALORACION MEDIO DE FANGER (IVM)

IVM = 2,22

Valor recomendado:
 $-0,5 < \text{IVM} < 0,5$

3 MUY CALIENTE

2 CALIENTE

1 LIGERAMENTE CALIENTE

0 AMBIENTE NEUTRO

-1 LIGERAMENTE FRIO

-2 FRIO

-3 MUY FRIO

PORCENTAJE DE INSATISFECHOS:

PPI = 85,61 %