



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**

**TEMA**

---

**“ESTUDIO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LAS ÁREAS DE FUNDICIÓN Y EXTRUSIÓN EN LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A. CEDAL”**

---

Trabajo de Graduación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Sistema de administración de la salud, seguridad industrial y medio ambiente.

**AUTOR:** Santiago Joel Proaño Heredia

**TUTOR:** Ing. Edison Patricio Jordán Hidalgo. Mg.

Ambato - Ecuador

Marzo - 2018

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: “ESTUDIO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LAS ÁREAS DE FUNDICIÓN Y EXTRUSIÓN EN LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A. CEDAL”, elaborado por el señor Proaño Heredia Santiago Joel, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los tramites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato febrero, 2018

**EL TUTOR**



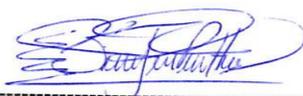
Ing. Edison Jordán Hidalgo. Mg.

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Proyecto de Investigación titulado: “ESTUDIO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LAS ÁREAS DE FUNDICIÓN Y EXTRUSIÓN EN LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A CEDAL”, es totalmente original, autentico y personal, en tal virtud, los contenidos académicos e instrumentos legales que se manifiestan del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato febrero, 2018

**AUTOR**



---

Proaño Heredia Santiago Joel

CC: 050314298-6

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizó a la Universidad Técnica de Ambato, la potestad de este Trabajo de Titulación para uso como documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación de acuerdo con las normas de la Institución

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además dejo en aprobación su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato febrero, 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Proaño Heredia Santiago Joel', written over a horizontal dashed line.

Proaño Heredia Santiago Joel

CC: 050314298-6

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado del presente trabajo conformado por los señores docentes calificadores, revisado y aprobado el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “ESTUDIO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LAS ÁREAS DE FUNDICIÓN Y EXTRUSIÓN EN LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A CEDAL”, presentado por el señor Santiago Joel Proaño Heredia, de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Julio Cuji Rodríguez  
PRESIDENTE SUBROGANTE



Ing. Andrés Cabrera  
DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Franklin Tigre  
DOCENTE CALIFICADOR

## DEDICATORIA

*El presente trabajo va dedicado especialmente a mis padres, quienes me han dado la vida con la gracia de Dios y me han permitido culminar con esta meta.*

*Aquellos que estuvieron respaldándome siempre y brindándome ese apoyo incondicional, con gran aprecio y cariño. Familia & Amigos.*

*“Lo importante no es lo que logras, sino en la clase de persona que te conviertes durante el camino”, Javier Iriondo.*

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia y amigos que me brindaron su apoyo, a los Docentes de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, quienes me formaron desde un inicio en el transcurso de esta meta y quienes me inculcaron el conocimiento necesario para lograr esta meta. A la empresa CEDAL S.A, por la facilidad y apoyo en todo aspecto necesario para la realización de esta investigación, como también a sus operarios, administrador, a mi tutor empresarial y principalmente al Ing. Edison Jordán tutor académico y gran amigo quien a lo largo de este proceso fue de gran enseñanza y guía.

## ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DE TRABAJO .....	III
DERECHOS DE AUTOR .....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XX
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	1
1.3 Delimitación del problema .....	3
1.3.1 Delimitación de contenido.....	3
1.3.2 Delimitación espacial.....	3
1.4 Justificación.....	4
1.5 Objetivos .....	5
1.5.1 Objetivo General .....	5
1.5.2 Objetivos Específicos .....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes Investigativos .....	6
2.2 Fundamentación Teórica .....	8
2.2.1 Evaluación de Riesgos Laborales .....	8
2.2.2 Riesgo Ergonómicos- Ambientales .....	9
2.2.3 Calor.....	10
2.2.4 Estrés Térmico .....	10
2.2.5 Metodología para la evaluación del estrés térmico con criterio objetivo	11
2.2.6 Ropa de Protección .....	12

2.2.7	Índice WBGT.....	13
2.2.8	Instrumento de medición Sper Scientific 800036.....	15
2.2.9	Instrumento de medición DeltaOhm HD32.2.....	15
2.2.10	Medida o estimación de la energía metabólica.....	16
2.2.11	Valores de referencia del índice WBGT.....	16
2.2.12	Confort térmico.....	16
2.2.13	Valor medio estimado (PMV).....	18
2.2.14	Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD).....	18
2.2.15	Sobrecarga Térmica.....	19
2.3	Propuesta de solución.....	19
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>20</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>		<b>20</b>
3.1	Modalidad de la investigación.....	20
3.1.1	Investigación de campo.....	20
3.1.2	Investigación bibliográfica – documental.....	20
3.1.3	Investigación aplicada.....	21
3.2	Población y muestra.....	21
3.3	Recolección de información.....	21
3.4	Procesamiento y análisis de datos.....	22
3.5	Desarrollo del proyecto.....	23
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>25</b>
<b>DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....</b>		<b>25</b>
4.1	Información de la empresa.....	25
4.2	Estructura Organizacional.....	26
4.3	Descripción de las áreas de CEDAL S.A.....	26
4.3.1	Área de Fundición.....	26
4.3.2	Área de Extrusión.....	29
4.3.3	Matricería.....	29
4.3.4	Área de Anodizado.....	29
4.3.5	Área de Pintura.....	29
4.3.6	Empaque y despacho.....	31
4.4	Técnicas de observación.....	31
4.4.1	Matriz de evaluación de riesgos laborales.....	31
4.4.2	Lista de control para el estrés térmico por calor.....	31

4.4.3	Análisis e interpretación de las encuestas realizadas a los trabajadores de CEDAL.....	37
4.4.4	Entrevista .....	49
4.5	Interpretación general de las técnicas de observación.....	52
4.6	Evaluación del ambiente térmico. ....	53
4.6.1	Estimación de la resistencia térmica de la vestimenta.....	53
4.6.2	Cálculo del índice WBGT.....	58
4.7	Medida o estimación de la energía metabólica.....	59
4.8	Protocolo de medición para el estrés térmico.....	61
4.8.1	Estrategia de medición.....	61
4.8.2	Equipo de medición .....	61
4.8.3	Horarios de medición.....	61
4.8.4	Número y duración de mediciones .....	63
4.9	Carta Psicométrica.....	63
4.10	Registro de mediciones.....	63
4.11	Análisis de resultados de estrés térmico en las áreas de fundición y extrusión .....	66
4.12	Cálculos de confort térmico.....	68
4.12.1	Cálculo de la temperatura radiante media ( <i>tr</i> ).....	68
4.12.2	Cálculo para el índice valor medio estimado (PMV) .....	69
4.12.3	Cálculo para el índice de porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) .	70
4.13	Cálculo de la incertidumbre de las mediciones directas.....	72
4.14	Resultados de las mediciones de confort térmico.....	76
4.15	Comparación de los resultados de confort térmico con estándares.....	78
4.16	Análisis de resultados de confort térmico en el área de fundición.....	79
4.17	Análisis de resultados de confort térmico en el área de extrusión .....	80
4.18	Alternativas para mejorar la confortabilidad térmica.....	84
4.19	Control sobre la fuente: .....	84
4.20	Control sobre el ambiente: .....	84
4.20.1	Ventilación.....	86
4.20.2	Tipos de ventilación .....	86
4.20.3	Ventilación Industrial.....	86
4.20.4	Localización del extractor .....	87
4.20.5	Cambios sugeridos del aire para una ventilación adecuada .....	87
4.20.6	Área del local de Fundición .....	89

4.20.7 Cálculo del caudal <b>VF</b> , requerido:.....	89
4.20.8 Área del local de Extrusión .....	90
4.20.9 Cálculo del caudal <b>VE</b> , requerido:.....	90
4.20.10 Presión estática .....	91
4.20.11 Selección del extractor .....	91
4.20.12 Nomenclatura de los modelos .....	92
4.20.13 Ventilador en el área de fundición .....	92
4.20.14 Ventilador en el área de extrusión.....	94
4.21 Control sobre el individuo: .....	95
CAPÍTULO V .....	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
5.1 Conclusiones .....	97
5.2 Recomendaciones .....	99
BIBLIOGRAFÍA .....	100
ANEXOS .....	106
Anexo 1: Matriz de evaluación de riesgos en el área de fundición CEDAL S.A.	107
Anexo 2: Matriz de evaluación de riesgos en el área de extrusión CEDAL S.A.	108
Anexo 3: Lista de control del riesgo de estrés térmico .....	109
Anexo 4: Encuestas – Áreas de fundición y extrusión.....	111
Anexo 5: Encuestas – Áreas de fundición y extrusión.....	112
Anexo 6: Estadísticas de fiabilidad de las encuestas - IBM SPSS .....	113
Anexo 7: Estimación del aislamiento de la indumentaria, Software DeltaLog10	114
Anexo 8: Medida o estimación de la energía metabólica.....	116
Anexo 9: Certificado de calibración Sper Scientific 800036 .....	118
Anexo 10: Carta Psicométrica, Latacunga 2800 msnm.....	119
Anexo 11: Mediciones de estrés térmico, Área de Fundición.....	120
Anexo 12: Mediciones de estrés térmico, Área de Extrusión .....	134
Anexo 13: Registro de mediciones confort térmico, Área de Fundición .....	160
Anexo 14: Registro de mediciones confort térmico, Área de Extrusión.....	174
Anexo 15: Cálculos del índice PMV y PPD, Área de Fundición .....	200
Anexo 16: Cálculos del índice PMV y PPD, Área de Extrusión.....	207
Anexo 17: Características de los ventiladores-extractores .....	220
Anexo 18: Manual de instalación, operación y mantenimiento de los extractores .....	224
Plano 1: Distribución de extractores en el área de fundición .....	229

Plano 2: Distribución de extractores en el área de extrusión.....	230
---	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Valores de referencia correspondientes a una situación dada.....	17
Tabla No. 2 Escala de sensación térmica de siete niveles.....	18
Tabla No. 3 Número de personas en las áreas de fundición y extrusión. ....	21
Tabla No. 4 Procesamiento y análisis de datos.....	22
Tabla No. 5 Reconocimiento del peligro. ....	32
Tabla No. 6 Capacitación.....	33
Tabla No. 7 Prácticas de trabajo. ....	35
Tabla No. 8 Ropa y equipos de protección personal.....	36
Tabla No. 9 Resumen global del checklist.....	37
Tabla No. 10 Pregunta 1.....	42
Tabla No. 11 Pregunta 2.....	43
Tabla No. 12 Pregunta 3.....	44
Tabla No. 13 Pregunta 4.....	45
Tabla No. 14 Pregunta 5.....	46
Tabla No. 15 Pregunta 6.....	47
Tabla No. 16 Pregunta 7.....	48
Tabla No. 17 Pregunta 8.....	49
Tabla No. 18 Interpretación general de las técnicas de observación .....	52
Tabla No. 19 Resistencia Térmica de la indumentaria (Mañana y Tarde).....	54
Tabla No. 20 Resistencia térmica de la ropa adicional en el área de fundición.....	55
Tabla No. 21 Resistencia térmica de la indumentaria en la noche.....	56
Tabla No. 22 Clasificación de los niveles de consumo metabólico - Clase 2.....	60
Tabla No. 23 Características de los equipos de medición.....	62
Tabla No. 24 Operador de puertas - Fundición.....	64
Tabla No. 25 Operador de prensa – Extrusión.....	65
Tabla No. 26 Resultados de las mediciones de estrés térmico - Fundición.....	66
Tabla No. 27 Resultados de las mediciones de estrés térmico - Extrusión.....	67
Tabla No. 28 Valores de la resistencia térmica de la indumentaria .....	69
Tabla No. 29 Descripción de las variables PMV .....	70
Tabla No. 30 Especialista - Fundición .....	73
Tabla No. 31 Ayudante de prensa - Extrusión .....	74
Tabla No. 32 Resultados de las mediciones de confort térmico - Fundición.....	76

Tabla No. 33 Resultados de las mediciones de confort térmico - Extrusión .....	77
Tabla No. 34 Renovaciones del aire en locales habitados. ....	88
Tabla No. 35 Volumen del recinto.....	88
Tabla No. 36 Guía para la presión estática .....	91
Tabla No. 37 Ejercicios para pausas activas en la industria en general. ....	96
Tabla No. 38 Turno 1 Operador de puertas, Cálculo PMV y PPD .....	200
Tabla No. 39 Turno 1 Operador de sierra loma, Cálculo PMV y PPD.....	200
Tabla No. 40 Turno 1 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD .....	201
Tabla No. 41 Turno 1 Supervisor, Cálculo PMV y PPD .....	201
Tabla No. 42 Turno 2 Operador de puertas, Cálculo PMV y PPD .....	202
Tabla No. 43 Turno 2 Especialista, Cálculo PMV y PPD .....	202
Tabla No. 44 Turno 2 Operador de sierra loma, Cálculo PMV y PPD.....	203
Tabla No. 45 Turno 2 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD .....	203
Tabla No. 46 Turno 2 Supervisor, Cálculo PMV y PPD .....	204
Tabla No. 47 Turno 3 Operador de puertas, Cálculo PMV y PPD .....	204
Tabla No. 48 Turno 3 Especialista, Cálculo PMV y PPD .....	205
Tabla No. 49 Turno 3 Operador de sierra loma, Cálculo PMV y PPD.....	205
Tabla No. 50 Turno 3 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD .....	206
Tabla No. 51 Turno 3 Supervisor, Cálculo PMV y PPD .....	206
Tabla No. 52 Turno 1 Operador de prensa, Cálculo PMV y PPD .....	207
Tabla No. 53 Turno 1 Ayudante de prensa, Cálculo PMV y PPD.....	207
Tabla No. 54 Turno 1 Operador de estirador fija, Cálculo PMV y PPD .....	208
Tabla No. 55 Turno 1 Operador de estiradora móvil, Cálculo PMV y PPD .....	208
Tabla No. 56 Turno 1 Supervisor, Cálculo PMV y PPD .....	209
Tabla No. 57 Turno 1 Operador de sierra, Cálculo PMV y PPD.....	209
Tabla No. 58 Turno 1 Ayudante de sierra 1, Cálculo de PMV y PPD .....	210
Tabla No. 59 Turno 1 Ayudante de sierra 2, Cálculo PMV y PPD .....	210
Tabla No. 60 Turnos 1 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD.....	211
Tabla No. 61 Turno 2 Operador de prensa, Cálculo PMV y PPD .....	211
Tabla No. 62 Turno 2 Ayudante de prensa, Cálculo PMV y PPD.....	212
Tabla No. 63 Turno 2 Operador de estiradora móvil, Cálculo PMV y PPD .....	212
Tabla No. 64 Turno 2 Operador de estiradora Fija, Cálculo PMV y PPD.....	213
Tabla No. 65 Turno 2 Supervisor, Cálculo PMV y PPD .....	213

Tabla No. 66 Turno 2 Operador de sierra, Cálculo PMV y PPD.....	214
Tabla No. 67 Turno 2 Ayudante de sierra 1, Cálculo PMV y PPD .....	214
Tabla No. 68 Turno 2 Ayudante de sierra 2, Cálculo PMV y PPD .....	215
Tabla No. 69 Turno 2 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD .....	215
Tabla No. 70 Turno 3 Operador de prensa, Cálculo PMV y PPD .....	216
Tabla No. 71 Turno 3 Operador de estiradora móvil, Cálculo PMV y PPD .....	216
Tabla No. 72 Turno 3 Operador de estiradora fija, Cálculo PMV y PPD.....	217
Tabla No. 73 Turno 3 Supervisor, Cálculo PMV y PPD .....	217
Tabla No. 74 Turno 3 Operador de sierra, Cálculo PMV y PPD.....	218
Tabla No. 75 Turno 3 Ayudante de sierra 1, Cálculo PMV y PPD .....	218
Tabla No. 76 Turno 3 Ayudante de sierra 2, Cálculo PMV y PPD .....	219
Tabla No. 77 Turno 3 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD .....	219

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Gestión de Riesgos. ....	9
Figura No. 2 Evaluación del riesgos de Estrés Térmico y Sobrecarga Térmica.....	11
Figura No. 3 Aislamiento térmico de distintos conjuntos de ropa. ....	13
Figura No. 4 Sper Scientific 800036.....	15
Figura No. 5 DeltaOhm HD32.2 .....	15
Figura No. 6 Organigrama Estructural de CEDAL S.A. ....	27
Figura No. 7 Diagrama de flujo del proceso de fundición.....	28
Figura No. 8 Diagrama de flujo del proceso de extrusión. ....	30
Figura No. 9 Reconocimiento del peligro.....	32
Figura No. 10 Capacitación.....	33
Figura No. 11 Prácticas de trabajo. ....	35
Figura No. 12 Ropa y equipos de protección personal. ....	36
Figura No. 13 Distribución de la población según su sexo.....	39
Figura No. 14 Distribución de la población según rangos de edad.....	39
Figura No. 15 Distribución de la población según rangos de peso.....	40
Figura No. 16 Distribución de la población según rangos de estatura.....	40
Figura No. 17 Distribución de la población según tiempo en la empresa.....	41
Figura No. 18 Encuesta pregunta 1 .....	42
Figura No. 19 Encuesta pregunta 2.....	43
Figura No. 20 Encuesta pregunta 3.....	44
Figura No. 21 Encuesta pregunta 4.....	45
Figura No. 22 Encuesta pregunta 5.....	46
Figura No. 23 Encuesta pregunta 6.....	47
Figura No. 24 Encuesta pregunta 7.....	48
Figura No. 25 Encuesta pregunta 8.....	49
Figura No. 26 Vestimenta del trabajador. ....	53
Figura No. 27 Vestimenta del trabajador en la noche.....	55
Figura No. 28 Aislamiento de la indumentaria para los trabajadores del turno de las noches: específicos 3 personas en fundición.....	57
Figura No. 29 Valores límite del índice WBGT. ....	59
Figura No. 30 PPD en función del PMV. ....	71
Figura No. 31 Índice PMV y PPD del Especialista- Fundición.....	72

Figura No. 32 Índices PMV y PPD del ayudante de prensa - Extrusión. ....	72
Figura No. 33 Comparación con estándares - Especialista y Ayudante de prensa. ...	78
Figura No. 34 Exposición PMV - Operador de puertas y Operador de sierra loma. .	79
Figura No. 35 Exposición PMV – Operador de montacargas y Supervisor .....	79
Figura No. 36 Exposición PMV - Operador de prensa y operador de estiradora móvil. .....	80
Figura No. 37 Exposición PMV – Operador de estiradora fija y Supervisor. ....	81
Figura No. 38 Exposición PMV – Operador de sierra y Ayudante de sierra 1.....	81
Figura No. 39 Exposición PMV - Ayudante de sierra 2 y operador de montacargas.	82
Figura No. 40 Resultados finales de confort térmico - Área de Fundición.....	83
Figura No. 41 Resultados finales de confort térmico - Área de Extrusión. ....	83
Figura No. 42 Modelo SB, extractor para montaje lateral. ....	92
Figura No. 43 Nomenclatura, extractores por transmisión por correa. ....	92
Figura No. 44 Selección del ventilador para el área de fundición. ....	93
Figura No. 45 Dimensiones del extractor en pulgadas. ....	93
Figura No. 46 Hélices de tipo L. ....	94
Figura No. 47 Selección del extractor para el área de extrusión.....	94

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad la evaluación del riesgo de estrés térmico en las Áreas de Fundición y Extrusión en la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A CEDAL, donde se presentan temperaturas molestas, las cuales interactúan con el ambiente exterior y la producción interna donde existe maquinaria que emana calor, esta molestia se presenta principalmente en los turnos 1 y 2.

Se analizó 15 puestos de trabajo en el Área de Fundición y 27 puestos de trabajo en el Área de Extrusión, en sus tres turnos laborales, donde se realizó una matriz de evaluación de riesgos de dichas áreas, la cual expresa la identificación del peligro y el tipo de riesgo; seguido de una lista de control para el estrés térmico por calor, la realización de encuestas a cada uno de ellos y una entrevista a la persona encargada del Área de Seguridad Industrial.

Para la medición del factor estrés térmico, se utilizó la metodología de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), que expresa un procedimiento de evaluación en el cual se utilizó las normas UNE EN 27243 y UNE-EN ISO 7730, se determinó la resistencia térmica de la ropa según los turnos laborales y la actividad de trabajo que estos realizan, continuando con la medición del índice WBGT y las variables necesarias para el cálculo del índice PMV y PPD, para dichas mediciones se utilizó los equipos Sper Scientific HMP 133; DeltaOhm HD 32.3 y el software DeltaLog 10, para lo cual se estableció un protocolo de medición y como finalidad los resultados se compararon con los límites permisibles por dichas normas.

Los resultados obtenidos de la evaluación de estrés térmico se determinó que la dosis de exposición de las dos áreas, se encuentran en un riesgo medio con valores inferiores a 1 y se concluye que no existe estrés térmico, no obstante, los resultados de confort térmico expresan que en los turnos 1 y 2, correspondientes a la mañana y tarde, se encuentran en una sensación térmica calurosa y el turno 3 de la madrugada en ligeramente calurosa, por lo cual existe un discomfort térmico en las dos áreas. Entonces para mejorar las condiciones térmicas se propone las siguientes alternativas: implementación de ventiladores en las áreas con la renovación de 6 veces por hora y la realización de pausas activas para liberar la tensión acumulada por el ejercicio laboral.

## ABSTRACT

The purpose of this work is to assess the risk of thermal stress in the Casting and Extrusion Areas of the Ecuadorian Corporation of Aluminio SA CEDAL, where annoying temperatures are present, which interact with the external environment and internal production where machinery exists. It emanates heat, this annoyance occurs mainly in turns 1 and 2.

It analyzed 15 jobs in the Smelting Area and 27 jobs in the Extrusion Area, in its three work shifts, where a matrix of risk assessment of these areas was made, which expresses the identification of the danger and the type of risk; followed by a checklist for thermal heat stress, conducting surveys to each of them and an interview to the person in charge of the Industrial Safety Area.

For the measurement of the thermal stress factor, the methodology of the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) was used, which expresses an evaluation procedure in which the standards UNE EN 27243 and UNE-EN ISO 7730 were used, the thermal resistance of the clothes according to the work shifts and the work activity that they carry out, continuing with the measurement of the WBGT index and the necessary variables for the calculation of the PMV and PPD index, for these measurements the Sper Scientific HMP 133 equipment was used; DeltaOhm HD 32.3 and DeltaLog 10 software, for which a measurement protocol was established and as a result the results were compared with the limits allowed by said standards.

The results obtained from the evaluation of thermal stress were determined that the exposure dose of the two areas, are at an average risk with values lower than 1 and it is concluded that there is no thermal stress, however, the thermal comfort results express that in turns 1 and 2, corresponding to the morning and afternoon, are in a hot thermal sensation and turn 3 in the early morning in slightly warm, for which there is a thermal discomfort in the two areas. Then to improve the thermal conditions the following alternatives are proposed: implementation of ventilators in the areas with the renovation of 6 times per hour and the realization of active pauses to release the tension accumulated by the labor exercise.

## INTRODUCCIÓN

El estrés térmico por calor es el nuevo gran enemigo de la salud a nivel mundial, con respecto al calentamiento global pronostican que en el 2045, al menos la mitad de la población mundial vivirá en zonas de alto riesgo, dicho riesgo ya está presente en Nicaragua y el Salvador, perjudicando a jóvenes y adultos por sus actividades laborales en temperaturas que llegan hasta los 42°C, la categorizan como “enfermedad silenciosa”, para aquellos que trabajan en campo abierto probando un trastorno del ácido úrico [1].

El estrés por calor no solo afecta a los seres humanos, sino también a nuestra fauna y flora, recientes estudios nombran los efectos negativos que producen las altas temperaturas en los cultivos de Costa Rica, inducen a las alteraciones en procesos fisiológicos como: la respiración, estabilidad de las membranas y la aceleración del desarrollo. En Sonora, México como importante cereal el trigo es afectado por el mismo riesgo ante el cambio climático, dañando ecosistemas de la zona y perjudicando al desarrollo industrial [2], [3].

En toda industria siderúrgica el calor se presenta como un inconveniente de la producción en altos hornos, prensas y/o procesos de colada continua, referente a operaciones como el moldeo de lingotes o tochos, las operaciones manuales en hornos conlleva también a problemas ergonómicos, tanto es así que, al producir mayor calor este se disipa en la atmósfera de trabajo, donde los trabajadores reciben o absorben como un factor dañino para su salud y a esto sumarle también su calor metabólico debido a la actividad laboral que estos estén realizando, por lo que como referencia tanto el calor externo e interno, podrían desarrollar el factor de estrés térmico [4].

Para el estudio de estrés térmico se requiere el conocimiento de algunas variables que interactúan con el ambiente, el tipo de trabajo y con el individuo, en el mundo la combinación exhaustiva de estas variables dando lugar a una situación de incomfort, sin que afecte la salud de los trabajadores, no obstante, un ambiente desfavorable como superficies calientes con una humedad mayor a 80% o menor a 20%, si afectaría la salud de los trabajadores [5].

Un ambiente térmico confortable en el puesto de trabajo, hace que el trabajador tenga una buena salud tanto física como psíquica, pues esto conlleva a que la productividad

no se vea afectada por el rendimiento del mismo y la relación que existe con los factores para obtener un ambiente laboral adecuado, expresa que primero se debe adaptar al trabajador al ambiente que va hacer sometido, esto debido a que varios estudios menciona que el trabajador debe tener una buena relación entre el ambiente exterior con el de su zona de trabajo, para que así no ocurra inconvenientes entre las dos partes [6].

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el riesgo de estrés térmico en las Áreas de Fundición y Extrusión en la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A CEDAL, aborda la metodología de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), pues abarca un proceso metodológico, comenzando por el desarrollo de una matriz de riesgo, una lista de chequeo, la realización de encuestas y entrevista, seguido de los lineamientos de las normas UNE EN 27243 y UNE EN-ISO 7730, también los análisis de los resultados de las mediciones de estrés térmico y confort térmico y finalmente alternativas óptimas para dar solución a las inconvenientes encontrados en la investigación, terminando con la presentación de la bibliografía y anexos correspondientes.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Tema**

“ESTUDIO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LAS ÁREAS DE FUNDICIÓN Y EXTRUSIÓN EN LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A CEDAL”

### **1.2 Planteamiento del problema**

En el mundo las industrias a pesar de tener avances en el campo de seguridad industrial y salud ocupacional, siguen presentando altas tasas de accidentabilidad según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), considera que cada día fallecen 6300 personas debido a causas accidentales o enfermedades que tienen relación con el trabajo y que anualmente se considera que 317 millones de accidentes ocurren en relación al trabajo [7]. Por lo general las industrias dedicadas a la manufactura de productos extrudidos de aluminio trabajan con altas temperaturas presentando a los trabajadores una disconformidad en su ambiente laboral y así el factor estrés térmico se hace presente.

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), la exposición al calor puede producir alteraciones o efectos negativos en la salud, tales como calambres, acumulación excesiva de calor en el cuerpo, agotamiento, deshidratación, entre otros [8]. En el 2009 el INSHT mostró la ocurrencia de 53 accidentes laborales a causas del calor, entre estos el 20% requirió hospitalización, sin embargo esta causa no solo se debe a la elevada temperatura, sino también al calor que

recibe y acumula el cuerpo, en donde interactúa también con el medio ambiente que lo rodea, la vestimenta a usar y la actividad física que ejecuta [9].

En Colombia existen escasos estudios acerca de los trabajos en los cuales las temperaturas extremas están presentes, ya que para muchas de las empresas existe un desconocimiento sobre este impacto y los problemas de salud que los trabajadores pueden presentar; pues la exposición a estas temperaturas interfieren en la tasa de siniestros que ocurren y a su vez en sus índices de productividad debido a un descontento por parte del trabajador en sus actividades laborales, este riesgo se encuentra entre los veinte y cuatro peligros principales de los Accidentes de Trabajo por Formas No Traumáticas (ATFNT), que menciona el INSHT [10]. Según la forma de producción de los ATFNT, esta exposición se encuentra en el número 14° del motivo causal de accidentes de trabajo, como principales se encuentran: caída de personas a distinto nivel, caída de personas al mismo nivel, caída de objetos por desplome, entre otros, por lo cual el riesgo de estrés térmico por calor resulta un factor peligroso en las industrias y aun así estas no toman medidas de prevención con el fin de minimizarlos o eliminarlos [11].

En el Ecuador numerosas industrias mantienen un descuido por el riesgo de estrés térmico, varias de estas no cumplen con la Ley Ecuatoriana vigente que incluye este factor, como son las industrias mineras, carroceras, granjas, entre otras. El sector metalmecánico contribuye con la tasa arancelaria de la Comunidad Andina en lo que es aluminio y sus manufacturas, dando un aporte del 2.21% en participación en lo que es desperdicios y desechos de aluminio en el año 2012 [12]. Las Industrias Ecuatorianas dedicadas a la elaboración de productos extrudidos del aluminio presentan factores de riesgo por el estrés térmico, muchas de ellas no poseen una ventilación adecuada, tampoco otorgan una capacitación adecuada de los EPP's, y pocas tienen estudios realizados sobre este tema.

La Constitución del Ecuador a través de la Asamblea Constituyente por medio de su Capítulo VI, TRABAJO Y PRODUCCIÓN, en la tercera sección, artículo 326 establece que: *“Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”* [13].

El Instituto Ecuatoriano de Seguridad (IESS) a través del Seguro General de Riesgos del Trabajo (SGRT), ha emitido el decreto 2393, Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, en donde el Capítulo V, MEDIO AMBIENTE Y RIESGOS LABORALES POR FACTORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, establece en los artículos 53 y 54, las condiciones generales ambientales: ventilación, temperatura y humedad, y calor respectivamente [14].

La Corporación Ecuatoriana de Aluminio Latacunga S.A “CEDAL”, se encuentra ubicada en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, dedicada a producir y comercializar perfilería y otros productos extrudidos de aluminio para uso arquitectónico y estructural. CEDAL posee tres turnos rotativos de personal en todas sus áreas, el personal de las áreas de fundición y extrusión están sometidos a diversas temperaturas en el día, ya sea por la temperatura que emana los hornos o por la temperatura ambiente, no obstante, la actividad física que realizan con llevan a un gasto metabólico del organismo o presentar síntomas como fatiga o trastornos sistemáticos, por todos estos aspectos la propuesta de estudio es de importancia para las actividades internas de CEDAL.

### **1.3 Delimitación del problema**

#### **1.3.1 Delimitación de contenido**

**Área académica:** Industrial y Manufactura.

**Línea de investigación:** Industrial.

**Sub-línea de investigación:** Sistema de administración de la salud, seguridad industrial y medio ambiente.

#### **1.3.2 Delimitación espacial**

El proyecto de investigación se realizó en las áreas de fundición y extrusión de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A “CEDAL”, ubicada en la Provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, en la Av. De La Unidad Nacional Ángel Subía Latacunga.

### 1.3.3 Delimitación Temporal

El proyecto de investigación se realizó durante 6 meses a partir de la aprobación del perfil por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

### 1.4 Justificación

El proyecto de investigación es de gran **interés** para CEDAL S.A, comenzando por la predisposición de la alta gerencia en proponer una mejora en sus instalaciones, en este caso considerando el riesgo de estrés térmico, a través de la aplicación de normas y reglamentos, para mantener un ambiente adecuado en donde se desenvuelve el personal, con fin de minimizar accidentes y enfermedades.

Es **importante** realizar un estudio de estrés térmico, ya que nos permite conocer las condiciones actuales de la empresa con respecto a este riesgo físico y la exposición al calor a la que están expuestos los trabajadores en su labor diaria que se encuentran en las áreas de fundición y extrusión, para así obtener parámetros de medidas, las cuales serán comparadas con las normativas de cumplimiento en base a Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, para así tomar medidas de prevención y evitar problemas a largo plazo por motivos de este riesgo y garantizar a la empresa un proceso de productividad óptimo sin inconvenientes por disconformidad de los trabajadores.

La investigación tiene un **impacto** social positivo debido a que se prevé enfermedades profesionales y se contribuye a un mejoramiento en el ambiente laboral, también con el objetivo de proporcionar una información de calidad a la sociedad para que sea usada con fines investigativos, no obstante, para CEDAL S.A la presente investigación evitará sanciones por parte de las entidades de control como es el Ministerio de Relaciones Laborales o el IESS respecto a este riesgo físico.

El trabajo de investigación tiene **utilidad teórica** debido a que se acude a fuentes de información bibliográficas sobre la temática expuesta actualizada y precisa. Mientras que la **utilidad práctica** se demuestra una propuesta de solución del problema indagado, para que así contribuir a futuras investigaciones.

Los **beneficiarios** son los trabajadores como la alta gerencia de la empresa CEDAL S.A, ya que por medio del estudio de estrés térmico, se previene que dicho riesgo en zonas críticas como lo son las áreas de fundición y extrusión, generan enfermedades o accidentes y a la vez contribuir con la integridad física del personal, como también a la economía de la empresa, mediante una propuesta de medidas de control para mejorar la calidad del ambiente laboral y además que el ritmo de trabajo no se vea afectado y que la producción no decline.

La presente investigación es **factible** debido a que existe conocimiento suficiente del investigador con respecto al tema, así como también los equipos necesarios para las mediciones, a la vez el apoyo de los recursos económicos y bibliográficos, con el fin de acceder a información fehaciente, además con el soporte de ayuda de docentes especializados en el área de estudio y con la colaboración de la gerencia de CEDAL S.A para obtener información y datos necesarios por medio de la cooperación de la gerencia como del personal que trabaja en ella.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

- Estudiar el estrés térmico en las áreas de fundición y extrusión en la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A “CEDAL”.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las condiciones térmicas actuales a las que están expuesto los trabajadores en las áreas de fundición y extrusión.
- Evaluar el estrés térmico en las áreas de fundición y extrusión de CEDAL.
- Proponer una solución adecuada que reduzca los efectos encontrados en la investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

En la tesis titulada como : “El gasto metabólico y la temperatura WBGT en el sistemas de trabajo de conductor de bus tipo Volkswagen 17210 de la carrocería modelo orión marca IMCE y su incidencia en el estrés térmico, publicada en el año 2014 del autor Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas, menciona que los conductores de autobuses en las ciudades del litoral tienen un disconfort térmico debido a la dosis de calor que emana el motor como la condición ambiente de la ciudad que reside, como factores que perjudican la salud expresan que son el calor y el ruido; el autor determina un porcentaje del 75% que los conductores están expuestos al calor, como resultado obtuvo que la dosis de calor es mayor a 1, lo cual, se requiere de medidas de control inmediatas en las ciudades de Santo Domingo, Babahoyo y como alternativa también la ciudad de Quito, no obstante, existe un gasto metabólico por parte de los conductores debido a que tiene un jornada de 10 horas ininterrumpidamente, mediante una valoración por estrés térmico arroja como resultado un valor de 3 a 4, incidiendo en un daño medio e intolerable parcialmente en las ciudades donde se realizó el estudio [15].

El Artículo: El estrés térmico laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente?, publicado en la Revista Colombiana de Salud Ocupacional en el año 2015 por Julián Andrés Sánchez Stérling, menciona que el riesgo por estrés térmico laboral en su evaluación de confort, sobresalen diversas variables que ingieren con el rendimiento energético debido a la incidencia de calor las cuales son la musculatura esquelética, metabolismo celular, ingesta de alimentos, entre otros. El autor recomienda que como

primera instancia exista una valoración médica por parte de la empresa o industria, para así contemplar un historial médico del trabajador y posteriormente la empresa por motivos de este riesgo laboral reincida en evaluar los ambientes térmicos, sino también las capacidades corporales de cada trabajador, como propuesta de solución plantea a las empresas tener un plan de contingencia, en el cual exista un control de gasto energético excesivo, zonas de sombra, puntos de hidratación, ventilación, entre otros. Además por efectos adversos de calor en el organismo se debe insistir en tomar como prioridad elementos biológicos como físicos que inciden por el estrés térmico [16].

El artículo publicado en Diciembre del 2014 acerca de “Evaluación de los efectos del estrés térmico sobre las funciones cognitivas de los trabajadores en una industria caliente”, menciona que los problemas causados por el estrés térmico repercutió en el rendimiento cognitivo de los trabajadores, en la planta de colada el valor WGBT media de 32,93°C, mostro un deterioro por motivo del estrés térmico influyendo en el tiempo de duración de la tarea, el tiempo de respuesta y los números de errores por parte de los trabajadores debido al estrés por calor, lo cual perjudica las capacidades psicomotrices y en el procesamiento de información esto realizado a dos grupos de 35 personas divididas en el área maquinado y fundición [17].

En una conferencia dictada en la Universidad de los Emiratos Árabes Unidos acerca de “Prevención por el estrés por calor en los climas calientes”, menciona que el estudio realizado en uno de los países de medio oriente con la participación de 207 trabajadores en 5 lugares de trabajo distintos, experimentan temperaturas que sobrepasan los 45°C y están expuesto a una humedad relativa del 90%, lo cual los trabajadores al aire libre que se encuentran ya sea en industrias petroleras como de construcción, están adversos a los riesgos por la exposición al calor, en donde existe factores como la hidratación inadecuada, pausas de descanso ocasionalmente y la falta de conocimiento sobre este riesgo. En donde estos presentaron indicios de fatiga y frecuencias cardiacas constantes y por ultimo pronosticaron que el estrés térmico como aspecto fisiológico determina que si se hidrataban idóneamente el riesgo de estrés térmico no iría en aumento [18].

Según el artículo publicado en junio del 2010 acerca de “Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a condicione térmicas”, menciona que las áreas estudiadas fueron en el horno de fundición, en la

zona intermedia de aislamiento y en el proceso de lingotes dando como índice WBGT de 27, 20.6 y 28.2°C, respectivamente, en lo cual es relativo debido a la vestimenta o a los materiales en el uso de la actividad, las cuales no dificulten la liberación de calor corporal, así como también la transpiración. Debido a la exposición del estrés térmico en estas zonas la investigación ha sugerido que existan programas de hidratación como a su vez espacios de recuperación, en donde la aclimatación al calor es un factor crítico [19].

La publicación sobre: “Estrés térmico en trabajadores expuestos al área de fundición en una empresa metalmecánica, Mariara”, menciona que la evaluación del estrés térmico en una muestra de 8 trabajadores de un total de 20 en dicha área, señala que existe discomfort térmico, esto debido a que en un promedio de duración de la actividad de 473,75 y con una exposición al calor de 281,25 en relación variables fisiológicas influyen en la tensión arterial de los trabajadores, no obstante, mencionar que los trabajadores se adaptaron al calor tolerando los efectos negativos que podría provocar la exposición al calor a largo plazo [20].

En el artículo: “Trabajadores costarricenses expuestos a sobrecarga térmica; implicaciones en la salud y la producción”, menciona que los operadores de los hornos en una jornada de trabajo de 8 horas, en el horario pico de 11:30 am – 2:20 pm, presentan un metabolismo bajo con alta tasa de insatisfecho pero sin riesgo de estrés térmico, no obstante, para disminuir el porcentaje de insatisfechos en los puesto de trabajo, dotaron de ventilación, aclimatación, momentos de descanso y capacitarles en los aspectos patológicos en los que la exposición al calor puede perjudicar [21].

## **2.2 Fundamentación Teórica**

### **2.2.1 Evaluación de Riesgos Laborales**

Es un proceso que está dirigido para aquellos riesgos de gran dimensión, los cuales no se hayan logrado evitar, por ello es necesario obtener la información necesaria para que los empresarios tomen de manera propia decisiones para que adopten medidas preventivas. A continuación se muestra en la figura No. 1 el proceso de evaluación de riesgos [22].

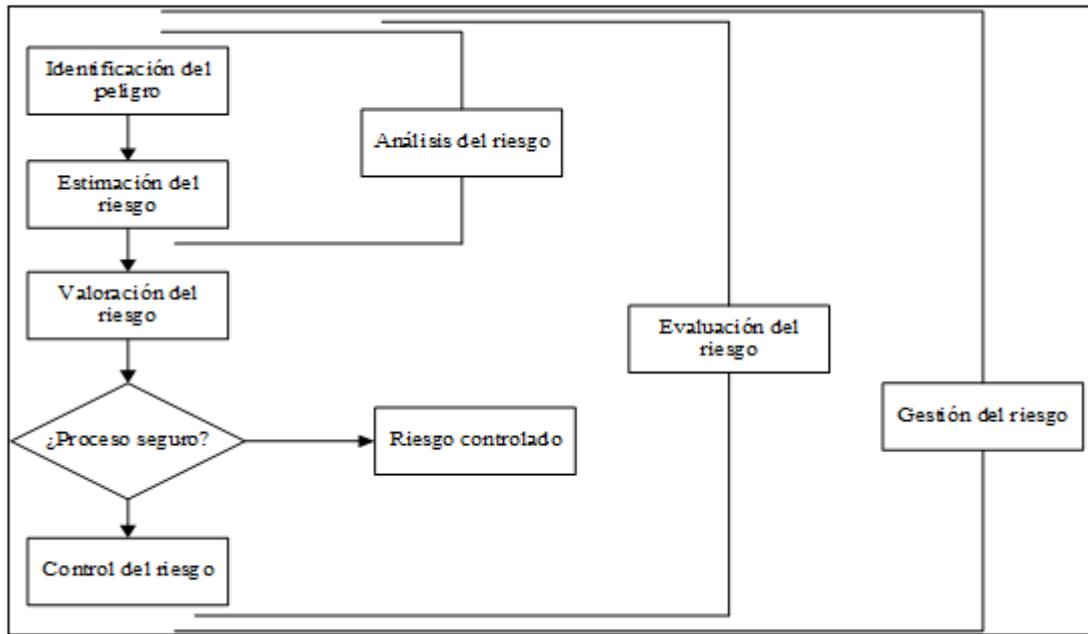


Figura No. 1 Gestión de Riesgos [22].

Para una evaluación de riesgo se debe conjeturar las condiciones actuales de los puestos de trabajo con los niveles de riesgo existentes para que se ejecute la evaluación, es de importancia identificar quien está expuesto a un riesgo y las consecuencias tanto de salud como de seguridad que puedan provocar los peligros por separado, por lo cual es necesario tomar medidas de control de riesgos distintos para prevenir estos [23].

### 2.2.2 Riesgo Ergonómicos- Ambientales

Es una rama de la ergonomía que estudia el comportamiento, bienestar, rendimiento y motivación del trabajador con respecto a la influencia que tienen los factores del medio ambiente como son: el ruido la temperatura, la humedad, la iluminación, las vibraciones, entre otros [24]. Un ambiente que no reúne las condiciones ambientales adecuadas, afecta a la capacidad física y mental del trabajador, para que una persona se adapte a un ambiente físico hay dos aspectos importantes los cuales son:

- Las características del individuo: peso, altura, edad, sexo, etc.
- El “esfuerzo” que conlleva a ejercer la tarea.

Un ambiente térmico no confortable afecta a la capacidad de movimiento, produce malestar, afecta al estado de ánimo, etc.

### **2.2.3 Calor**

Nuestro cuerpo para que funcione con normalidad, necesita mantenerse en una temperatura invariable que oscila en su interior en los 37°C, cuando su temperatura excede o supera este valor, el calor producido internamente es perjudicial para la salud y a partir de los 40,5°C podría ocasionar la muerte.

Al trabajar en ambientes calurosos se presentan riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, debido a que se produce una acumulación excesiva de calor en el organismo, el cual es independiente de las condiciones ambientales, trabajo físico realizado o el uso de equipos de protección individual, no obstante, tiene una interacción cuando se lo estudia [25].

### **2.2.4 Estrés Térmico**

De acuerdo con el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), El estrés térmico concierne a la carga neta de calor en que los trabajadores están expuestos y resulta también de la contribución combinada de las condiciones ambientales, así como también del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que usan. Es decir, el estrés térmico por calor no es un efecto patológico que el calor puede originar en sus trabajadores, sino la causa de los diversos efectos patológicos que se producen cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo [26].

El cuerpo del trabajador se altera cuando está sometido a condiciones de estrés térmico, en donde exhibe una sobrecarga fisiológica y los mecanismos de pérdida de calor como la sudoración y vasodilatación periférica, estos tratan que se pierda el exceso de calor.

La intensidad del estrés térmico y la gravedad de sus efectos dependen de la intensidad de los tres factores que lo determinan y, lógicamente, será mayor cuando se sumen los tres, como puede ocurrir, sobre todo en verano, en algunos trabajos al aire libre (agricultura, construcción, etc.); también a lo largo de todo el año o gran parte del mismo en sitios cerrados o semi-cerrados, donde el calor y la humedad son inherentes al proceso de trabajo, como fundiciones, hornos, ladrilleras, conserveras, en los trabajos de emergencias en invernaderos, etc. [25].

### 2.2.5 Metodología para la evaluación del estrés térmico con criterio objetivo

A continuación se muestra en la figura No. 2, la evaluación por estrés térmico de manera simplificada y resumida, planteado por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) [27].

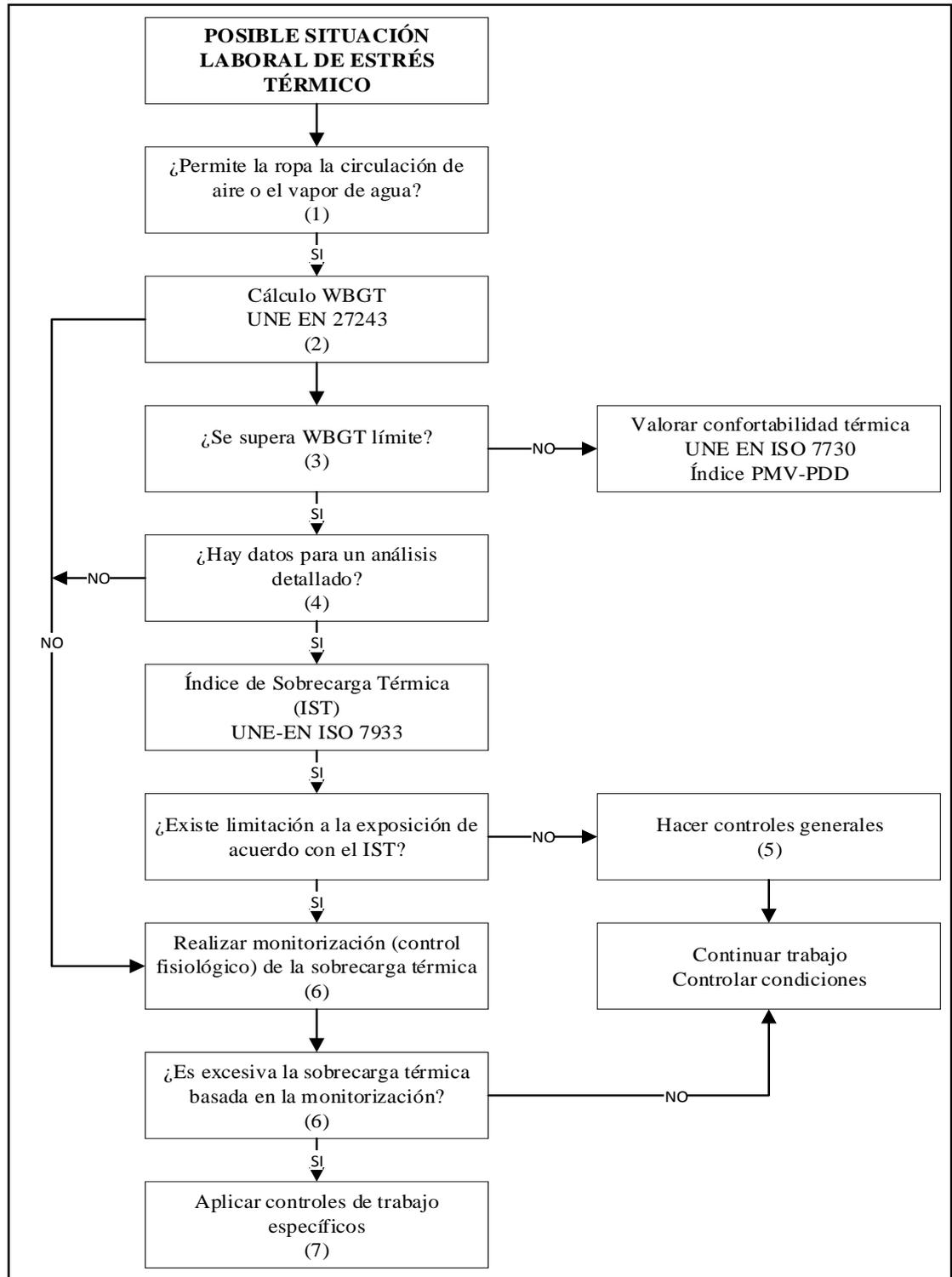


Figura No. 2 Evaluación del riesgos de Estrés Térmico y Sobrecarga Térmica [27].

El alcance de la presente investigación se desarrolló por medio de la metodología ACGIH, hasta el ítem nombrado Índice de Sobrecarga Térmica, esto debido a que los factores posteriores abarcan un criterio de estudio médico no relacionado con la temática a aplicar y porque se deriva de otro tipo de análisis que conlleva a una variable diferente la cual abarca un tema distinto, no obstante, el estudio a realizar hasta mencionado tema tendrá un respaldo fundamental de estudios recientes y la revisión de tutores calificados.

### **2.2.6 Ropa de Protección**

Por medio de una identificación de peligros y evaluación de riesgos a las que está sometido el trabajador se debe seleccionar la ropa adecuada con las propiedades necesarias, para lo cual existe una gran variedad de ropa de protección para dar frente a los diversos riesgos, con esto es de suma importancia que el trabajador utilice la prenda apropiada para las tareas y riesgos que se presenten en su puesto de trabajo. A continuación se presenta las tres categorías fundamentales para los Equipos de Protección Individual [28].

- **Categoría I:** Para el uso de ropa contra los efectos atmosféricos.
- **Categoría II:** Para el uso de ropa mecánica, contra el calor y el fuego para trabajadores industriales.
- **Categoría III:** Para el uso de ropa de protección química, de protección frente al frío.

La ropa juega un rol muy importante a la hora de perder calor corporal hacia el ambiente o contra la adquisición de calor ambiental, esto quiere decir que solo se manifiesta como un aislante y no proporciona calor. Cuando el trabajador está desarrollando sus actividades en un ambiente caluroso su ropa o vestimenta debe ser ligera, esto debido a que el trabajador pueda perder el exceso de calor acumulado durante su jornada, por medio de evaporización del sudor, pérdida de calor seco o por convección.

En una situación de riesgo por estrés térmico debido al calor, el trabajador estará en uso de ropa de protección impermeable, se recomienda llevar varias capas de ropa que solo llevar una muy gruesa. El aislamiento de la ropa es independientemente del

material que está constituida, pero si depende del factor aire al que haya estado en contacto con la piel y esto se deriva a que estará a su temperatura [29].

Las propiedades de aislamiento térmico que proporciona la ropa se expresa en “clo”- unidades, es igual al aislamiento térmico necesario para mantener a una persona en reposo a 21°C cómodamente.

Donde la unidad estándar internacional de la resistencia térmica se representa:

$$clo = 0,155 \frac{m^2 K}{W} \quad (1)$$

Esta unidad permite calcular con exactitud que ropa debemos utilizar para sentirnos cómodos en cualquier temperatura ambiente interior [30]. A continuación en la figura No. 3 se muestra los distintos conjuntos de ropa.

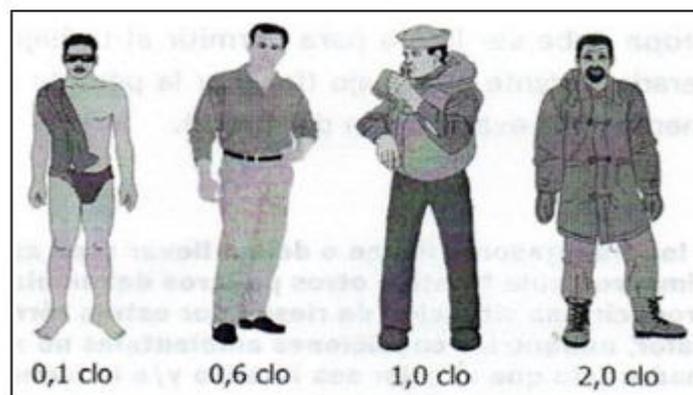


Figura No. 3 Aislamiento térmico de distintos conjuntos de ropa [29].

### 2.2.7 Índice WBGT

El método del índice WBGT es un método empírico fue diseñado para un uniforme de trabajo de camisa con manga larga y pantalones, únicamente diferencia las situaciones que ser peligrosas para el trabajador [26].

El índice de estrés térmico WBGT (Wet bulb globe temperatura), que traducido es; Índice de temperatura del globo negro y termómetro húmedo, este se deriva de las variables meteorológicas que tienen una interacción con el estrés térmico, refleja límites aptos y/o insoportables de las actividades que realizan los trabajadores. Este índice a diferencia de otros consta de mayor análisis de variables como son: la

humedad, el viento, la temperatura, la radiación directa del Sol, la luz infrarroja que emiten los cuerpos y el enfriamiento del trabajador por la emisión de IR [31].

Una evaluación más exacta del estrés térmico se da en un análisis entre el intercambio de calor del trabajador y el ambiente. Por medio de la tecnología actual dicho método tiene el propósito de ser más efectivo en un periodo largo y más difícil de ser acometido.

Este índice combina dos parámetros derivados que son: temperatura húmeda natural ( $t_{nw}$ ) y temperatura de globo ( $t_g$ ), y en algunos casos se adoptan también parámetros básicos como la temperatura del aire ( $t_a$ ), pertenece a la temperatura de bulbo seco [32]. A continuación se muestra las ecuaciones para el cálculo del índice WBGT:

- Interior de edificios y exterior sin carga solar:

$$WBGT = 0,7 t_{nw} + 0,3 t_g \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (2)$$

- Exterior de edificios con carga solar:

$$WBGT = 0,7 t_{nw} + 0,2 t_g + 0,1 t_a \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (3)$$

**Sensor de  $t_{nw}$ :** Es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto por una muselina húmeda, que esta ventilado de forma natural, es decir, se sitúa en el ambiente sin ventilación forzada.

**Sensor de  $t_g$ :** La temperatura de globo es la temperatura indicada por un sensor de temperatura situado en el centro de un globo negro mate.

**Sensor de  $t_a$ :** Es la temperatura del aire, puede ser medido por cualquier método adecuado.

Según la UNE EN 27243:1995, se detalla algunas características del índice WBGT:

- Método sencillo.
- Diagnóstico rápido.
- Valores de referencia válidos para individuos con vestimenta veraniega (Icl= 0,6 clo).
- No valido con ropa que impida la evaporación del sudor.

Menciona que si el WBGT calculado es mayor al WBGT de referencia se debe: Realizar un análisis más detallado y aplicar medidas de control [32]. A continuación se muestran dos equipos de medición del índice WBGT.

### 2.2.8 Instrumento de medición Sper Scientific 800036



Figura No. 4 Sper Scientific 800036

El equipo Sper Scientific, es un instrumento de medición de estrés térmico portátil, que proporciona el índice de temperatura del globo negro y termómetro húmedo (WBGT), todo esto basado en el cálculo acumulativo de las variables: temperatura del aire, velocidad del aire, humedad relativa y el calor radiante. A continuación expresaremos algunas características del equipo [33].

- Tiempo de respuesta de 15 segundos.
- Alarma audible.
- Medición de índice de estrés térmico para interiores y exteriores.
- Soporte de trípode.

### 2.2.9 Instrumento de medición DeltaOhm HD32.2



Figura No. 5 DeltaOhm HD32.2

Tiene el mismo principio básico ya mencionado en el equipo anterior, no obstante, este proporciona una variable importante que es la de temperatura de bulbo húmedo (tnw), su uso otorga mayor precisión y exactitud [34]. Las características principales son:

- Medición del índice WBGT, con referencias ISO7243, ISO 8996 e ISO 7726.
- Tres entradas para sensores con módulo SICRAM.
- Conexión directa de los 3 sensores al instrumento.
- Datalogger.
- Unidades de medida: °C, °F y °K.
- Configuración de fecha y hora.
- Máximo, mínimo y media de las mediciones tomadas.
- Kit conformado de 4 pilas de 1,5 V AA, manual de instrucciones.
- Software Datalog.

### **2.2.10 Medida o estimación de la energía metabólica**

La cantidad de calor producido en el interior del cuerpo es un elemento de estrés térmico. Por tanto, es esencial determinarla para evaluar éste. La energía metabólica que indica la cantidad de energía consumida dentro del cuerpo, es una buena estimación de esto para la mayoría de las situaciones industriales (trabajo externo despreciable) [32].

El consumo metabólico se puede determinar:

- Bien por la medida del consumo de oxígeno del trabajador.
- O bien por estimación a partir de tablas de referencia.

### **2.2.11 Valores de referencia del índice WBGT**

Los valores de referencia correspondientes a una situación determinada para un individuo normalmente vestido (índice de aislamiento térmico de la vestimenta  $I_{cl} = 0,6 clo$ ), físicamente apropiado para la actividad considerada y con buena salud, a continuación se indican en la tabla No. 1 el consumo metabólico y el valor de referencia WBGT.

### **2.2.12 Confort térmico**

Se podría 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. El confort térmico

depende del calor producido por el cuerpo y de los intercambios entre éste y el medio ambiente [35].

Tabla No. 1 Valores de referencia correspondientes a una situación dada [32].

Clases de consumo metabólico	Consumo metabólico, M		Valor de referencia WBGT			
	Relativo a un área superficial de piel unidad $W/m^2$	Para un área superficial de piel media de $1,8m^2$ $W$	Persona aclimatada al calor °C		Persona no aclimatada al calor °C	
0 (descanso)	$M \leq 65$	$M \leq 117$	33		32	
1	$65 < M \leq 130$	$117 < M \leq 234$	30		29	
2	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	28		26	
3	$200 < M \leq 260$	$360 < M \leq 468$	No sensible el movimiento del aire 25	Sensible movimiento del aire 26	No sensible el movimiento del aire 22	Sensible movimiento del aire 23
4	$M > 260$	$M > 468$	23	25	18	20

El cuerpo humano “quema” alimento y genera calor residual, similar a cualquier máquina. Para mantener su interior a una temperatura de  $37^\circ\text{C}$ , tiene que disipar el calor y lo hace por medio de conducción, convección, radiación y evaporación. En la medida como se acerca la temperatura ambiental a la temperatura corporal, el cuerpo ya no puede transmitir calor por falta de un gradiente térmico, y la evaporación queda como única forma de enfriamiento [36].

La producción de calor del cuerpo depende principalmente del nivel de actividad de la persona.

Para la disipación de calor, estos factores son críticos:

- Factores ambientales.
- Temperatura del aire.
- Humedad relativa del aire.
- Movimientos de aire.
- Temperatura media radiante.
- Factores personales.

- Vestimenta de la persona.

### 2.2.13 Valor medio estimado (PMV)

El PMV es un índice que refleja el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala de sensación térmica de 7 niveles (véase en la tabla 2), basado en el equilibrio térmico del cuerpo humano. El equilibrio térmico se obtiene cuando la producción interna de calor del cuerpo es igual a su pérdida hacia el ambiente.

En un ambiente moderado, el sistema termorregulador tratará de modificar automáticamente la temperatura de la piel y la secreción de sudor para mantener el equilibrio térmico [37]. A continuación se indica en la tabla No. 2 los niveles de escala de la sensación térmica.

Tabla No. 2 Escala de sensación térmica de siete niveles [37].

+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
-1	Ligeramente fresco
-2	Fresco
-3	Frío

### 2.2.14 Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD)

Según la UNE EN ISO 7730:2006, el PPD es un índice que establece una predicción cuantitativa del porcentaje de personas que se sentirán insatisfechas por notar demasiado frío o demasiado calor [37]. Para el propósito de esta norma internacional, las personas térmicamente insatisfechas son aquellas que votarán muy caluroso, caluroso, fresco o frío. sobre la escala de 7 niveles de sensación térmica incluida en la tabla No. 2.

### **2.2.15 Sobrecarga Térmica**

Con respecto al INSHT, es la respuesta fisiológica que tiene el cuerpo en presencia al estrés térmico, lo que corresponde el coste que le supone al cuerpo el ajuste necesario para mantenerse en un rango adecuado su temperatura interna [26].

Cálculo balance térmico cuerpo:

- Temperatura aire ( $t_a$ ).
- Temperatura radiante media ( $t_r$ ).
- Presión parcial de vapor ( $p_a$ ).
- Velocidad del aire ( $v_a$ ).
- Estimación tasa metabólica.
- Características térmicas ropa.

### **2.3 Propuesta de solución**

Por medio de esta investigación se evalúa el riesgo de estrés térmico con respecto al calor en las áreas de fundición y extrusión de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A “CEDAL”, identificando cada puesto de trabajo en los cuales demuestren valores fuera de los límites permitidos por las normas ACGIH, UNE EN 27243:1995 y UNE EN ISO 7730, para así proponer medidas de control en la fuente, medio o individuo, para lo cual la empresa advierta y prevenga enfermedades profesionales o un aspecto derivado por este riesgo.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Modalidad de la investigación**

Se recurrió a los siguientes procedimientos de investigación para desarrollar la problemática presente.

##### **3.1.1 Investigación de campo**

Para esta investigación de campo se acude a las instalaciones de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A “CEDAL”, para obtener una relación directa con sus trabajadores, con sus procesos internos y con su ambiente laboral, por medio de apuntes, observaciones y fotografías puntuales, con el fin de recopilar información suficiente para llevar a cabo dicho estudio, por medio de instrumentos confiables y así otorgar una información verídica para el beneficio mutuo tanto para la empresa como para el trabajador.

##### **3.1.2 Investigación bibliográfica – documental**

Esta investigación por medio de esta modalidad utiliza fuentes bibliográficas con información primaria por parte de la empresa y secundaria a través de libros, revistas, artículos científicos, internet, entre otros. Con fundamentación teórica validada y/o confiable y a su vez con criterios científicos de diversos autores que emprendieron sobre el tema expuesto, de lo ya mencionado se proporcionará un desarrollo sustentable a la presente investigación.

### 3.1.3 Investigación aplicada

La presente investigación utiliza esta modalidad debido a que en su desarrollo se planeó una propuesta de solución por el riesgo de estrés térmico que esté presente en las áreas de fundición y extrusión de CEDAL, mediante el conocimiento adquirido durante los años de estudio universitarios que serán aplicados por medio de la guía de normas y procedimientos vigentes.

### 3.2 Población y muestra

La población a considerarse es de 42 personas en 14 puestos de trabajo, en donde está considerado las áreas de fundición y extrusión de la empresa CEDAL. A continuación en la tabla No. 3, se muestra información brindada por el departamento de Talento Humano de CEDAL. Para la medición del riesgo de estrés térmico se tomará en cuenta a toda la población debido a que es  $< 100$ , por ello no se determina el cálculo de la muestra y se trabajará con el universo.

Tabla No. 3 Número de personas en las áreas de fundición y extrusión.

Población	Fundición	Extrusión	Total (personas)
Hombres	15	27	42

Fuente: Departamento de Talento Humano CEDAL.

El objetivo directo de la investigación es estrictamente para las personas de las áreas ya mencionadas, por lo cual no se toma en cuenta las personas de los departamentos administrativos, ni tampoco de otras áreas derivadas de la producción.

### 3.3 Recolección de información

Comenzando con la recopilación de información actual de la empresa mediante los aspectos de observación, encuestas, registros y entrevistas.

- **Observación directa:** Se realizó en las áreas de fundición y extrusión de la empresa CEDAL, en donde se identificó el riesgo a investigar en los diferentes puestos de trabajo.
- **Encuesta:** Por medio de un cuestionario estructurado en el cual intervino el personal de la empresa para obtener información acerca del riesgo de estrés térmico.

- **Entrevista:** Dirigida al Jefe Departamental de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional o al Asistente de la misma.
- **Registros de mediciones:** Mediante el uso de los equipos Sper Scientific 800036 y DeltaOhm HD32.3, se realizó las mediciones directamente en los procesos de las áreas ya mencionadas, detectando sus zonas críticas.

Para la medición del riesgo de estrés térmico, se realizó mientras los trabajadores desarrollaban sus actividades laborales, sin interrupción alguna, mediante los instrumentos mencionados para así garantizar la efectividad de los datos.

### 3.4 Procesamiento y análisis de datos

Mediante la recolección de información de los factores detallados, los datos obtenidos se procesaron y se revisaron de manera minuciosa como se muestra en la tabla No. 4 a continuación.

Tabla No. 4 Procesamiento y análisis de datos.

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN
<b>Observación directa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuar visitas técnicas a la empresa en las áreas a estudiar.</li> <li>• Evidenciar los factores de riesgos del estrés térmico por medio de una cámara fotográfica.</li> </ul>
<b>Encuesta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario estructurado con preguntas cerradas.</li> <li>• Revisión de la información.</li> <li>• Desechar datos incorrectos o inconsistentes.</li> <li>• Tabulación e interpretación de datos.</li> <li>• Resumen la información obtenida.</li> </ul>
<b>Entrevista</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preguntas concretas sobre el riesgo laboral a estudiar y aspectos semejantes.</li> <li>• Ordenar la información.</li> <li>• Presentación de resultados.</li> </ul>

<b>Registro de mediciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elegir el equipo adecuado para la medición, dicho instrumento debe proporcionar: temperatura de globo de bulbo húmedo (WBGT), las variables principales para el cálculo de dicho índice y tenga documento de calibración vigente.</li> <li>• Determinar la metodología apropiada en base al criterio de observación en los puestos de trabajo.</li> <li>• Establecer las localizaciones donde se va a medir.</li> <li>• Medir en los puestos de trabajo el estrés térmico.</li> <li>• Registrar los datos obtenidos.</li> <li>• Comparar e interpretar los resultados. con estándares nacionales e internacionales.</li> <li>• Presentación de resultados.</li> <li>• Exponer soluciones posibles.</li> </ul>
-------------------------------	--

(Elaborado por): Investigador.

### **3.5 Desarrollo del proyecto**

A continuación se describe el desarrollo del proyecto en base a las siguientes actividades:

- Identificación de los procesos existentes en las áreas de fundición y extrusión.
- Descripción de las actividades y de los trabajadores en las áreas mencionadas.
- Descripción de las condiciones actuales sobre el riesgo de estrés térmico.
- Selección de la metodología adecuada para la medición del riesgo mencionado.
- Optar por el instrumento de medición debidamente estandarizado.
- Medición del estrés térmico en los puestos de trabajo con el equipo seleccionado.
- Realización de cálculos del estrés térmico.
- Comparación de los datos obtenidos con los límites permitidos por las normas nacionales e internacionales.

- Elaborar la propuesta en base a los datos que sobrepasen los límites permitidos por las normas, para así tomar medidas de control.
- Elaborar un informe final.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

#### **4.1 Información de la empresa**

La Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A CEDAL, constituida en 1974 por su fundador el Sr. Luis Gómez Izquierdo con la visión de producir, fabricar y comercializar extrusiones de aluminio para el mercado nacional e internacional. Sus inicios fueron enfocados en el mercado interno en el año 1976 para el sector arquitectónico, posteriormente con el uso de nuevas técnicas de la extrusión de metal comienza a introducirse la perfilería de aluminio estructural, con ello ampliaron el uso del aluminio y se abrieron campo en el sector de la construcción, convirtiéndose así en el sustituto del hierro en las áreas como son: viseras, puentes peatonales, estructuras espaciales, cubiertas para estadios, silletería, entre otros [38].

En 1979 con la perseverancia de sus colaboradores toma un nuevo rumbo, con expansión de sus productos de calidad al mercado colombiano por medio de la empresa VITRAL, en donde comercializa la perfilería de aluminio en unas de las ciudades más importantes de Colombia como son: Bogotá, Cali y distribuidores cubriendo el mercado nacional en ese país. En el año 2012 da inicio a una nueva planificación, organización y ejecución de inversión con la construcción de una nueva planta de producción llamada Cedal Durán.

CEDAL S.A. se encuentra ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, en la Av. Unidad Nacional Ángel Subía, en la zona sur de la ciudad.

## **4.2 Estructura Organizacional**

CEDAL S.A. consta de diversas áreas operacionales con dependencia a la Gerencia de Planta, como segundo escalón de mando que notifica de todo aspecto a la Gerencia General.

Estas áreas constan de: Fundición, Producción, Planificación, Administrativo (RRHH), Mantenimiento, Bodega y Gerencias aledañas a estas. En la figura No. 5, se detalla la estructura organizacional de CEDAL S.A.

## **4.3 Descripción de las áreas de CEDAL S.A**

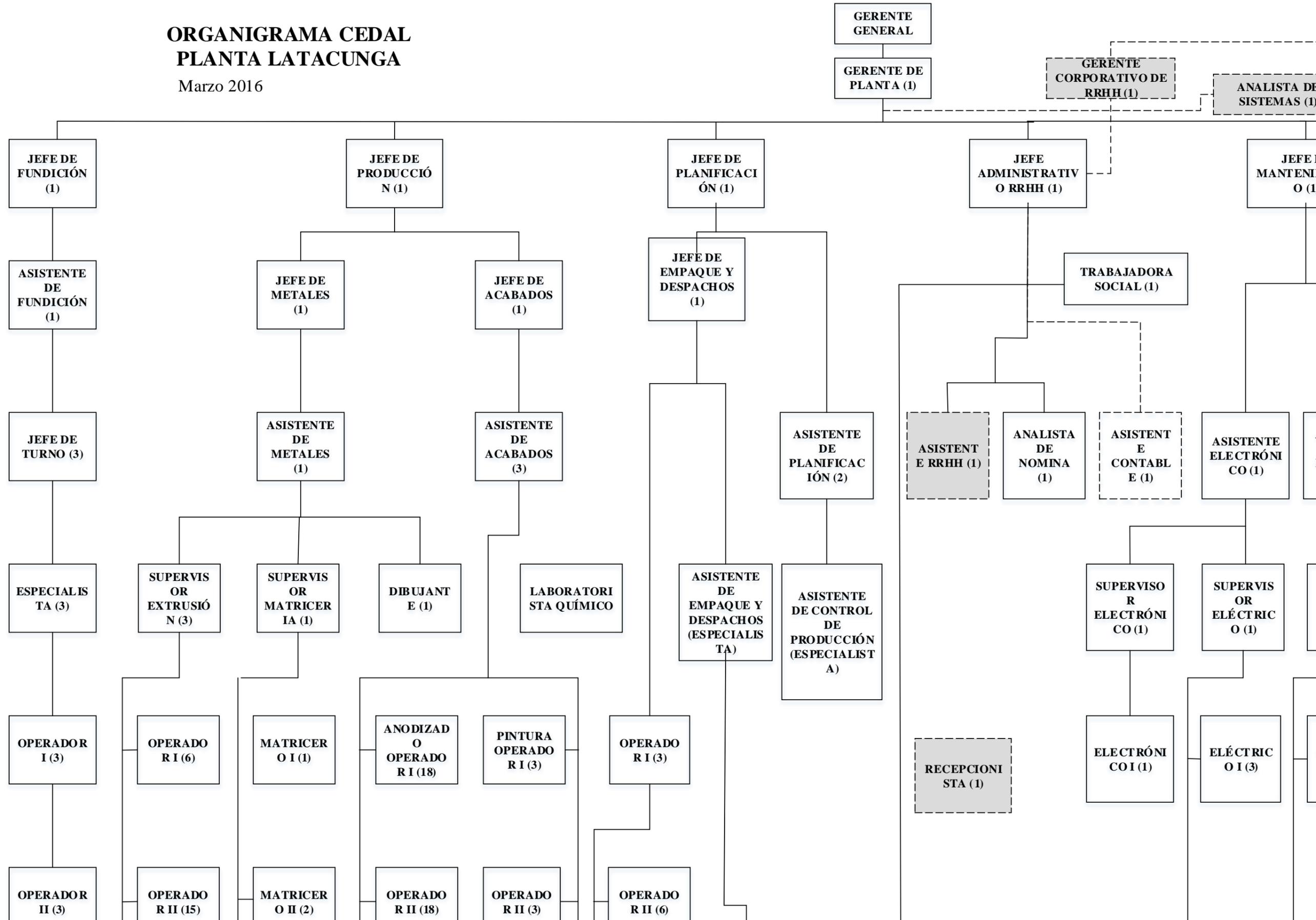
Actualmente CEDAL S.A LATACUNGA, está constituida por ocho áreas las cuales son: Fundición, Extrusión, Anodizado, Pintura, Empaque, Bodega, Matricería y Bodega de producto terminado, las cinco primeras son exclusivamente de producción y el resto sirven como un recurso esencial de apoyo para la producción, a continuación se recalcará solo áreas de fundición y extrusión con flujogramas de sus procesos, debido a que son objeto de estudio.

### **4.3.1 Área de Fundición**

En la parte exterior de esta área se encuentra la materia prima, ya sea chatarra o los residuos del reproceso para volverlos a utilizar, en el interior existe un horno con una capacidad de 22 toneladas, la cual por medio de un montacargas recoge el material que lo lleva a una cuchara, aquí es pesada en una balanza, para luego ser ingresada en la primera cámara del horno llamada “melting”, ingresa el material sólido y este se expone a una temperatura de aire entre 950 °C - 1000 °C, luego de pasar por este proceso existe una conexión con la segunda cámara del horno llamada “casting”, en donde se encuentra ya el aluminio líquido entre 800 °C – 850 °C, posteriormente sale la colada por un canal en donde hacen un control de los químicos silicio y magnesio, la colada cae en el recipiente llamado “tundish”, formado por filtros cerámicos en donde pasa la colada por los moldes llegando al proceso casting, donde se solidifican los lingotes que son llevados al horno de homogenizado donde se procede a su cocción entre 9 a 10 horas y finalmente son enfriados durante 5 horas y cortados en tochos para su posterior proceso. El diagrama de flujo del proceso de fundición se muestra en la figura No. 7.

# ORGANIGRAMA CEDAL PLANTA LATACUNGA

Marzo 2016



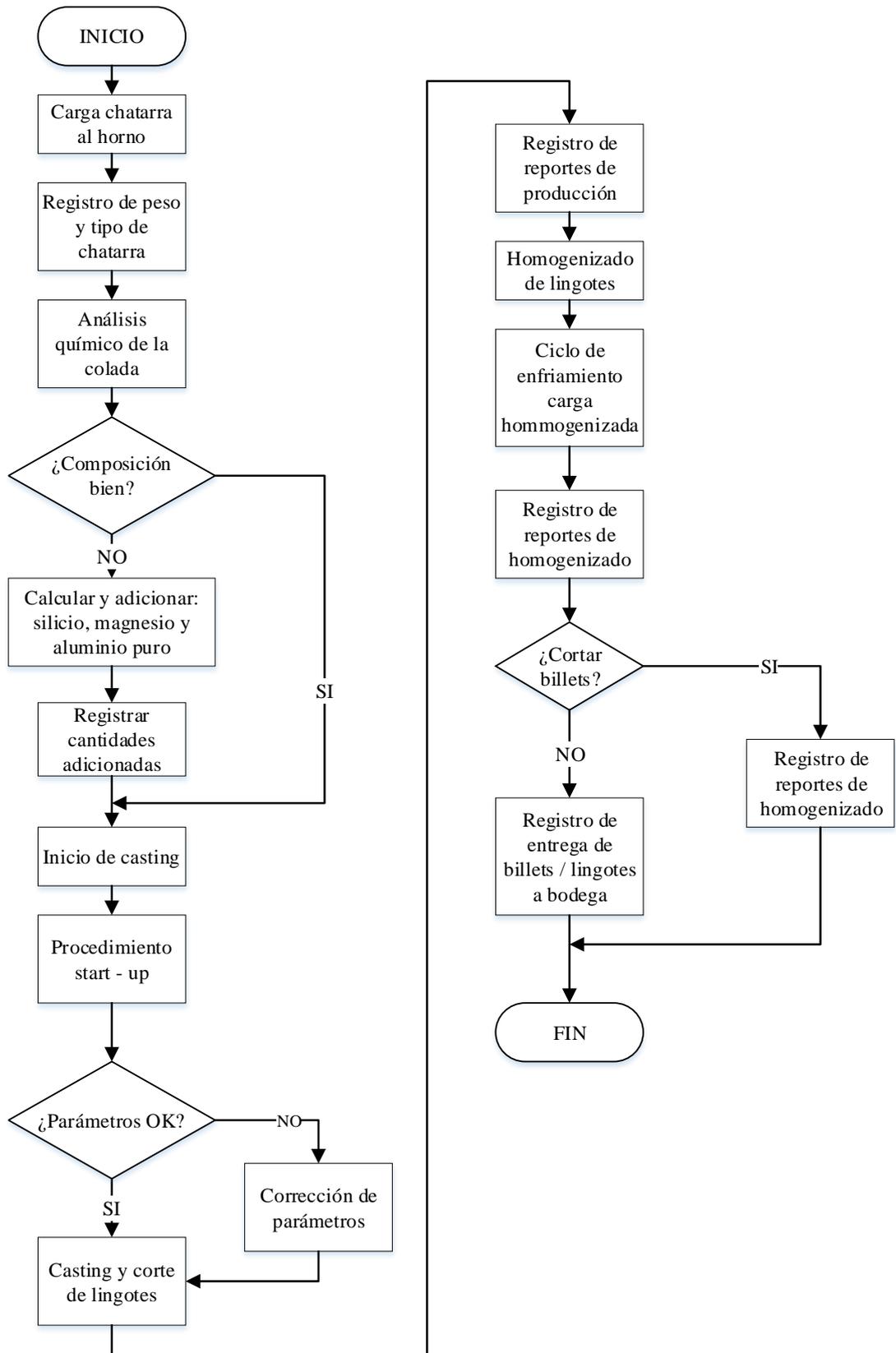


Figura No. 7 Diagrama de flujo del proceso de fundición.

(Elaborado por): Investigador.

Fuente: CEDAL S.A.

### **4.3.2 Área de Extrusión**

La extrusión es un proceso de deformación en el cual la materia prima (lingotes/billets), son colocados en una mesa de reposo de la prensa No. 1, el operador de prensa acciona un mecanismo de empuje, donde el lingote ingresa al horno de lingotes (P2), donde es sometido a una temperatura entre 480 °C y 550 °C, en tiempo cortos, se mantiene el lingote dentro del horno y sucesivamente sale a la cizalla en donde es cortado en tochos y el lingote restante es reingresado al horno por medio de otro mecanismo de empuje, posteriormente el tocho cortado es llevado a un proceso de compresión, por medio de en un compartimiento cerrado en donde el tocho es forzado por la presa para que sobresalga por una matriz, con la finalidad de obtener una reducción de sección y así las láminas llegan a la mesa de enfriamiento en donde son cortadas y son transportadas al horno de envejecimiento en donde se estiman un proceso de 2 a 4 horas y finalmente el producto es llevado a sus siguientes procesos. El diagrama de flujo del proceso de extrusión se muestra en la figura No. 8.

### **4.3.3 Matricería**

Se utiliza en el proceso de extrusión, en donde CEDAL posee más de 3000 diseños diferentes de matrices, para uso exclusivo de sus clientes según sus necesidades.

### **4.3.4 Área de Anodizado**

El proceso de anodizado consiste en formar una superficie recubierta de óxido de aluminio, mediante un proceso electroquímico, este proceso está conformado por varios baños en donde las piezas de aluminio son sumergidas y a lo largo adquieren una gran dureza, con mayor resistencia a los agentes corrosivos.

### **4.3.5 Área de Pintura**

El objetivo de esta área es de proteger las piezas por medio de una capa de pintura y a su vez decorar, aquí las piezas son sometidas a una capa de polvo por medio de la electroestática para que luego vayan al proceso de curado en el horno, en donde las partículas forma una película homogénea.

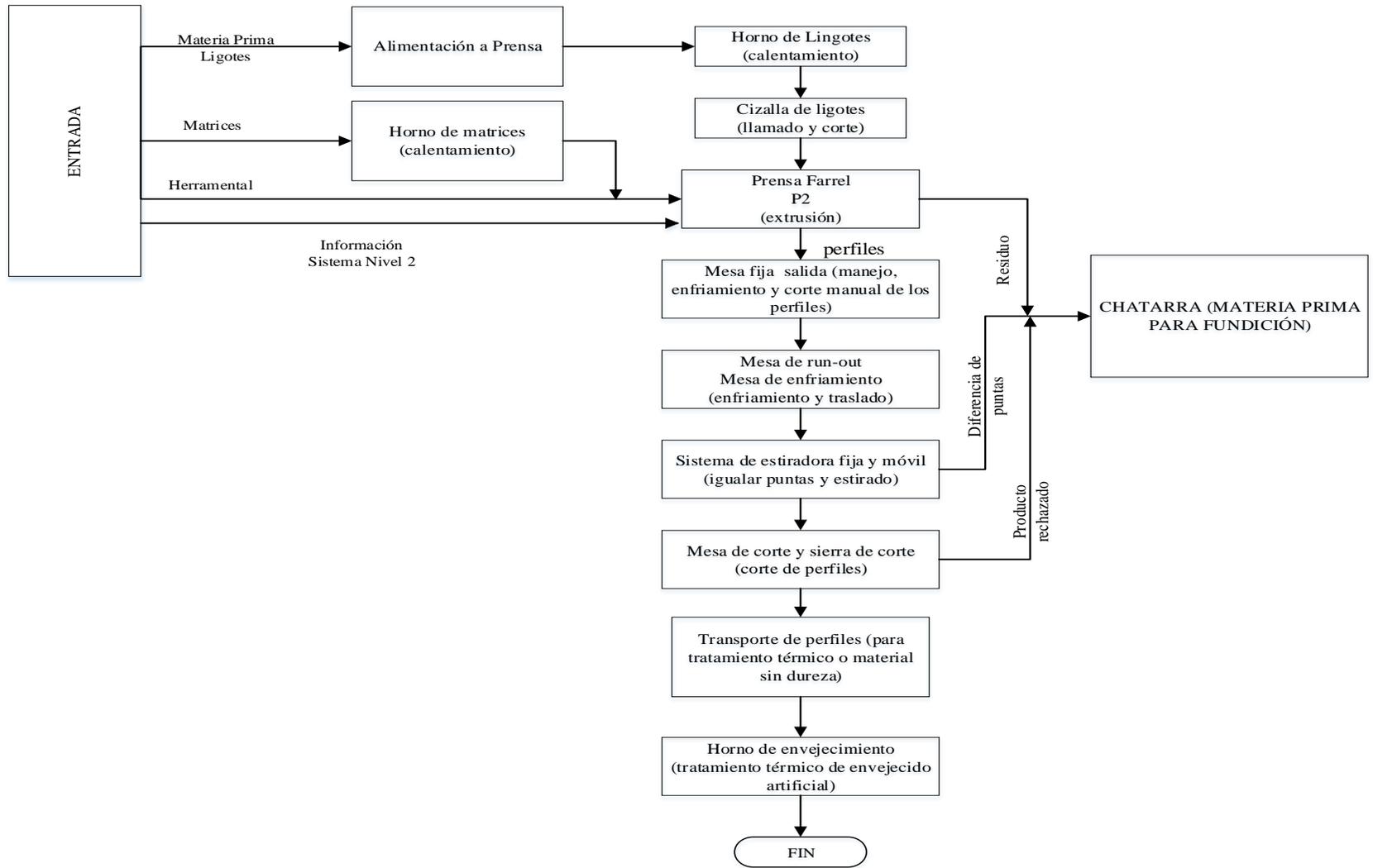


Figura No. 8 Diagrama de flujo del proceso de extrusión.

Fuente: CEDAL S.A.

### 4.3.6 Empaque y despacho

Los productos terminados provienen del área de anodizado, donde por medio de paquetes son empacados según sea el orden de pedido, son envueltos en papel Kraf para distribución nacional y en fundas de polietileno para distribución internacional, para evitar que el producto sea dañado en su transportación, el área de despacho interna a esta se encarga de la logística de distribución para la obtención final del producto a los clientes de CEDAL.

## 4.4 Técnicas de observación

Como objetivo principal es conocer el estado actual en que se encuentran las áreas de fundición y extrusión, con respecto al riesgo de estrés térmico por calor para posteriormente identificar, medir y evaluar el riesgo.

### 4.4.1 Matriz de evaluación de riesgos laborales

De acuerdo con la NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes [39], se evaluó las áreas de fundición y extrusión, describiendo la sección de cada área, sus actividades, tipo de riesgo, identificación del peligro y la valoración con respecto a dicha norma. Anexo 1 y 2.

### 4.4.2 Lista de control para el estrés térmico por calor

Por medio de la lista de control: Heat Stress Safety Checklist [40], se recurre a esta por abarcar todo lo inexcusable del riesgo, evaluando cuatro aspectos esenciales, con el fin de identificar el riesgo por estrés térmico de manera objetiva y con criterio formado. Anexo 3.

<b>Reconocimiento del Peligro</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
¿Existe un Programa de Prevención de Lesiones y Enfermedades por escrito? El programa debe incluir instrucciones sobre cómo identificar y corregir peligros relacionados con la exposición al calor.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
¿Se han identificado las tareas laborales durante las cuales se está expuesto al calor?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- ¿Hay trabajos que se hacen afuera, en temperaturas altas?
- ¿Cuáles son los trabajos?
- ¿Cuánto calor hace? *Entre 14°C a 26°C.*
- ¿El calor es un problema durante todo el día?
- ¿El calor es un problema sólo durante una parte del día?
- ¿Hay trabajos que se hacen en áreas interiores donde hace mucho calor?
- ¿Cuáles son los trabajos? *Trabajos en prensas y/o hornos donde la maquinaria emana calor.*

Tabla No. 5 Reconocimiento del peligro.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	50
No	3	50
<b>Total</b>	6	100

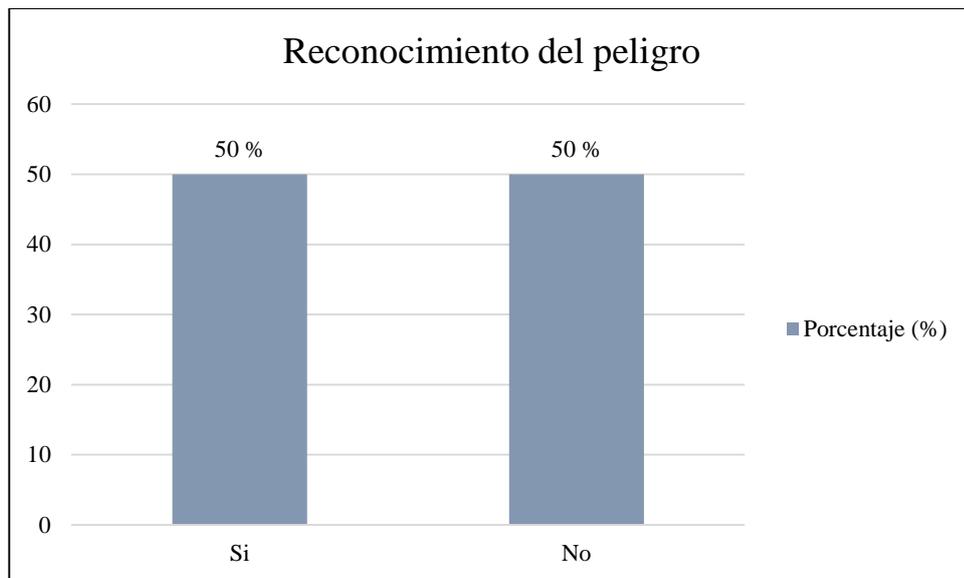


Figura No. 9 Reconocimiento del peligro.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** El calor producido por la máquinas que se encuentran en las áreas de fundición y extrusión, son un problema durante una parte día, pues la manera de percibir este peligro es diferente en cada turno laboral, no obstante, no existe un programa de prevención de lesiones y enfermedades por escrito en la planta CEDAL.

## Capacitación

Si No

¿Se les ha dado capacitación a los trabajadores con respecto a lo siguiente?

Las precauciones a tomar para prevenir las enfermedades relacionadas con el calor (aclimatación, tomar líquidos, descansos).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Los efectos para la salud del estrés debido al calor.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cómo reconocer las señales y los síntomas de salpullido, calambres y agotamiento debido al calor, así como los de la insolación.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cómo el alcohol y las drogas pueden aumentar el riesgo de enfermedades ocasionadas por el calor.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
El uso correcto de la ropa protectora y del equipo de protección.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La importancia de avisarle de inmediato al supervisor si se presenta cualquier síntoma de enfermedades ocasionadas por el calor, tanto en uno mismo como en compañeros de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los procedimientos del empleador para responder a los posibles síntomas de enfermedades ocasionadas por el calor.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Los procedimientos para comunicarse con los servicios médicos de emergencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabla No. 6 Capacitación.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	37,50
No	5	62,50
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

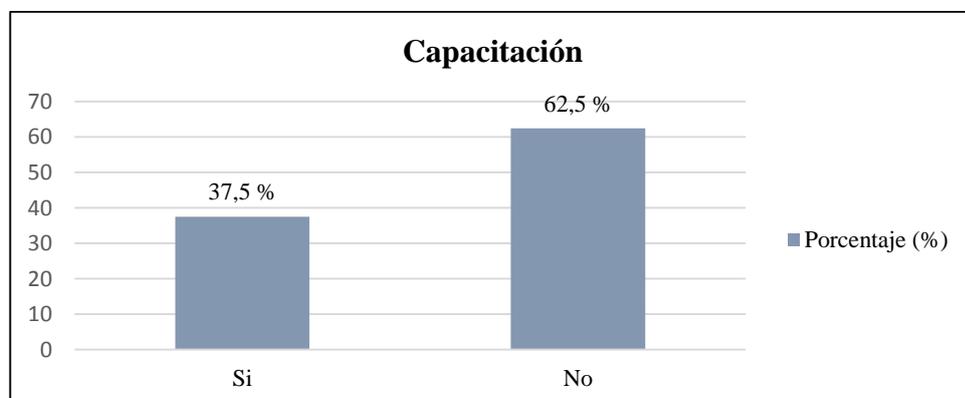


Figura No. 10 Capacitación.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** Las capacitaciones con respecto al estrés debido al calor es deficiente, puesto que no es un tema actual de preocupación por parte de las empresas, no obstante los trabajadores presentan capacitaciones en su uso adecuado de EPP's y el uso correcto de su vestimenta y cuidado, así como también socorrer a instancia medicas por algún tipo de altercado con respecto a problemas con el calor y otro riesgos laborales.

<b>Prácticas de Trabajo</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Monitorear la temperatura y la humedad del ambiente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Monitorear la temperatura de los trabajadores con un instrumento personal para medir el estrés debido al calor.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Para los trabajos más calientes y laboriosos, rotar a los trabajadores para reducir el riesgo de estrés debido al calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cuando sea posible, asegurar que el trabajo más laborioso se haga durante los tiempos más frescos del día (muy temprano en la mañana, o por la tarde cuando empiece a bajar el sol).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Para los trabajadores nuevos que aún no estén acostumbrados al calor, asignar tareas más ligeras durante la primera semana de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Asegurar que siempre haya agua potable limpia y fría disponible en el área de trabajo</b>		
Los trabajadores deben tomar un cuarto de galón de agua por hora o más, dependiendo de las condiciones de trabajo y de su nivel de esfuerzo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Descansos</b>		
Los trabajadores que presenten síntomas de estrés debido al calor deben poder tomar un descanso de por lo menos cinco minutos en un área sombreada y con una buena ventilación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilizar el sistema de "compañeros" ("buddy system" -cuidarse unos a otros), entre los trabajadores, para reconocer entre ellos las señales de enfermedades ocasionadas por el calor (las cuales incluyen la debilidad, cambios en el ritmo de trabajo, mal humor, desorientación y cambios en el color de la piel).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Asegurar la disponibilidad de provisiones de primeros auxilios.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Asegurar que los trabajadores sepan cómo comunicarse con los servicios de emergencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Asegurar que los trabajadores sepan cómo reportar el lugar de trabajo a los servicios de emergencia y 911.



**Para ambientes exteriores**

**Acceso a áreas sombreadas**

Se debe proveer un área para los descansos y para cuando los trabajadores necesiten salir del sol. Los métodos preferidos para proveer sombra son: paraguas, toldos, carpas, árboles y/o estructuras estables.



Tabla No. 7 Prácticas de trabajo.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	8	66,67
No	4	33,33
<b>Total</b>	12	100

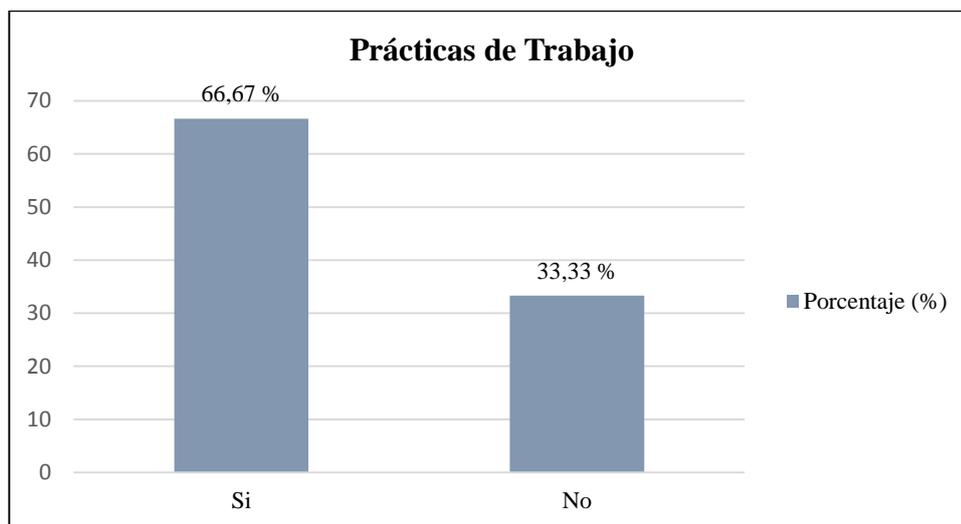


Figura No. 11 Prácticas de trabajo.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** CEDAL es una empresa constituida con operadores que realizan un trabajo manual, así como también de maquinaria, sus altos estándares de calidad conllevan a unas buenas prácticas de trabajo, existen todos los recursos necesarios para cuidado personal de trabajadores, no obstante, con respecto al calor estos no son monitoreados y con el tiempo presentan inconvenientes ya sea en su desempeño o en su salud.

<b>Ropa y Equipo de Protección Personal</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Proveer ropas especiales enfriadas con agua o aire, y chalecos con hielo en temperaturas extremadamente altas.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Descansos frecuentes para los trabajadores que lleven equipo de protección personal muy caliente o caluroso	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
En condiciones de temperaturas muy altas, tomar los descansos en áreas con aire acondicionado, si es posible.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Para ambientes exteriores</i>		
Usar ropa holgada o no muy ajustada, de colores claros y telas ligeras como algodón, así como sombreros anchos para trabajar en el sol.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si la temperatura es de más de 95° Fahrenheit (35 °C), usar camisas ligeras de manga larga y pantalones largos.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Para trabajar en el sol, usar productos de protección solar con un Factor de protección Solar (SPF, por sus siglas en ingles), de por lo menos 15.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla No. 8 Ropa y equipos de protección personal.

<b>Ítem</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Si	1	16,67
No	5	83,33
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

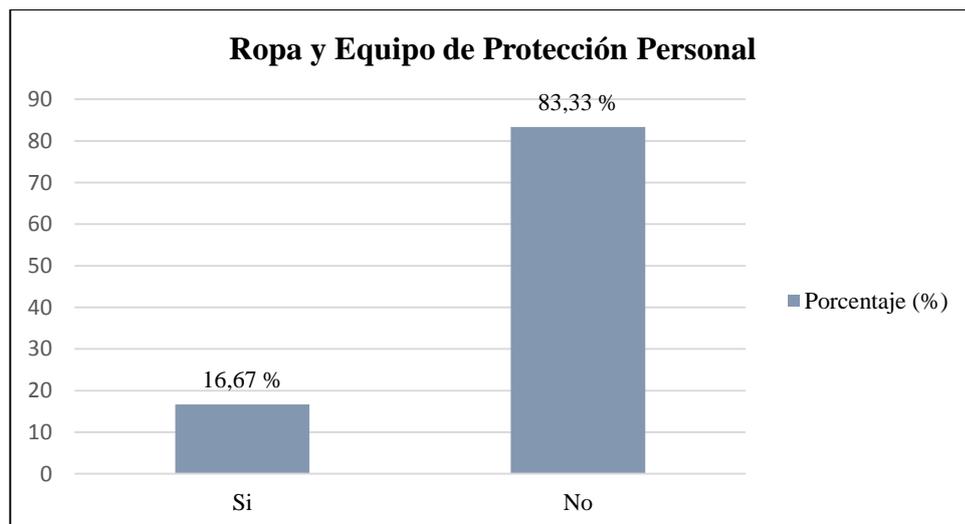


Figura No. 12 Ropa y equipos de protección personal.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** Con respecto a la ropa y a los equipos de protección personal, CEDAL otorga la prestación de estos, según sus áreas de trabajo, los cuales en su mayoría son la ropa holgada, tapones auditivos, cascos, entre otros. Sin embargo, no existe la ropa esencial para el calor donde se trabaja en áreas interiores, con la influencia del sol sobre sus estructuras y el calor que emanan las prensas y/o hornos.

Tabla No. 9 Resumen global del checklist.

CONTROL	FRECUENCIA	
	SI	NO
Reconocimiento del peligro	3	3
Capacitación	3	5
Prácticas de Trabajo	8	4
Ropa de protección personal	1	5
<b>PORCENTAJE (%)</b>	46,87	53,13
<b>TOTAL/32</b>	15	17

**Interpretación:** Se observa en los resultados del presente checklist, que se percibe el problema del estrés térmico por calor en las áreas de fundición y extrusión, pues este está influyendo de manera negativa en los trabajadores, existe un 53,13% de incumplimiento con respecto al cuidado de dicho riesgo, por lo que se determina la factibilidad de estudio sobre dicho riesgo laboral.

#### **4.4.3 Análisis e interpretación de las encuestas realizadas a los trabajadores de CEDAL.**

Por medio de una encuesta que consta de dos partes; datos personales y un cuestionario elaborado con preguntas cerradas, Anexo 4, dirigida a los trabajadores en las áreas de fundición y extrusión, la cual se aplica a los tres turnos de trabajo existentes en la empresa CEDAL, se busca abarcar mayor información sobre el riesgo de estrés térmico por calor, como percepción propia de los trabajadores.

Conociendo la distribución de la población, en este caso las áreas de estudio son estratificadas por medio de afijación proporcional, por medio de los datos otorgados

por los trabajadores con respecto a sus datos personales, Anexo 5, a continuación se indica un ejemplo sobre los estratos o rangos de edad de los trabajadores [41]:

1. Muestra

$$n = 42 \text{ trabajadores} \quad (4)$$

2. Rango

$$X_{max} = 53 \text{ años} \quad (5)$$

$$X_{min} = 20 \text{ años} \quad (6)$$

$$Rango = X_{max} - X_{min} \quad (7)$$

$$Rango = 53 \text{ años} - 20 \text{ años} \quad (8)$$

$$Rango = 33 \text{ años} \quad (9)$$

3. Método de Sturges.

$$K = 1 + 3.332 \log(n) \quad (10)$$

$$K = 1 + 3.332 \log(42) \quad (11)$$

$$K = 6,408 \cong 7 \text{ clases} \quad (12)$$

4. Amplitud.

$$i = \frac{Rango}{clases} \quad (13)$$

$$i = \frac{33}{7} \quad (14)$$

$$i = 4,71 \cong 5 \quad (15)$$

Como datos generales, previos al cuestionario tenemos: edad, sexo, peso, estatura y periodo de tiempo en la empresa.



Figura No. 13 Distribución de la población según su sexo.

**Análisis:** Tanto en el área de fundición como de extrusión el total de trabajadores son de sexo masculino, debido a que las actividades que se realizan en dichas áreas requieren de un esfuerzo físico mayor, como se indica la figura No. 13.

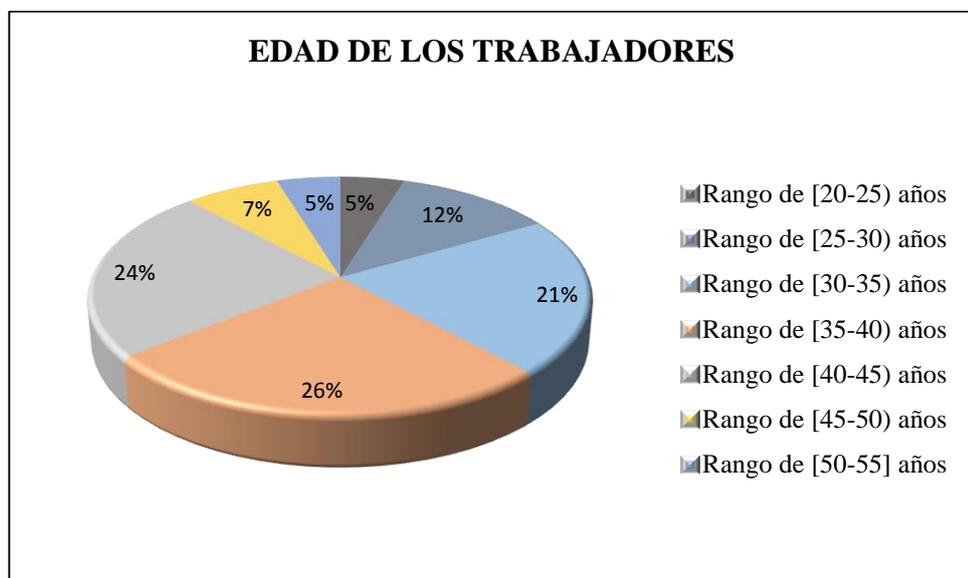


Figura No. 14 Distribución de la población según rangos de edad.

**Análisis:** En las áreas de fundición y extrusión la edad promedio de los trabajadores es de 36 años, en estas áreas la edad no es un problema para que los trabajadores realizar sus actividades cotidianas, pues es un aspecto importante en el transcurso del

estudio, para posteriormente hallar una metodología apropiada. En la figura No. 14, se muestra la distribución de edad en dichas áreas.

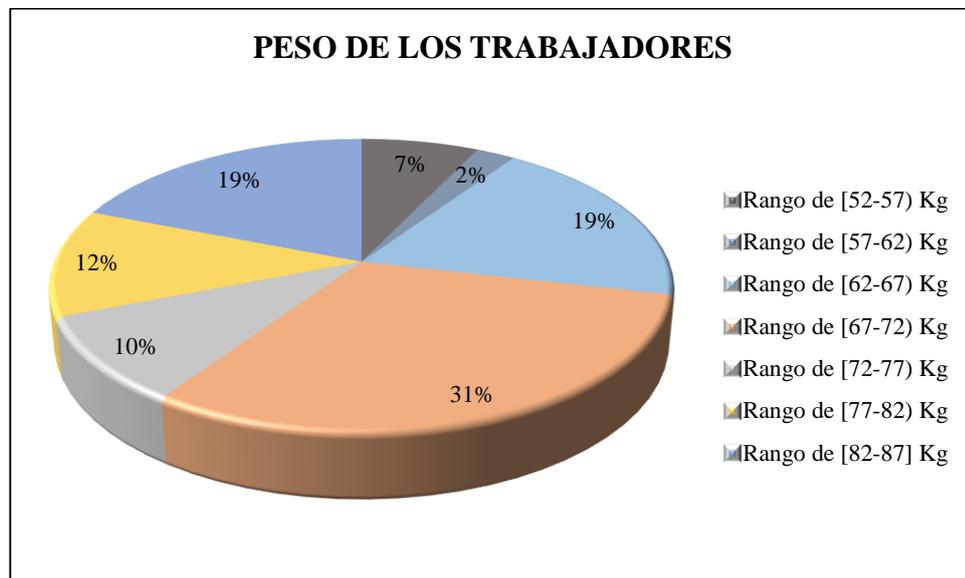


Figura No. 15 Distribución de la población según rangos de peso.

**Análisis:** Con respecto al peso en las dos áreas tenemos una media de 73.9 kg, mediante la observación de campo se detalla que los trabajadores no presentan ningún tipo de problema, para desenvolver su trabajo, lo cual les permite hacer todo tipo de movimiento referente a las actividades asignadas, no obstante, existe en algunos casos sobrepeso a los cuales se les debe dar seguimiento. En la figura No. 15, se muestra la distribución de peso.

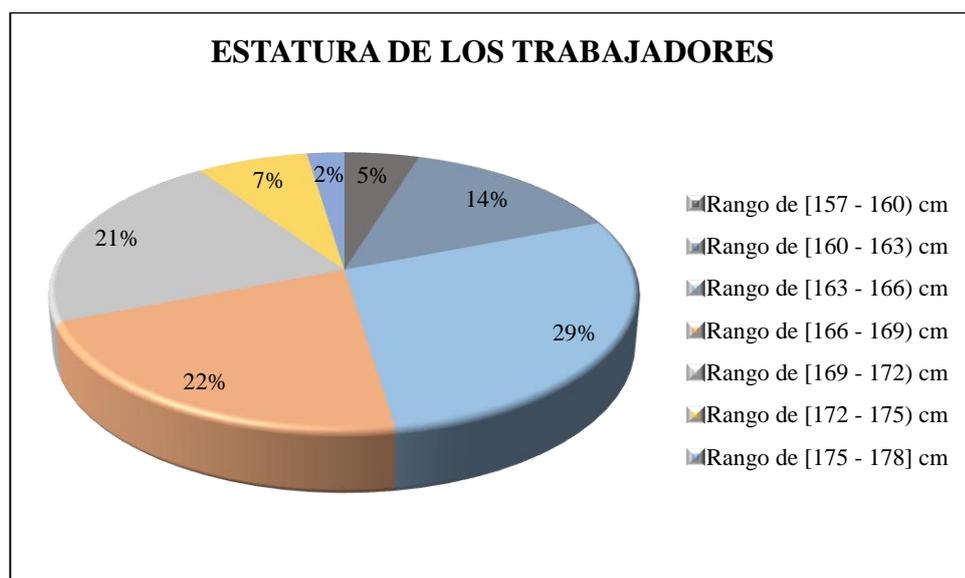


Figura No. 16 Distribución de la población según rangos de estatura.

**Análisis:** Los trabajadores de estas áreas tienen una media de 166 cm de estatura, lo cual no representa ningún tipo de inconveniente al desarrollar sus actividades, puesto a que ninguno de ellos presenta problemas en su desenvolvimiento laboral, ya que no hay existido ninguna queja al departamento de Seguridad Industrial y sumándole también la observación propia de campo al recurrir por información personal a cada uno de ellos. En la figura No. 16, se observa la distribución de los trabajadores según se estatura.

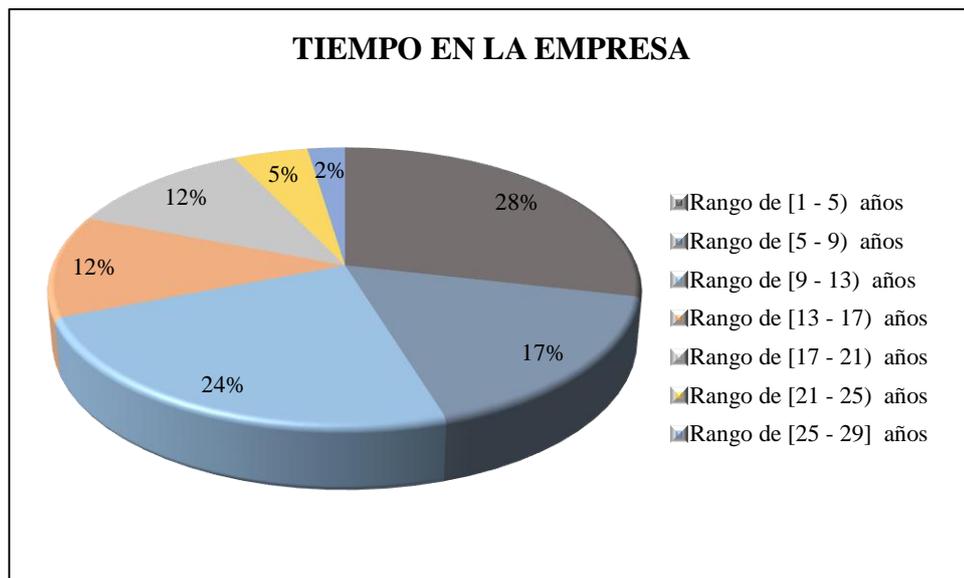


Figura No. 17 Distribución de la población según tiempo en la empresa.

**Análisis:** Tanto en fundición como extrusión existe un porcentaje alto de trabajadores, que llevan pocos años de brindar su trabajo a CEDAL, están en un rango de uno a cuatro años y a partir de estos hay trabajadores que están varios años en la empresa, los cuales ya están acostumbrados a su ambiente laboral. En la figura No. 17, se observa los años que están los trabajadores en la empresa.

**Interpretación general:**

De los resultados obtenidos, tanto las áreas de fundición y extrusión tienen solo trabajadores de sexo masculino, en todas sus áreas de producción existen tres turnos rotativos de trabajo (mañana, tarde y noche), lo cual esto representa que la exposición al calor sea percibida de diferente manera. Con respecto a los datos personales sobre edad, peso y estatura, está es información para el desarrollo del estudio.

**Cuestionario:** Consta de ocho preguntadas formuladas de manera objetiva para el desarrollo del estudio del estrés térmico en las jornadas laborales existentes de CEDAL S.A, por medio del software IBM SPSS, se analizó la estadística de fiabilidad de las preguntas realizadas a los 42 trabajadores de las áreas de fundición y extrusión, el cual nos da un valor de 0.837, de acuerdo con el método de consistencia interna basado en el alfa de Cronbach y el criterio general de los coeficientes alfa, menciona que si es mayor a 0,8 se define como: Bueno, y para una investigación básica se necesita por lo menos de 0,8 de fiabilidad [42]. Anexo 6.

**1. ¿Ud. Tiene conocimiento sobre el riesgo del estrés térmico por calor?**

Tabla No. 10 Pregunta 1.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	27	64,29
No	15	35,71
<b>Total</b>	42	100,00

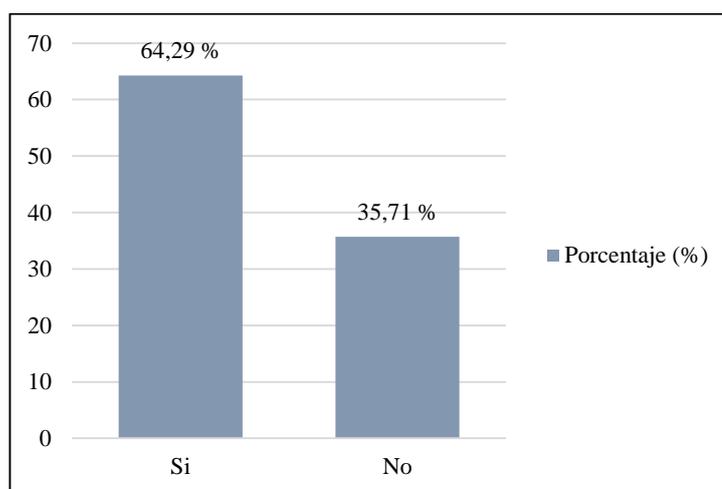


Figura No. 18 Encuesta pregunta 1

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** De acuerdo con la tabla No. 10 y la figura No 18, el 64,29 % de los trabajadores poseen conocimientos básicos sobre el riesgo del estrés térmico por calor, pues que han recibido capacitaciones sobre los riesgos laborales existente en sus puestos de trabajo.

**Interpretación:** La mayoría de los encuestados que poseen el conocimiento básico sobre este riesgo se encuentran en el área de fundición, no obstante, en el área de extrusión menos de la mitad no lo conocen, lo que existe un déficit de capacitación

con respecto a este tema por parte de la empresa y no están conscientes de los peligros del calor que pueden afectar a su salud.

**2. En general, ¿Ud. de qué forma percibe el ambiente en su puesto trabajo?**

Tabla No. 11 Pregunta 2.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy caliente	3	7,14
Caliente	28	66,67
Tibia	2	4,76
Ligeramente tibia	1	2,38
Neutra	3	7,14
Ligeramente fría	0	0,00
Fría	5	11,90
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100,00</b>

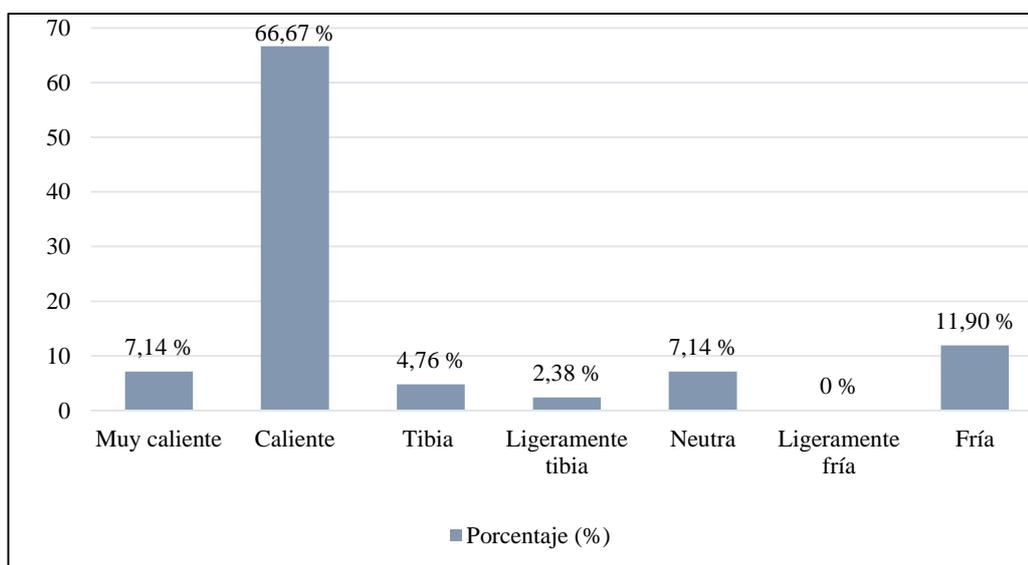


Figura No. 19 Encuesta pregunta 2.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** De acuerdo con la tabla No. 11 y la figura No. 19, la percepción de los trabajadores en su mayoría describe que su ambiente laboral es caliente con un 66,67 %, esto debido a sus altas temperaturas que se encuentran en las dos áreas, sin embargo, los resultados representativos con menor porcentaje están entre los ambientes; muy caliente, tibia, neutra y fría con un valor inferior al 12%, dependiendo de la actividad que estos estén ejerciendo.

**Interpretación:** Debido a que son tres turnos rotativos, los resultados de los trabajadores de los turnos de la mañana y de la tarde se asemejan con respecto a las

percepción de su ambiente laboral, en donde se encuentran trabajando sea en las prensas y/o hornos donde se emana calor y los trabajadores del turno de la noche contestan que su puesto de trabajo está en un ambiente frío y otros contestan que caliente, esto se debe a que en la noche la temperatura ambiente desciende tanto que influye en las áreas de fundición y extrusión provocando que algunos sientan frío.

**3. ¿Piensa Ud. Que al estar expuesto a un exceso de calor esté influye en su desempeño laboral?**

Tabla No. 12 Pregunta 3.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	36	85,71
No	6	14,29
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100,00</b>

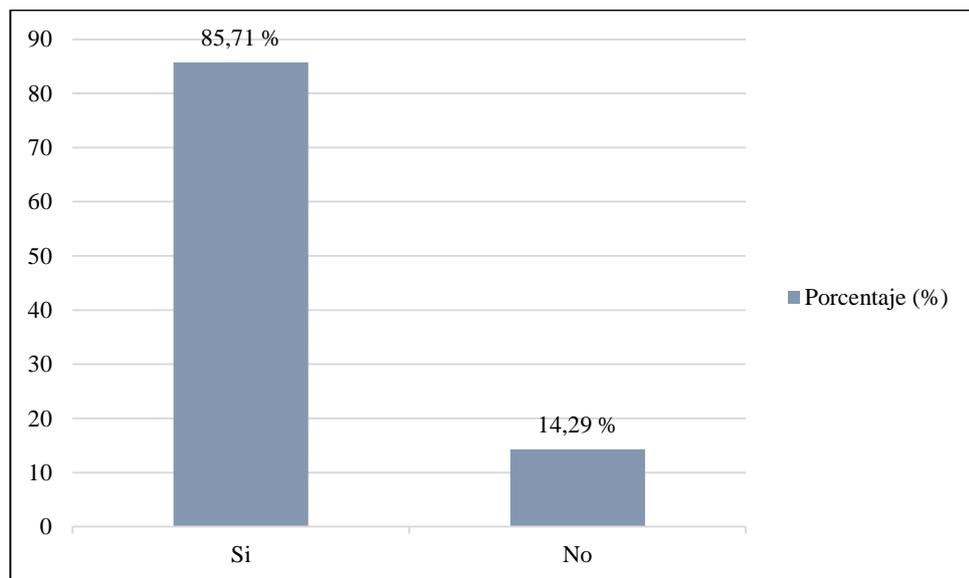


Figura No. 20 Encuesta pregunta 3.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** De acuerdo con la tabla No. 12 y la figura No. 20, se observa que la mayoría de los trabajadores con un 85,71 %, están de acuerdo que al estar expuesto al calor esto afecta en su desempeño, claramente el calor presenta molestias que a largo o media plazo se van ver reflejadas en su práctica diaria.

**Interpretación:** El 14,29 % de los trabajadores de las áreas de fundición y extrusión, acertadamente se están guiando por su horario de trabajo, como por ejemplo el turno de la noche donde la temperatura ambiente baja, esto retóricamente influye en su

ambiente de trabajo alterándolo y por este aspecto interrumpe de manera superficial su desempeño.

#### 4. ¿Cómo considera Ud. la actividad que realiza en su puesto de trabajo?

Tabla No. 13 Pregunta 4.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy pesada	2	4,76
Pesada	14	33,33
Ligeramente pesada	12	28,57
Normal	13	30,95
Ligeramente liviana	1	2,38
Liviana	0	0,00
Muy liviana	0	0,00
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100,00</b>

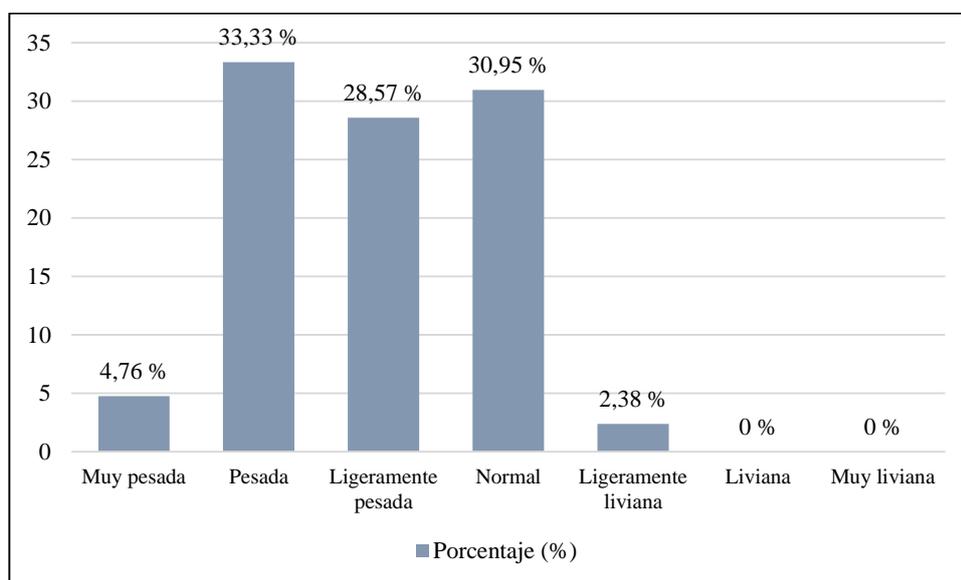


Figura No. 21 Encuesta pregunta 4.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** De acuerdo con los resultados obtenidos de las dos áreas los trabajadores consideran que un 33.33%, se encuentra realizando una actividad pesada dentro de sus asignaciones laborales.

**Interpretación:** Aquellos trabajadores que aseguran que sus actividades son pesadas o ligeramente pesadas se encuentran en el área de extrusión y fundición, esto puede deberse a varios factores como; la monotonía de su trabajo, la tensión predispuesta para que no exista ninguna tipo de falla en el proceso de producción, entre otros. Sin

embargo, en las dos áreas existe un lugar de hidratación para aquellos que estén sometidos a una actividad que conlleve mayor esfuerzo.

**5. ¿Piensa Ud. que la ropa que utiliza es la adecuada para evitar que la temperatura afecte a su salud?**

Tabla No. 14 Pregunta 5.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	25	59,52
No	17	40,48
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100,00</b>

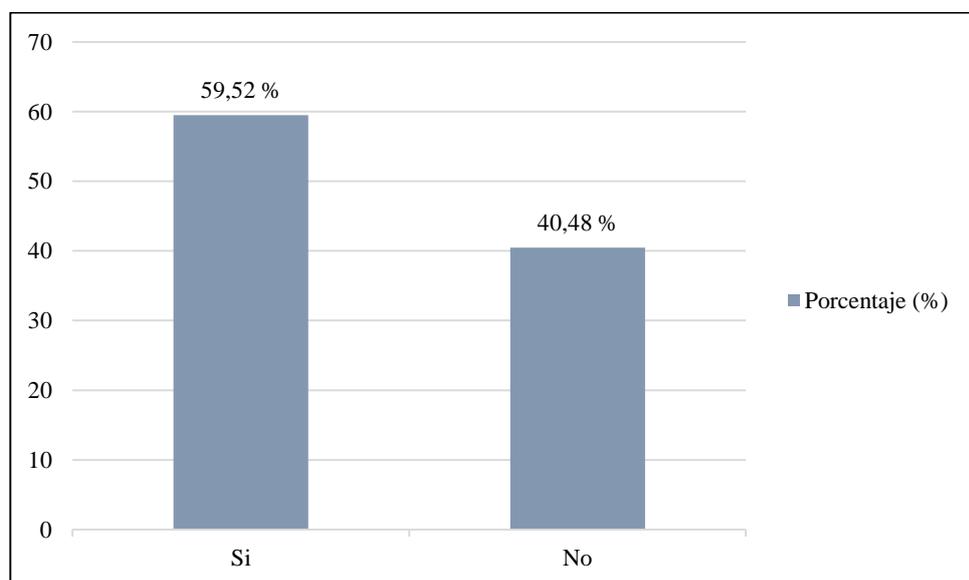


Figura No. 22 Encuesta pregunta 5.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** El 40,48 % de los trabajadores no está conforme con su vestimenta diaria en donde la exposición al calor está presente, por lo que en el presente estudio se resaltarán estos hechos negativos.

**Interpretación:** Los trabajadores utilizan vestimenta de material jean, por lo que son consistentes y duraderos, tanto en las dos áreas los trabajadores se sienten cómodos con su vestimenta, en algunos casos existen trabajadores que utilizan ropa o accesorios extras, especialmente en la noche utilizan ropa térmica debido a la temperatura ambiente disminuye.

## 6. ¿Desea Ud. que la temperatura de su área de trabajo esté?

Tabla No. 15 Pregunta 6.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Más Cálida	10	23,81
Igual	20	47,62
Fría	12	28,57
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100,00</b>

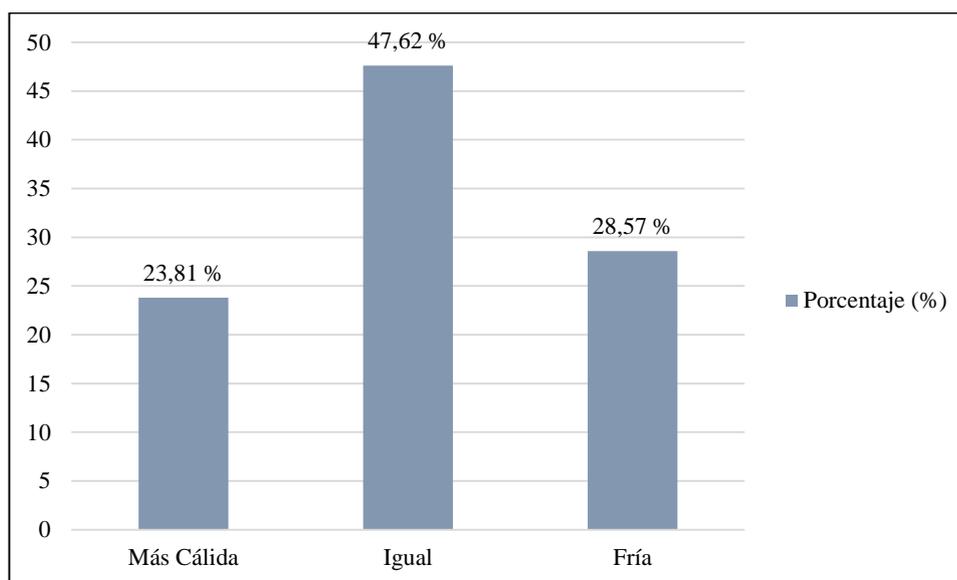


Figura No. 23 Encuesta pregunta 6.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** Se observa una variedad de preferencias sobre la temperatura que requieren en su puesto de trabajo, el 47,62 % de trabajadores desean mantener igual su ambiente laboral, puesto que muchos de ellos están acostumbrados por los años que se encuentran trabajando en CEDAL.

**Interpretación:** Un factor importante para esta pregunta, es el turno de trabajo en donde se encuentre el encuestado, por ejemplo los resultados obtenidos del área de extrusión en el turno de la noche la mayoría contestó que quiere su ambiente laboral más cálido, en el área de fundición con el mismo turno la mayoría contestó que permanezca igual, esto debido a las bajas temperaturas de la noche y los turnos de la mañana y de la tarde, presentan un interés en disminuir la temperatura de su ambiente laboral por el exceso de calor.

## 7. ¿Ud. Cree que está sometido a estrés térmico en su jornada laboral?

Tabla No. 16 Pregunta 7.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	32	76,19
No	10	23,81
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100,00</b>

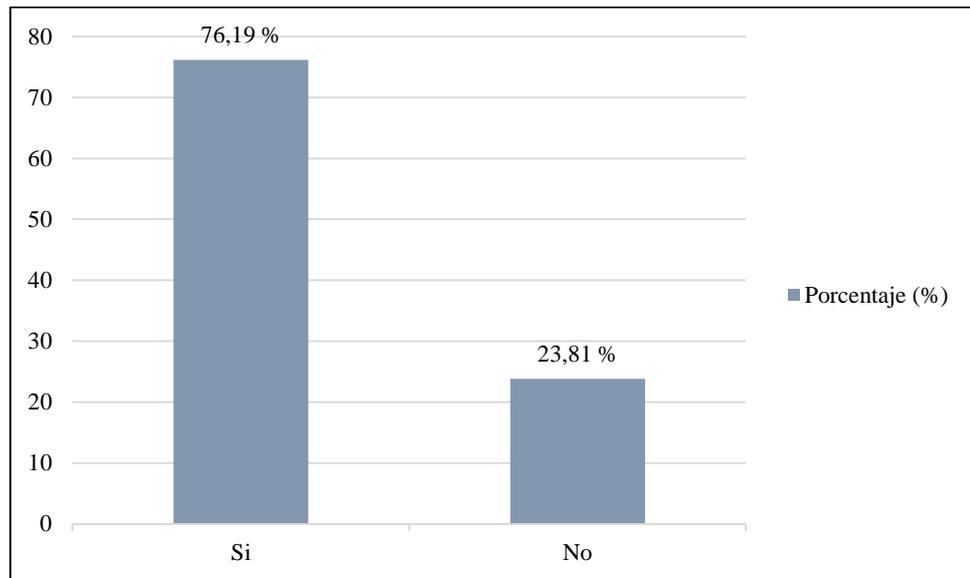


Figura No. 24 Encuesta pregunta 7.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** De acuerdo con la tabla No. 16 y figura No. 24, se observa que solo el 23,81% de los trabajadores expone que no están sometidos al riesgo por estrés térmico, esto quiere decir, que la mayoría representa una problemática sobre este riesgo laboral, ya que muchos se encuentran cerca de prensas y/o hornos.

**Interpretación:** La existencia de calor en las áreas de fundición y extrusión es notable, tanto que influyen los factores como la vestimenta, la actividad que realiza el trabajador, temperatura ambiente, entre otros. Por ello se aplica una metodología correspondiente al ambiente laboral observado, analizando cada puesto de trabajo, midiendo la incidencia en cada área, comparar con estándares y proponiendo soluciones adecuadas.

**8. ¿Durante su jornada laboral Ud. hace uso de los EPP (equipos de protección personal) para trabajar con temperaturas elevadas?**

Tabla No. 17 Pregunta 8.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	39	92,86
No	3	7,14
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100,00</b>

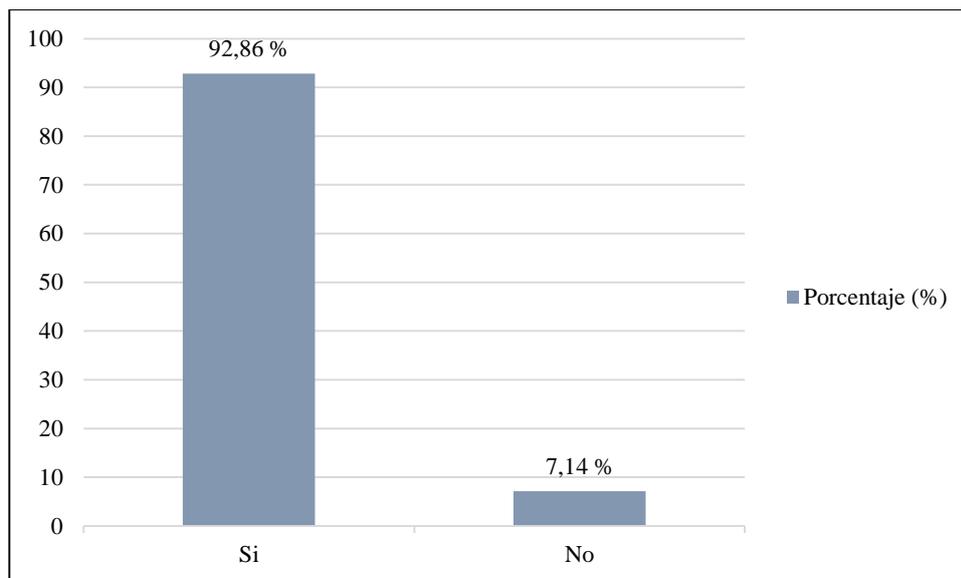


Figura No. 25 Encuesta pregunta 8.

(Elaborado por): Investigador.

**Análisis:** Se observa que el 92,86% de los trabajadores utilizan siempre los EPP's, como mérito de una buena gestión empresarial de CEDAL, que se preocupa y cuida a su personal operativo.

**Interpretación:** La empresa por medio de un plan de control y seguimiento mantiene en buen estado los EPP's, capacitando a los trabajadores en el uso adecuado y recordándoles la responsabilidad propia de estos accesorios, para que así puedan desarrollar sus actividades diarias.

#### **4.4.4 Entrevista**

Conformada de siete preguntas esenciales sobre el riesgo de estrés térmico y aspectos relevantes para dicho estudio, se realiza al Asistente de Calidad.

**Dirigida a:** Ing. Edison Yáñez

**1. ¿La empresa ha realizado una autoevaluación sobre la prevención de riesgos en todas sus áreas de producción?**

Se considera que el reglamento interno de seguridad es renovado cada dos años, pues que para hacerlo debe realizarse una matriz de identificación de riesgos, en el presente año dicho requisito se lo realizará.

**Interpretación:** Al estar previo a la fecha de renovación del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene para todas las áreas de producción de CEDAL, se estima que las autoevaluaciones de los riesgos, no consta con una documentación al día, lo cual crea una vulnerabilidad en el riesgo de estrés térmico por calor.

**2. ¿En la empresa se ha realizado una evaluación del riesgo por estrés térmico?**

Si se ha realizado por un pasante de la Universidad Técnica de Cotopaxi, hace unos cinco a seis meses.

**Interpretación:** Dicho estudio mencionado no consta de un análisis en el área de fundición, no obstante, la realización en el área de extrusión carece de metodología y de comparaciones con normas propias para este riesgo.

**3. ¿La empresa ha recibido algún tipo de queja o inconformidad de algún trabajador de las áreas de fundición o extrusión, respecto a las elevadas temperaturas de su puesto de trabajo?**

Al momento no existe una queja formal por parte de los trabajadores, sin embargo por comentarios de los trabajadores hace unos años atrás un trabajador ha sufrido un golpe de calor en el área de fundición.

**Interpretación:** Por este mismo aspecto se debe realizar dicho estudio para determinar las causas en las que se encuentran estas áreas, para así evitar un imprevisto y evitar posibles accidentes o enfermedades profesionales.

**4. ¿Se han realizado mediciones de temperatura en las áreas de fundición y extrusión en los puestos de trabajos con equipos calibrados y certificados?**

Como antes mencionado si se han realizado mediciones sobre estrés térmico pero no en todas sus áreas y no hay certeza de que haya sido con equipos calibrados.

**Interpretación:** No se ha realizado mediciones sobre estrés térmico en el área de fundición, no obstante, no hay constancia de que los equipos hayan estado calibrados y/o certificados.

**5. ¿Se han realizado capacitaciones sobre los riesgos físicos y los problemas que estos pueden ocasionar a los trabajadores?**

Anteriormente si se han realizado capacitaciones, en lo que queda de este año se están programando futuras citas para instruirlos.

**Interpretación:** Se debe capacitar a los trabajadores con respecto a todos los riesgos laborales.

**6. ¿La empresa controla y dispone del uso de los EPP's (equipos de protección personal), obligatorios en las áreas de fundición y extrusión con respecto a la exposición al calor?**

Si la empresa regula, controla y brinda los EPP's de manera general, también se les da la responsabilidad a los trabajadores de cuidar sus pertenencias en sus horarios de trabajo.

**Interpretación:** Al referirse de manera general en sus tres turnos laborales, los trabajadores utilizan su EPP's y al final de cada jornada son entregados y revisados por parte del supervisor de cada área, no obstante, los trabajadores que están expuestos a zonas más calurosas no utilizan los EPP's adecuados con respecto a la exposición al calor.

**7. ¿En la empresa se ha realizado algún tipo de estudio acerca de la vestimenta para los trabajadores con respecto a la exposición al calor?**

Con respecto a la exposición al calor no se ha realizado ningún tipo de estudio.

**Interpretación:** Se debe realizar un estudio inmediato para dar resultados sobre la ropa adecuada que deberían usar los trabajadores que están expuestos a la exposición por calor.

## 4.5 Interpretación general de las técnicas de observación

Tabla No. 18 Interpretación general de las técnicas de observación

	<b>Lista de Control</b>	<b>Encuestas</b>	<b>Entrevista</b>
<b>Falencias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escases de capacitaciones sobre la prevención de enfermedades con respecto al calor.</li> <li>- Falta de conocimiento por ingerir sustancias tóxicas con riesgo de enfermedad y peligrosidad laboral.</li> <li>- Falta de monitoreo acerca de temperatura y humedad con respecto al ambiente y al individuo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Percepción del ambiente de trabajo caliente.</li> <li>- Bajo desempeño laboral por influencia del calor.</li> <li>- Mayoría de los trabajadores considera que está sometido a estrés térmico por calor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autoevaluación de prevención de riesgos físicos desactualizada.</li> <li>- Medición del riesgo de estrés térmico con equipos no calibrados.</li> </ul>
<b>Requerimientos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitaciones sobre la prevención de enfermedades con respecto a calor y otros riesgos físicos (semestral).</li> <li>- Capacitaciones por ingerir sustancias dañinas y las consecuencias que tiene (semestral).</li> <li>- Monitorear con equipos certificados y calibrados sobre todo variable ambiente que interactúa con el individuo (semestral o anual).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proponer alternativas para disminuir el ambiente laboral caliente.</li> <li>- Generar descansos y rotar el personal.</li> <li>- Medir el riesgo del estrés térmico con equipos calibrados y certificados (anual).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante el departamento de Seguridad Industrial evaluar los riesgos físicos existente en cada área de trabajo (semestral o anual).</li> </ul>

Con respecto a este estudio se considera necesario la medición del riesgo de estrés térmico por calor, de acuerdo al análisis de resultados expresado por las técnicas de observación que se muestran en la Tabla No. 18.

#### **4.6 Evaluación del ambiente térmico.**

Se aplica la metodología propuesta por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales tipificada en la NTP 922 “Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I)” [26]. Dicha metodología está conformada por la Norma UNE-EN ISO 7730:2006 Ergonomía del ambiente térmico: “Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV Y PPD y los criterios de bienestar térmico local” [37], y la Norma UNE EN 27243 Ambientes Calurosos: “Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT” [32].

##### **4.6.1 Estimación de la resistencia térmica de la vestimenta**

Se utiliza el software DeltaLog10, como apoyo fundamental para estimar el aislamiento térmico de la ropa y otros factores importantes, pues por este medio la resistencia térmica de la indumentaria, es analizada de forma individual desglosando cada prenda que el trabajador este usando, como datos obtenidos por los mismos, las Tablas No. 19, 20 y 21, indican la resistencia térmica de los trabajadores en la unidad  $I_{clo}$ .

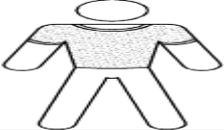
Con respecto a la figura No. 26, representa el uso de la vestimenta en los turnos de la mañana y de la tarde, que corresponden a las áreas de fundición y extrusión.



Figura No. 26 Vestimenta del trabajador.

Fuente: CEDAL S.A.

Tabla No. 19 Resistencia Térmica de la indumentaria (Mañana y Tarde) [43].

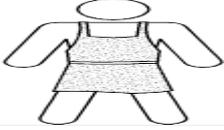
<b>Resistencia Térmica de la Indumentaria</b>				
<b>(Ropa individual) – Turno mañana y tarde</b>				
<b>Figura</b>	<b>Prenda</b>	<b>Descripción</b>	<b><math>I_{clo}</math></b>	<b><math>m^2 \cdot \frac{K}{W}</math></b>
	Íntimo calzoncillos de pierna corta	Algodón	0,04	0,0062
	Medias gruesas hasta la pantorrilla	Poliamida	0,11	0,01705
	Pantalón recto, largo	Algodón, poliéster	0,26	0,0403
	Íntimo de punto, camiseta	Algodón	0,10	0,0155
	Chaqueta de trabajo	Algodón, poliéster	0,26	0,0403
	Zapatos Industriales	—	0,05	0,00775
	Guantes Gruesos	Poliamida	0,08	0,0124
<b>TOTAL</b>			<b>0,90</b>	<b>0,1395</b>

(Elaborado por): Investigador.

Fuente: Software DeltaLog10.

No obstante, en el área de fundición existen tres personas específicamente: operador de puertas, especialista y operador de montacargas, que utilizan un prenda más la cual es sumada al valor encontrado anteriormente, se indica en la tabla No. 20, el valor de la resistencia térmica para aquellas personas.

Tabla No. 20 Resistencia térmica de la ropa adicional en el área de fundición

<b>Resistencia Térmica de la Indumentaria</b>				
<b>(Ropa individual)</b>				
<b>Figura</b>	<b>Prenda</b>	<b>Descripción</b>	<b><math>I_{clo}</math></b>	<b><math>m^2 \cdot \frac{K}{W}</math></b>
	Delantal hasta las rodillas	—	0,12	0,0186
		<b>TOTAL</b>	<b>1,02</b>	<b>0,1581</b>

(Elaborado por): Investigador.

Fuente: Software DeltaLog10.

Con respecto a la figura No. 27, representa el uso de la vestimenta para el turno de la noche, que corresponde a las áreas de fundición y extrusión.

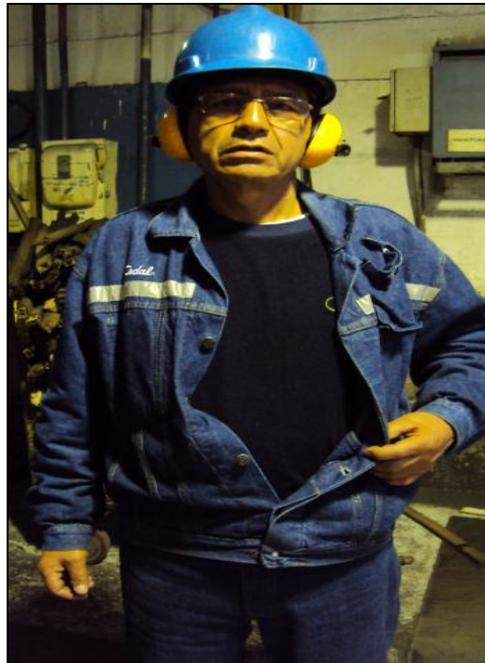
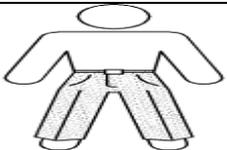
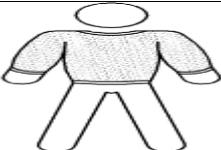
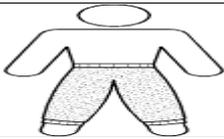
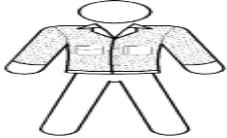
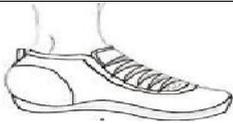


Figura No. 27 Vestimenta del trabajador en la noche.

Fuente: CEDAL S.A.

Tabla No. 21 Resistencia térmica de la indumentaria en la noche

<b>Resistencia Térmica de la Indumentaria</b>				
<b>(Ropa individual – Turno Noche)</b>				
<b>Figura</b>	<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>	<b><math>I_{clo}</math></b>	<b><math>m^2 \cdot \frac{K}{W}</math></b>
	Íntimo calzoncillos de pierna corta	Algodón	0,04	0,0062
	Medias gruesas hasta la pantorrilla	Poliamida	0,11	0,01705
	Pantalón recto, largo	Algodón, poliéster	0,26	0,0403
	Íntimo de punto, camiseta	Algodón	0,10	0,0155
	Jersey manga larga, cuello redondo	85% Lana, 15% Nilón	0,36	0,0558
	Pantalón	Poliamida, poliéster	0,32	0,0496
	Chaqueta de trabajo	Algodón, poliéster	0,26	0,0403
	Zapatos Industriales	—	0,05	0,00775
	Guantes Gruesos	Poliamida	0,08	0,0124
<b>TOTAL</b>			<b>1,58</b>	<b>0,2449</b>

(Elaborado por): Investigador.

Fuente: Software DeltaLog10.

De igual manera para el turno de la noche en el área de fundición, aquellas personas específicamente: operador de puertas, especialista y operador de montacargas, utilizan una prenda más la cual se indica en la Tabla No. 20, esta es sumada al valor encontrado anteriormente, dando un valor de 1,7 clo, se indica en la figura No. 28. En el Anexo 7 se muestra la indumentaria desglosada de las jornadas laborales de acuerdo con el software DeltaLog 10.

De acuerdo con la NTP 922, menciona que si cumplen los trabajadores con el tipo de vestimenta expuesto a continuación; necesariamente se debe realizar una monitorización del riesgo de sobrecarga térmica, lo que conlleva a monitorear signos y síntomas de los trabajadores, ya que la ropa disminuye significativamente la pérdida de calor [26].

- La ropa supone una barrera para el paso de vapor de agua o del aire a través de ella.
- Se trata de un traje hermético (p.e traje protección frente al riesgo químico).
- La indumentaria de trabajo está constituida de múltiples capas de ropa.

The screenshot shows the 'Indumentaria' (Clothing) section of the DeltaLog 10 software. It features a tree view of clothing items on the left, a central human figure, and a list of items with their thermal resistance values on the right. Summary statistics are displayed at the bottom and right.

**Indumentaria** **Actividades**

**Composición indumentaria**

- Ropa individual
- Indumentaria de trabajo
- Ropa en detalle
- Indumentaria diaria

**Parámetro agregado - Indumentaria**

[Descripción]

Resistencia térmica [Valor] clo

0,04 = Intimo calzoncillos, pie  
 0,11 = Varias medias gruesas  
 0,26 = Pantalones rectos, larg  
 0,10 = Intimo de punto camise  
 0,26 = Chaquetas, chaleco, de  
 0,05 = Varias zapatos  
 0,08 = Varias guantes gruesos  
 0,12 = Varias delantal hasta la  
 0,36 = Jerseys manga larga, c  
 0,32 = Pantalones de aislamie

**Tipo: Aislamiento térmico**  
 Cubierta: 44 %  
 Composición: poliéster, poliamida  
 Resistencia térmica: 0,32 CLO

**Resistencia térmica: 1,7 CLO**  
 0 <= clo <= 2  
 0,2635 m2C/W  
 0 <= m2C/W <= 0,31

**Tabla resumida**

Resistencia térmica  
 1,7 clo  
 0 <= clo <= 2  
 0,2635 m2C/W  
 0 <= m2C/W <= 0,31  
 Pone a cero

**Energía térmica metabólica**  
 0 met  
 0,8 <= met <= 4  
 0 W/m2  
 46,52 <= m2C/W <= 232,6  
 Rendimiento mecánico  
 0 %  
 0 <= % <= 25  
 Pone a cero

Figura No. 28 Aislamiento de la indumentaria para los trabajadores del turno de las noches: específicos 3 personas en fundición.

Como se observa en la figura No. 26, la indumentaria de los trabajadores está constituida de material algodón, lo cual permite la circulación de aire y la evaporación de sudor, pues esto no rige a los tres aspectos nombrados anteriormente, y así se da cumplimiento al primer ítem de análisis de la evaluación de riesgos de la ACGIH, ya

que los trabajadores de los turnos de la mañana y tarde se encuentran en el rango que indica la Norma UNE-EN ISO 7730, de ropa normal o ligera:

$$0.6 < I_{cl} < 1.4 \text{ clo} \quad (16)$$

No obstante en la figura No. 26, los trabajadores del turno de la noche se encuentran con una influencia de vestimenta denominada pesada a partir del  $I_{cl} = 1.5$ , que menciona la NTP 74: Confort térmico – Método Fanger para su evaluación [44]. Se considera que por el descenso de la temperatura ambiente en dicho turno, el valor de la indumentaria no representa un problema para continuar con el estudio, debido a que un gran porcentaje de los trabajadores expresan que la temperatura de la zona de trabajo esté más cálida, esto solo ocurre por la noche.

#### **4.6.2 Cálculo del índice WBGT**

Por medio del método que brinda la Norma UNE-EN ISO 27243, se expresa una evaluación de estrés térmico a la que un individuo está expuesto a un ambiente caluroso y permite un diagnóstico breve, esto se aplica en un efecto medio de calor sobre el individuo en un periodo de tiempo de su actividad, no obstante, no se aplica para periodos muy cortos y para ambientes calurosos que están próximos a zonas de confort.

Brevemente se define que un individuo que está sometido a estrés térmico, cuando depende de la actividad física que realice, el cual genera una producción interna de calor y también de las características del ambiente a las que está expuesto en donde interfieren con la transferencia de calor externa e interna. La carga térmica interna se debe a la energía metabólica provocada por la actividad [32].

Como antes se mencionó la influencia del ambiente sobre el estrés térmico, requiere cuatro conocimientos básicos: temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad absoluta.

Este índice combina dos parámetros derivados que son: temperatura húmeda natural ( $t_{nw}$ ) y temperatura de globo ( $t_g$ ), y en algunos casos se adoptan también parámetros básicos como la temperatura del aire ( $t_a$ ), pertenece a la temperatura de bulbo seco, expresado anteriormente por las ecuaciones (2) y (3).

Cuando los parámetros de temperatura no son homogéneos en el puesto de trabajo se adopta la medición del índice WBGT a nivel de cabeza, abdomen y tobillos. Las medidas deben realizarse simultáneamente y de la siguiente manera: 0.1 m, 1.1 m y 1.7 m del suelo, respectivamente, para aquellos trabajadores que estén de pie y para aquellos que se encuentren sentados 0.1 m, 0.6 m y 1.1 m del suelo.

Los tres índices ponderados, se aplican a en la siguiente ecuación (5), la cual expresa el valor medio del índice WBGT.

$$WBGT = \frac{WBGT_{Cabeza} + (2 * WBGT_{Abdomen}) + WBGT_{Tobillos}}{4} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (17)$$

El índice hallado, es el resultado de las características del ambiente de trabajo, el cual no debe sobrepasar un cierto valor límite, que depende del calor metabólico que es generado durante el trabajo, como se indica en la figura No 29.

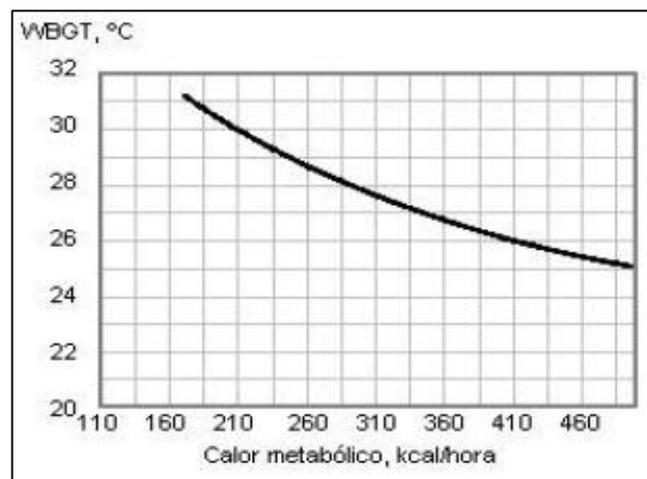


Figura No. 29 Valores límite del índice WBGT.

Fuente: NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico

#### 4.7 Medida o estimación de la energía metabólica.

Un elemento de estrés térmico es la cantidad de calor producida en el interior del cuerpo, el cual es esencial determinarla para así evaluarla. El consumo metabólico indica la cantidad de energía consumida dentro de un cuerpo, no obstante, se puede determinar de la siguiente manera.

- Ya sea por la medida del consumo de oxígeno del trabajador.
- O por la estimación a partir de tablas de referencia.

Debido a la naturaleza del índice WBGT es suficiente estimar el consumo metabólico por medio de tablas de referencia, Anexo 8, pues se establece que los trabajadores de CEDAL se encuentran en clase 2, debido a que sus actividades están; al trabajar con manos y brazos, manejo de material pesado por medio de montacargas, recogida de chatarra, entre otros; como se indica en la tabla No. 22.

Tabla No. 22 Clasificación de los niveles de consumo metabólico - Clase 2 [32].

Clase	Rango de consumo metabólico, M		Valor a ser usado para el cálculo del consumo de oxígeno medio		Ejemplos
	Relativo a un área superficial de piel unidad $W/m^2$	Para un área superficial de piel media de 1,8 $m^2$ $W$	$W/m^2$	$W$	
0 Descanso	$M \leq 65$	$M \leq 117$	65	117	Descanso
1 Consumo metabólico bajo	$65 < M \leq 130$	$117 < M \leq 234$	100	180	Sentado cómodamente: trabajo manual ligero (escribir, escribir a máquina, dibujar, coser, contabilidad); trabajo con manos y brazos (banco pequeño de herramientas, inspección, reunión o clasificación de materiales ligeros); trabajos con brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, operar con interruptores de pie o pedal) Estar de pie; taladrar (pequeñas partes); máquinas de moler (pequeñas partes); bobinado de bobinas; bobinado de pequeñas herramientas; trabajo con herramientas de baja potencia, pasos ocasionales (velocidad hasta 3,5 km/h)

2	Consumo metabólico moderado	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	165	297	Trabajo se sostenimiento con manos y brazos (martilleado, rellenado); trabajo con brazos y piernas (camiones, tractores o equipo de construcción); trabajos con brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, ensamblaje de tractores, enyesar, manejo manual de material moderadamente pesado, escardar, manejo de azada, seleccionar frutas o verduras); empujar o tirar carreteras o carretillas cargadas con pesos ligeros; caminar a una velocidad de 3,5 km/h a 5,5 km/h; forjar
---	-----------------------------	--------------------	--------------------	-----	-----	---

#### 4.8 Protocolo de medición para el estrés térmico

##### 4.8.1 Estrategia de medición

Se adopta la estrategia de medición empleada por la NTP 387: Evaluación de las condiciones de trabajo [45], la cual tiene relación con la ISO 27234:1995, debido a que las dos expresan la evaluación al mismo factor de riesgo, con la similitud de condiciones térmicas que depende del efecto combinado de la temperatura del aire, humedad, velocidad del aire, carga de trabajo y la indumentaria (ropa).

##### 4.8.2 Equipo de medición

Para el riesgo de estrés térmico se muestran los equipos utilizados para la medición y sus características en la tabla No 23. En el Anexo 9, se muestra el documento de calibración del Equipo 1 – Sper Scientific.

##### 4.8.3 Horarios de medición

De acuerdo con las tres jornadas laborales que existe en CEDAL S.A, se establece que en el primer turno (Turno 1), de 07:00 am a 15:00 pm, se realizan las mediciones de 11:30 am a 12:30 pm. En el segundo turno (Turno 2), de 15:00 pm a 23:00 pm, se realizan las mediciones de 16:00 a 17:00 pm. En el tercer turno (Turno 3), de 23:00 pm a 07:00 am, se realizan las mediciones de 01:30 a 02:30 am.

Tabla No. 23 Características de los equipos de medición

Características		Equipo 1	Equipo 2
Imagen			
Marca		Sper Scientific	Delta Ohm
Modelo		HMP 133	HD
Serie		800036	32.2
Temperatura de operación		-	-5 a 50 °C
Temperatura del aire	Exactitud	± 0.6 °C	-40 a 100 °C
	Rango	0° a 50 °C	± 0.1 °C
Temperatura del globo	Resolución	0.1°C/F	0.1 °C
	Exactitud	± 2 °C (15° a 35 °C)	-
	Rango	0° a 80 °C	-10 a 100 °C
Velocidad del aire	Exactitud	-	0.05 a 10 m/s
	Rango	-	± 0.5 m/s
Humedad Relativa (RH)	Exactitud	± 3% RH (10 a 90 % RH)  Otherwise ± 5% RH	± 2% RH (15 a 90 % RH)  Otherwise ± 2.5% RH
	Rango	0 a 100 % RH	5 a 98 % RH
	Resolución	0.1% RH	0.1% RH
WBGT	Exactitud	± 2°C Indoor 3°C Outdoor (-15° a 40°C)  Otherwise ± 2.5°C Indoor 3.5°C Outdoor	-
	Rango	0° a 50°C	-
	Resolución	0.1°C/F	-
Vigencia de calibración		ACTIVA	NO ACTIVA
Costo		\$ 160	-

#### **4.8.4 Número y duración de mediciones**

En el área de fundición se toma 5 mediciones por cada turno y en el área de extrusión se toma 9 mediciones por cada turno, se obtiene un promedio por cada medición de acuerdo a las tres posiciones de medición tomadas.

La duración de cada medida es aproximadamente de 2 minutos y se realiza 3 mediciones pasando 30 minutos, estas mediciones son realizadas en época de verano y en días aleatorios, que representen mayor concentración de calor.

#### **4.9 Carta Psicométrica**

Es un diagrama de doble entrada, en que se relacionan múltiples parámetros donde se encuentran todas las propiedades del aire como son: humedad relativa, volumen, presión, entre otras. Se utilizan básicamente para determinar las propiedades con el cambio de la humedad presente en el aire [46].

Para esta investigación se requiere de su uso, debido a que el equipo Sper Scientific no brinda el valor de temperatura húmeda natural, cabe recalcar, que el equipo hace un cálculo interno de dicho factor el cual no es mostrado, no obstante, el equipo ya muestra como resultado final y el que es de interés el índice WBGT, sin embargo por criterio técnico se adopta esta medida, para hallar así la temperatura húmeda natural, utilizando la temperatura seca o del aire y la humedad relativa. Anexo 10.

#### **4.10 Registro de mediciones**

A continuación, se muestra en las tablas No. 24 y 25, dos ejemplos de los registros de mediciones con el valor final del índice WBGT, ya sea en las áreas de fundición como de extrusión, no obstante, se recalca que el índice Iclo de la resistencia térmica de la indumentaria en diferente en algunos casos y también el turno laboral, pero lo cual es notario. Las mediciones restantes de fundición y extrusión se muestran en los Anexos 11 y 12, respectivamente.

Tabla No. 24 Operador de puertas - Fundición

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de puertas	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,02	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	X̄ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:00	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	15,2	15,7	15,8	45,2	15,1	0,3	
2	16:30		15,3	15,5	15,6	46,0	15,3	0,2	
3	17:00		14,7	14,8	15,2	46,6	15,5	0,3	
1	16:00	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	27,7	28,1	28,5	83,4	27,8	0,4	
2	16:30		27,8	28,4	28,2	84,9	28,3	0,3	
3	17:00		27,9	28,4	28,3	85,0	28,3	0,3	
1	16:00	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	28,1	28,5	28,6	82,9	27,6	0,3	
2	16:30		27,7	28,2	28,1	84,3	28,1	0,3	
3	17:00		27,1	27,6	27,9	84,6	28,2	0,4	
1	16:00	Medida global WBGT °C	19,0	19,4	19,6	56,7	18,9	0,3	
2	16:30		19,1	19,4	19,4	57,7	19,2	0,2	
3	17:00		18,7	18,9	19,1	58,1	19,4	0,2	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>19,18</b>		

Tabla No. 25 Operador de prensa – Extrusión

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR						
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yánez	
Puesto de trabajo: Operador de prensa	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado
DATOS DE MEDICIÓN								
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores		
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	$\bar{X}$ (°C)	Incerti. (±)
1	16:00	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,2	13,4	13,8	39,9	13,3	0,3
2	16:30		13,4	13,6	14,0	40,4	13,5	0,3
3	17:00		13,3	13,4	13,9	41,7	13,9	0,3
1	16:00	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	23,9	24,1	24,6	72,0	24,0	0,4
2	16:30		24,2	24,5	25,3	73,2	24,4	0,6
3	17:00		23,9	24,6	24,8	74,7	24,9	0,5
1	16:00	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	23,9	24,2	24,5	71,9	24,0	0,3
2	16:30		24,1	24,5	25,1	73,0	24,3	0,5
3	17:00		23,9	24,3	24,9	74,5	24,8	0,5
1	16:00	Medida global WBGT °C	16,4	16,6	17,0	49,5	16,5	0,3
2	16:30		16,6	16,9	17,4	50,2	16,7	0,4
3	17:00		16,5	16,8	17,2	51,6	17,2	0,3
ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT							16,80	

#### 4.11 Análisis de resultados de estrés térmico en las áreas de fundición y extrusión

En la tabla No. 26 y 27, se indica el resumen del registro de mediciones del índice WBGT, de las tres jornadas laborales de CEDAL S.A.

Tabla No. 26 Resultados de las mediciones de estrés térmico - Fundición

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR					
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edisson Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez	
Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Época: Verano	Fecha: 04/10/2017		
RESULTADOS DE MEDICIONES							
N°	Turno	Puesto de trabajo	Vestido (Clo)	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> )	Índice WBGT (°C)	Dosis de exposición	Nivel de riesgo
1	1	Operador de puertas	1,02	165	17,97	0,64	Medio
2		Especialista	1,02	165	18,10	0,65	Medio
3		Operador de sierra loma	0,90	165	17,46	0,62	Medio
4		Operador de montacargas	1,02	165	17,50	0,63	Medio
5		Supervisor	0,90	165	16,92	0,60	Medio
6	2	Operador de puertas	1,02	165	19,18	0,69	Medio
7		Especialista	1,02	165	21,34	0,76	Medio
8		Operador de sierra loma	0,90	165	17,85	0,64	Medio
9		Operador de montacargas	1,02	165	18,74	0,67	Medio
10		Supervisor	0,90	165	17,63	0,63	Medio
11	3	Operador de puertas	1,70	165	14,63	0,52	Medio
12		Especialista	1,70	165	18,72	0,67	Medio
13		Operador de sierra loma	1,58	165	14,92	0,53	Medio
14		Operador de montacargas	1,70	165	23,47	0,84	Medio
15		Supervisor	1,58	165	12,70	0,45	Bajo

Como se observa en la tabla No. 26, correspondiente al área de fundición, los valores obtenidos se encuentran entre:  $12,70\text{ °C} \leq \text{índice WBGT} \leq 23,47\text{ °C}$  y de acuerdo con los valores de referencia por la norma UNE-EN 27243, que se indica en la Tabla No. 1, se deduce que con el consumo metabólico estimado, se encuentra en clase dos, lo

que muestra un valor permisible de 28 °C para personas aclimatadas al calor, lo cual se concluye que esta área NO EXISTE ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR.

Tabla No. 27 Resultados de las mediciones de estrés térmico - Extrusión

		<b>REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR</b>					
		<b>Elaborado por:</b> Investigador		<b>Revisado por:</b> Ing. Edison Jordán		<b>Aprobado por:</b> Ing. Edison Yáñez	
<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Época:</b> Verano	<b>Fecha:</b> 04/10/2017		
<b>RESULTADOS DE MEDICIONES</b>							
<b>N°</b>	<b>Turno</b>	<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Vestido (Clo)</b>	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Índice WBGT (°C)</b>	<b>Dosis de exposición</b>	<b>Nivel de riesgo</b>
1	1	Operador de prensa	0,90	165	18,85	0,67	Medio
2		Ayudante de prensa	0,90	165	17,82	0,64	Medio
3		Operador de estiradora móvil	0,90	165	18,86	0,67	Medio
4		Operador de estiradora fija	0,90	165	17,71	0,63	Medio
5		Supervisor	0,90	165	16,86	0,60	Medio
6		Operador de sierra	0,90	165	18,02	0,64	Medio
7		Ayudante de sierra 1	0,90	165	17,14	0,61	Medio
8		Ayudante de sierra 2	0,90	165	17,54	0,63	Medio
9		Operador de montacargas	0,90	165	17,95	0,64	Medio
10	2	Operador de prensa	0,90	165	16,80	0,60	Medio
11		Ayudante de prensa	0,90	165	17,19	0,61	Medio
12		Operador de estiradora móvil	0,90	165	18,87	0,67	Medio
13		Operador de estiradora fija	0,90	165	18,32	0,65	Medio
14		Supervisor	0,90	165	16,67	0,60	Medio
15		Operador de sierra	0,90	165	18,09	0,65	Medio
16		Ayudante de sierra 1	0,90	165	17,81	0,64	Medio
17		Ayudante de sierra 2	0,90	165	17,40	0,62	Medio
18		Operador de montacargas	0,90	165	17,77	0,63	Medio
19	3	Operador de prensa	1,58	165	16,16	0,58	Medio
20		Ayudante de prensa	1,58	165	16,92	0,60	Medio
21		Operador de estiradora móvil	1,58	165	13,59	0,49	Bajo
22		Operador de estiradora fija	1,58	165	13,69	0,49	Bajo
23		Supervisor	1,58	165	14,05	0,50	Medio
24		Operador de sierra	1,58	165	14,24	0,51	Medio
25		Ayudante de sierra 1	1,58	165	14,47	0,52	Medio
26		Ayudante de sierra 2	1,58	165	14,18	0,51	Medio
27		Operador de montacargas	1,58	165	14,65	0,52	Medio

Como se observa en la tabla No. 27, correspondiente al área de extrusión, los valores obtenidos se encuentran entre:  $13,59\text{ °C} \leq \text{índice WBGT} \leq 18,87\text{ °C}$  y de acuerdo con los valores de referencia por la norma UNE-EN 27243, que se indica en la Tabla No. 1, se deduce que con el consumo metabólico estimado, se encuentra en clase dos, lo que muestra un valor permisible de  $28\text{ °C}$  para personas aclimatadas al calor, lo cual se concluye que esta área NO EXISTE ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR.

#### 4.12 Cálculos de confort térmico

Se hace mención al equilibrio térmico global del cuerpo, la cual es percibida por el humano, pues depende de la actividad física y la ropa o vestimenta de las personas; así como también parámetros ambientales como: Temperatura radiante media, temperatura del aire, velocidad del aire y la humedad relativa.

##### 4.12.1 Cálculo de la temperatura radiante media ( $\bar{t}_r$ )

Se define como la temperatura uniforme de un lugar ficticio, que interactúa con el hombre en un intercambio, el cual produzca la misma pérdida de calor radiante, como en un ambiente real [47].

De manera habitual se utiliza una ecuación sencilla para hallarla, la cual es:

$$\bar{t}_r = t_g + 1,9\sqrt{v_a \cdot (t_g - t_a)} \text{ [°C]} \quad (18)$$

No obstante, en las mediciones ya realizadas en los cálculos de estrés térmico, notamos que la velocidad del aire en cierto casos su valor es 0, lo cual para ser más críticos y precisos, se otorga, la fórmula por convección natural. Debido a que el ambiente laboral no es inducido por ningún elemento externo o ajeno, que provoque un movimiento de un fluido por ejemplo: ventilador. La cual tiene la necesidad de temperatura de globo y temperatura del aire o seca.

$$\bar{t}_r = \left[ (t_g + 273)^4 + 0,4 * 10^8 |t_g - t_a|^{\frac{1}{4}} x (t_g - t_a) \right]^{\frac{1}{4}} - 273 \text{ [°C]} \quad (19)$$

#### 4.12.2 Cálculo para el índice valor medio estimado (PMV)

Se requiere de un factor extra para este parámetro el cual es la resistencia térmica de la ropa, que fue determinado anteriormente para el cálculo de estrés térmico, en la tabla No. 28, se indica un resumen de valores  $I_{clo}$  para cada área. PMV (valor medio estimado).

Tabla No. 28 Valores de la resistencia térmica de la indumentaria

<b>Valores de la resistencia térmica de la indumentaria</b>			
<b>Área de Fundición</b>			
<b>Puesto de Trabajo</b>	<b><math>I_{clo}</math></b>		
	<b>Turno 1</b>	<b>Turno 2</b>	<b>Turno 3</b>
Operador de puertas	1,02	1,02	1,70
Especialista	1,02	1,02	1,70
Operador de sierra loma	0,90	0,90	0,90
Operador de montacargas	1,02	1,02	1,70
Supervisor	0,90	0,90	0,90
<b>Área de Extrusión</b>			
Operador de prensa	0,90	0,90	1,58
Ayudante de prensa	0,90	0,90	1,58
Operador de estiradora móvil	0,90	0,90	1,58
Operador de estiradora fija	0,90	0,90	1,58
Operador de sierra	0,90	0,90	1,58
Ayudante de sierra 1	0,90	0,90	1,58
Ayudante de sierra 2	0,90	0,90	1,58
Operador de montacargas	0,90	0,90	1,58
Supervisor	0,90	0,90	1,58

(Elaborado por): Investigador

Se requiere también del consumo metabólico estimado anteriormente, el cual fue determinado por las actividades de los trabajadores y su zona de trabajo; su valor es de  $165 \text{ W/m}^2$  o 2,83 met.

En base a la norma UNE-EN ISO 7730 [37], para el cálculo del índice PMV se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$PMV = (0.303 * e^{-0.036M} + 0.028) * \{(M - W) - 3,05 * 10^{-3} * [5733 - 6,99 * (M - W) - p_a] - 0.42 * [(M - W) - 58.15] - 1.7 * 10^{-5} * M * (5867 - p_a) - 0.0014 * M * (34 - t_a) - 3.96 * 10^{-8} * f_{clo} * [(t_{clo} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{clo} * h_c * (t_{clo} - t_a)\} \quad (20)$$

$$t_{clo} = 35.7 - 0.028 * (M - W) - 0.155 I_{clo} * [3.96 * 10^{-8} * f_{clo} * \{(t_{clo} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4\} + f_{clo} * h_c * (t_{clo} - t_a)] \quad (21)$$

$$\begin{aligned} h_c &= 2.38 * (t_{clo} - t_a)^{0.25} & \text{si: } 2.38 * (t_{clo} - t_a)^{0.25} > 12.1 * V_{ar}^{0.5} \\ h_c &= 12.1 * V_{ar}^{0.5} & \text{si: } 2.38 * (t_{clo} - t_a)^{0.25} < 12.1 * V_{ar}^{0.5} \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} f_{clo} &= 1.00 + 1.290 * I_{clo} & \text{si: } I_{clo} < 0.5 \text{ clo} \\ f_{clo} &= 1.05 + 0.645 * I_{clo} & \text{si: } I_{clo} > 0.5 \text{ clo} \end{aligned} \quad (23)$$

Cada variable presentada en las ecuaciones 8 a 11, se describen en la tabla No. 29.

Tabla No. 29 Descripción de las variables PMV

Variable	Unidad	Descripción
M	W/m <sup>2</sup>	Tasa metabólica o consumo metabólico
W	W/m <sup>2</sup>	Potencia mecánica efectiva
I <sub>clo</sub>	m <sup>2</sup> . K/W	Aislamiento de la ropa
f <sub>clo</sub>	%	Factor de superficie de la ropa
t <sub>a</sub>	°C	Temperatura del aire
$\bar{t}_r$	°C	Temperatura radiante media
V <sub>ar</sub>	m/s	Velocidad relativa del aire
p <sub>a</sub>	Pa	Presión parcial del vapor de agua
h <sub>c</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	Coficiente de transmisión del calor por convección
t <sub>clo</sub>	°C	Temperatura superficial de la ropa

#### 4.12.3 Cálculo para el índice de porcentaje estimado de insatisfechos (PPD)

Este índice predice de una manera cuantitativa las personas que se encuentran insatisfechas al notar demasiado frío o demasiado calor. Según la norma UNE-EN ISO

7730 [37], sobre la escala de sensación térmica en su siete niveles como se indica en la tabla No. 2, estarán las personas térmicamente insatisfechas. PPD (porcentaje estimado de insatisfechos).

Una vez determinado el valor de PMV, se calcula el PPD utilizando la ecuación No:

$$PPD = 100 - 95 * e^{-(0.03353 * PMV^4 + 0.2179 * PMV^2)} \quad (24)$$

En la figura No. 30, se observa la relación entre PPD con respecto al PMV:

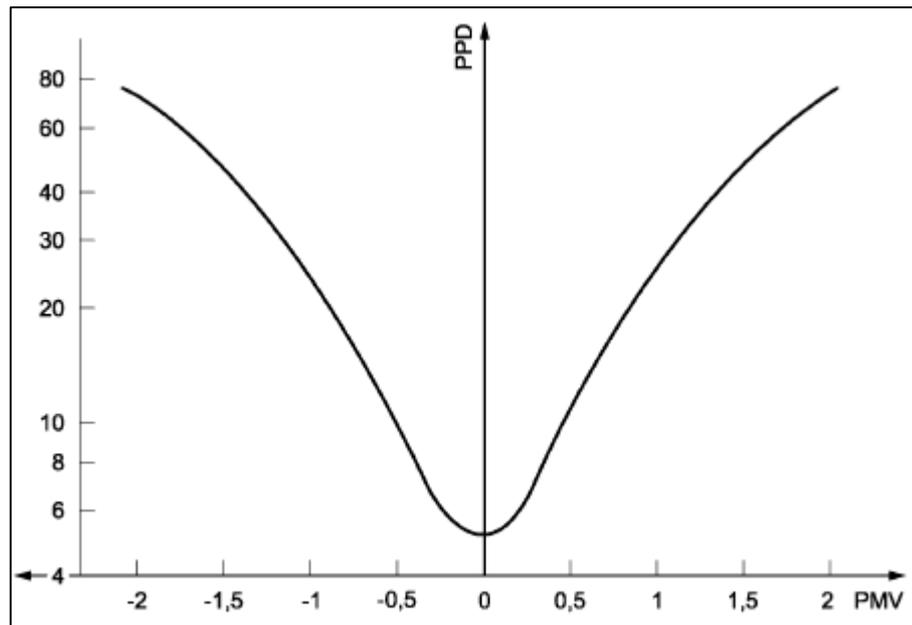


Figura No. 30 PPD en función del PMV.

Fuente: UNE-EN ISO 7730: Ergonomía del ambiente térmico.

En las tablas No. 30 y 31, se muestra algunos registros de mediciones de los cálculos de confort térmico. Los registros restantes de las áreas de fundición y extrusión, se presentan en los Anexos 13 y 14, respectivamente.

Con el apoyo del software DeltaLog 10, los promedios totales de; temperatura del aire, velocidad del aire, humedad relativa, temperatura media radiante, resistencia térmica de la ropa y el consumo metabólico hallados, son ingresados para hallar los valores de PMV y PPD, en las figuras No. 31 y 32, se indican los resultados de las tablas presentadas anteriormente y los cálculos restantes se presentan en los Anexos 15 y 16, que pertenecen a las áreas de Fundición y Extrusión, respectivamente.

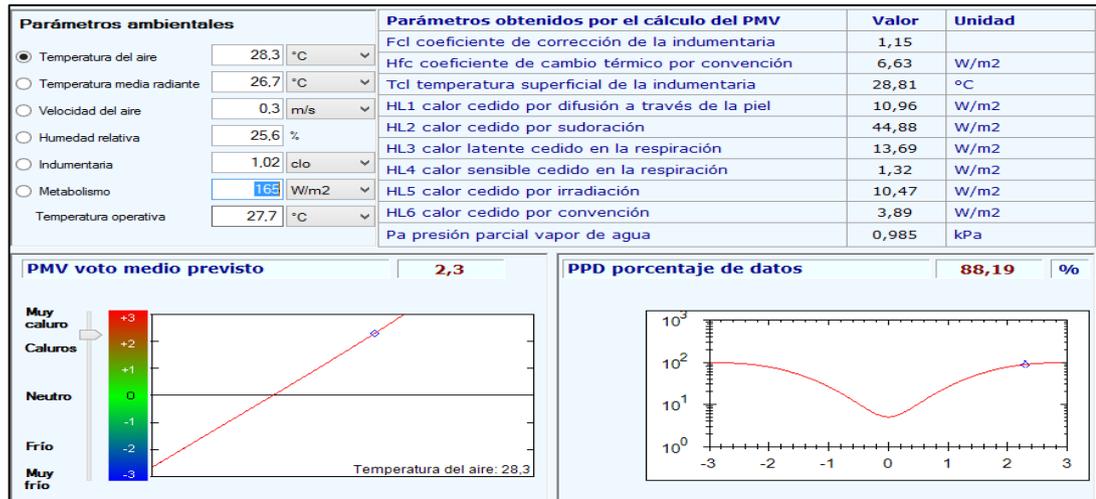


Figura No. 31 Índice PMV y PPD del Especialista- Fundición.

Fuente: Software DeltaLog 10.

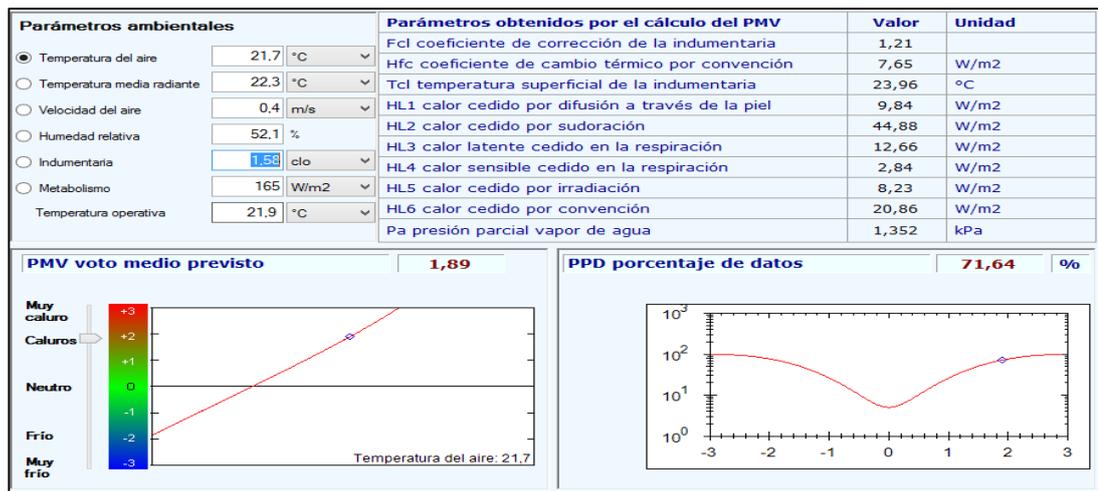


Figura No. 32 Índices PMV y PPD del ayudante de prensa - Extrusión.

Fuente: Software DeltaLog 10.

### 4.13 Cálculo de la incertidumbre de las mediciones directas

Incertidumbre o error de un proceso experimental, es un valor proporcionado X, el cual no es estrictamente el valor real, pues la diferencia de un valor medido con el real se denomina error de medida [48].

Tanto para las mediciones de estrés térmico y confort térmico, son 3 mediciones en cada caso; a continuación se presenta un ejemplo del cálculo de incertidumbre tomando como referencia los datos de la tabla No. 31.

Tabla No. 30 Especialista - Fundación

		REGISTRO DE MEDICIONES – CONFOR TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edisson Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Especialista	Área: Fundación	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1.02	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	∑	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:32	Temperatura del aire, ta°C	28,2	28,2	28,1	85,1	28,4	0,1	28,3
2	12:02		28,4	28,5	28,3	85,2	28,4	0,1	
3	12:32		28,5	28,5	28,4	84,8	28,3	0,1	
1	11:32	Temperatura radiante media, tr°C	25,9	26,5	28,0	77,5	25,8	1,1	26,7
2	12:02		25,5	26,1	27,5	79,3	26,4	1,0	
3	12:32		26,1	26,7	28,3	83,8	27,9	1,1	
1	11:32	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,37	0,3	0,28	0,94	0,3	0,0	0,3
2	12:02		0,43	0,21	0,14	0,7	0,2	0,2	
3	12:32		0,14	0,19	0,26	0,68	0,2	0,1	
1	11:32	Humedad relativa Hr %	25,8	25,9	26,5	76	25,3	0,4	25,6
2	12:02		24,8	24,6	26,3	75,8	25,3	0,9	
3	12:32		25,4	25,3	25,6	78,4	26,1	0,2	

Tabla No. 31 Ayudante de prensa - Extrusión

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFOR TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edisson Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yánez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Ayudante de prensa	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:32	Temperatura del aire, ta°C	21,9	22	22,1	64,9	21,6	0,1	21,7
2	2:02		21,7	21,8	21,9	65,1	21,7	0,1	
3	2:32		21,3	21,3	21,4	65,4	21,8	0,1	
1	1:32	Temperatura radiante media, tr°C	22,3	22,8	22,9	65,5	21,8	0,3	22,3
2	2:02		22,0	22,6	22,8	67,4	22,5	0,5	
3	2:32		21,3	22,0	22,3	68,1	22,7	0,5	
1	1:32	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,42	0,49	0,43	1	0,3	0,0	0,4
2	2:02		0,32	0,38	0,4	1,16	0,4	0,0	
3	2:32		0,26	0,29	0,35	1,18	0,4	0,0	
1	1:32	Humedad relativa Hr %	52,1	52,2	53,6	154,8	51,6	0,8	52,1
2	2:02		51,8	52	52,8	155,6	51,9	0,5	
3	2:32		50,9	51,4	51,9	158,3	52,8	0,5	

1. Media aritmética:

$$\xi = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (25)$$

$$\xi = \frac{21,9 + 22 + 22,1}{3} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (26)$$

$$\xi = 22 \text{ }^\circ\text{C} \quad (27)$$

2. Si las mediciones, están entre  $2 \leq n \leq 10$ , entonces se aprecia la precisión del equipo ( $p$ ) y la desviación máxima ( $Dm$ ); para el ejemplo la precisión del equipo indica un margen de error del  $\pm 0,6$  en temperatura de aire, en un rango de  $0^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$ .

$$\Delta x = (p, Dm) \quad (28)$$

3. Desviación máxima:

$$Dm = \frac{X_{max} - X_{min}}{2} \quad (29)$$

$$Dm = \frac{22,1 - 21,9}{2} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (30)$$

$$Dm = 0,1 \text{ }^\circ\text{C} \quad (31)$$

4. Expresión matemática del error o incertidumbre:

$$X = \xi \pm \Delta x \quad (32)$$

$$X = 22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.1 \quad (33)$$

De acuerdo con el apartado 2, la precisión del equipo es mayor a la desviación máxima, entonces no existe ningún inconveniente en las mediciones ya que no se alteran espontáneamente, cabe recalcar que no es necesario acudir a mayores mediciones.

#### 4.14 Resultados de las mediciones de confort térmico

En las tablas No. 32 y 33, se muestran los valores de los índices de PMV y PPD y la sensación térmica que es evaluada de acuerdo con la escala de sensación térmica de siete niveles que se encuentran en la norma UNE-EN ISO 7730: Ergonomía del ambiente térmico.

Tabla No. 32 Resultados de las mediciones de confort térmico - Fundición

		<b>RESULTADOS - CONFORT TÉRMICO</b>			
		<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Revisado por:</b> Ing. Edison Jordán		<b>Aprobado por:</b> Ing. Edison Yáñez
<b>Área:</b> Fundición	<b>Software empleado:</b> DeltaLog 10	<b>Procesos:</b> Todos	<b>Época:</b> Verano	<b>Fecha:</b> 11/10/2017	
<b>RESULTADOS DE MEDICIONES</b>					
<b>N°</b>	<b>Turno</b>	<b>Puesto de trabajo</b>	<b>PMV</b>	<b>PPD (%)</b>	<b>Sensación térmica</b>
1	1	Operador de puertas	2,27	87,43	Caluroso
2		Especialista	2,30	88,19	Caluroso
3		Operador de sierra loma	2,08	80,32	Caluroso
4		Operador de montacargas	2,13	82,11	Caluroso
5		Supervisor	2,08	80,04	Caluroso
6	2	Operador de puertas	2,32	89,00	Caluroso
7		Especialista	2,70	96,70	Caluroso
8		Operador de sierra loma	2,11	81,48	Caluroso
9		Operador de montacargas	2,23	86,05	Caluroso
10		Supervisor	2,01	77,03	Caluroso
11	3	Operador de puertas	1,62	57,60	Ligeramente caluroso
12		Especialista	2,26	87,05	Caluroso
13		Operador de sierra loma	1,66	59,64	Ligeramente caluroso
14		Operador de montacargas	2,83	98,09	Caluroso
15		Supervisor	1,48	49,98	Ligeramente caluroso

Tabla No. 33 Resultados de las mediciones de confort térmico - Extrusión

		RESULTADOS - CONFORT TÉRMICO			
		Elaborado por: Investigador	Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez
Área: Extrusión	Software empleado: DeltaLog 10	Procesos: Todos	Época: Verano	Fecha: 11/10/2017	
RESULTADOS DE MEDICIONES					
N°	Turno	Puesto de trabajo	PMV	PPD (%)	Sensación térmica
1	1	Operador de prensa	2,38	90,69	Caluroso
2		Ayudante de prensa	2,17	83,82	Caluroso
3		Operador de estiradora móvil	2,18	84,30	Caluroso
4		Operador de estiradora fija	2,54	94,20	Caluroso
5		Supervisor	1,96	74,70	Ligeramente caluroso
6		Operador de sierra	2,32	88,98	Caluroso
7		Ayudante de sierra 1	2,06	79,43	Caluroso
8		Ayudante de sierra 2	2,09	80,81	Caluroso
9		Operador de montacargas	2,33	89,13	Caluroso
10	2	Operador de prensa	1,87	70,36	Ligeramente caluroso
11		Ayudante de prensa	2,04	78,58	Caluroso
12		Operador de estiradora móvil	2,44	92,17	Caluroso
13		Operador de estiradora fija	2,32	88,74	Caluroso
14		Supervisor	1,90	72,13	Ligeramente caluroso
15		Operador de sierra	2,19	84,47	Caluroso
16		Ayudante de sierra 1	2,09	80,82	Caluroso
17		Ayudante de sierra 2	2,03	78,17	Caluroso
18		Operador de montacargas	2,23	85,97	Caluroso
19	3	Operador de prensa	1,82	67,89	Ligeramente caluroso
20		Ayudante de prensa	1,89	71,64	Ligeramente caluroso
21		Operador de estiradora móvil	1,39	45,10	Ligeramente caluroso
22		Operador de estiradora fija	1,41	46,02	Ligeramente caluroso
23		Supervisor	1,57	54,80	Ligeramente caluroso
24		Operador de sierra	1,63	58,08	Ligeramente caluroso
25		Ayudante de sierra 1	1,59	55,98	Ligeramente caluroso
26		Ayudante de sierra 2	1,55	53,45	Ligeramente caluroso
27		Operador de montacargas	1,64	58,38	Ligeramente caluroso

#### 4.15 Comparación de los resultados de confort térmico con estándares.

Los resultados obtenidos se comparan con los valores establecidos por la norma UNE-EN ISO 7730: Ergonomía del ambiente térmico [37]. La regulación de la norma para el estado de confort térmico esta entre -0.5 a 0.5, con respecto al índice PMV y corresponde a un valor menor al 10% del índice PPD, el cual estable un bienestar térmico.

La comparación de los resultados hace mención a las tablas indicadas anteriormente de los puestos de trabajo: Especialista y Ayudante de prensa, en sus tres turnos, se observa en la figura No. 33.

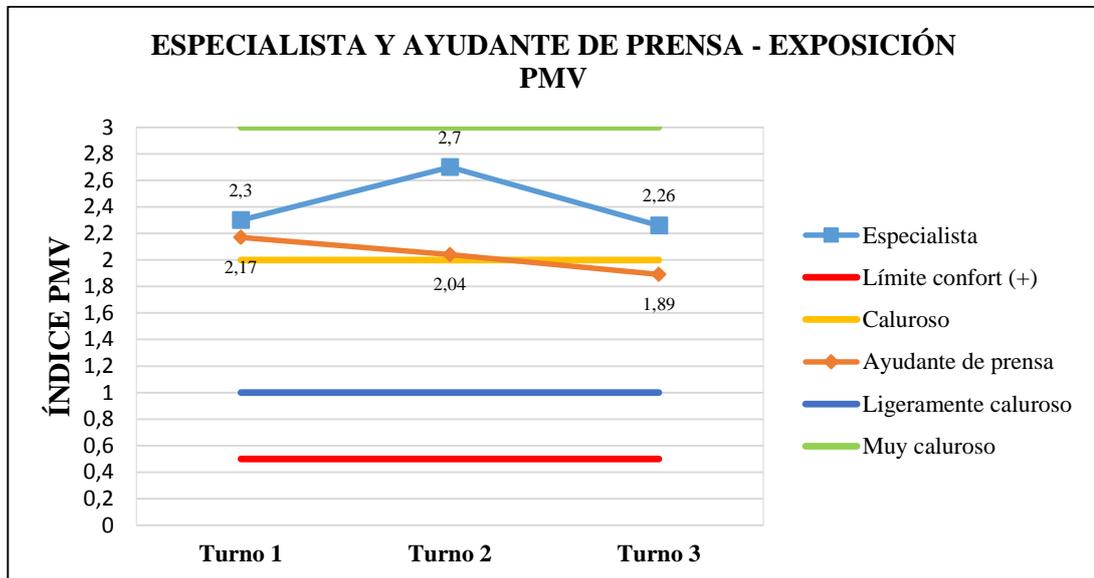


Figura No. 33 Comparación con estándares - Especialista y Ayudante de prensa.

(Elaborado por): Investigador.

Se aprecia que el Especialista presenta una incomodidad por calor, debido a que en sus tres turnos de trabajo, sus valores están afuera de los límites permisibles de un bienestar térmico, sus valores de PMV, se encuentran en el rango caluroso con respecto a la sensación térmica; en el segundo turno es donde el trabajador presenta una mayor exposición, esto debido a la condición climática que se encuentre la ciudad, no obstante, en el turno 1 y 3, que corresponde al medio día y a la madrugada, sus valores son casi aproximados, esto puede deberse al mismo factor mencionado antes, aislamiento térmico de la ropa, entre otros.

Cabe recalcar que todos los procesos de fundición y extrusión, sobrepasan los límites permisibles de un bienestar térmico que menciona la norma.

#### 4.16 Análisis de resultados de confort térmico en el área de fundición

Con los resultados expuestos en la tabla No. 32, a continuación se expone las interpretaciones de cada uno puesto de trabajo en el área de fundición.

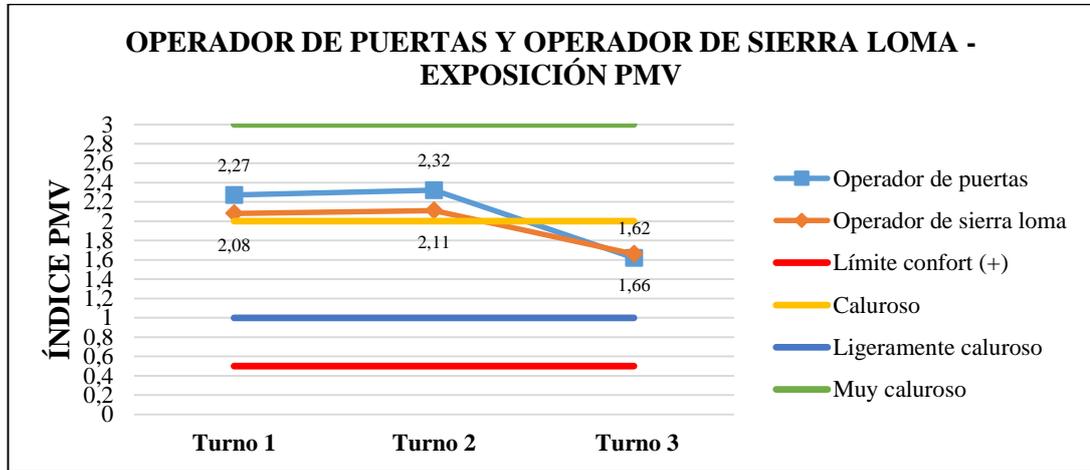


Figura No. 34 Exposición PMV - Operador de puertas y Operador de sierra loma.

(Elaborado por): Investigador.

La figura No. 34, muestra dos puestos de trabajo, se puede apreciar que el operador de puertas y el operador de sierra loma, en sus turnos 1 y 2, respectivamente, se encuentran sobre los límites permisibles, optando un nivel caluroso presentando una incomodidad a una conformidad térmica, esto se debe a la condiciones climáticas en cada turno son diferentes y a mucho factores cercanos en sus puestos de trabajo los cuales emanan calor, no obstante, en el turno 3 estos se encuentra en una situación de ligeramente caluroso, esto debido a que en la madrugada la temperatura de la ciudad desciende y las corrientes de aire son más elocuentes.

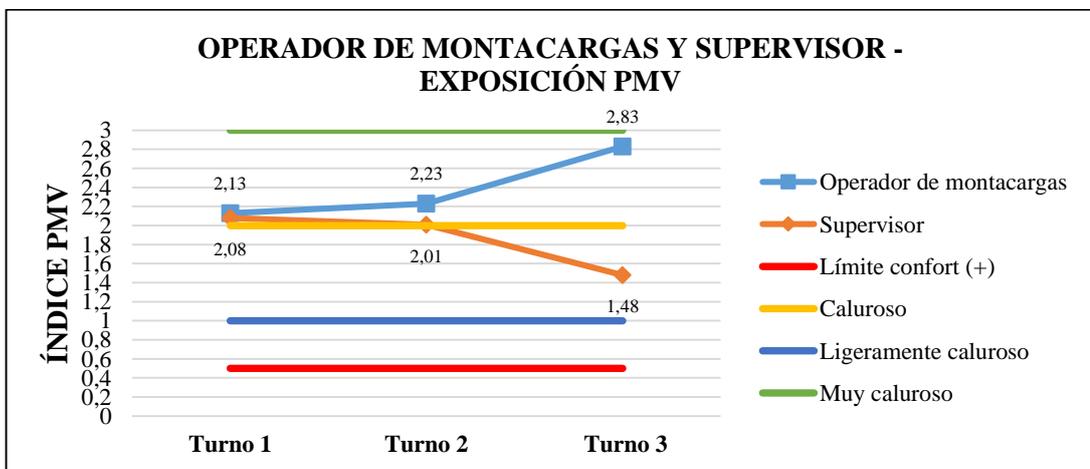


Figura No. 35 Exposición PMV – Operador de montacargas y Supervisor

(Elaborado por): Investigador.

El operador de montacargas en toda su jornada laboral presenta una ascenso del índice PMV en sus tres turnos de trabajo, manteniéndose en una sensación calurosa, pues este refleja las condiciones ambientales de trabajo en que las que se encuentra, las cuales son factores internos dentro de su misma área como son: emanación de calor por horno de fundición, horno de homogenización y emanación de calor por motor del montacargas. El supervisor presenta un descenso del índice PMV en el turno 3, el cual este se encuentra en una oficina y a lo largo de su jornada se desplaza por todos los puestos del área de fundición, no obstante, los dos presentan una incomodidad térmica.

#### 4.17 Análisis de resultados de confort térmico en el área de extrusión

Con los resultados expuestos en la tabla No. 33, a continuación se expone las interpretaciones de cada uno puesto de trabajo en el área de extrusión.

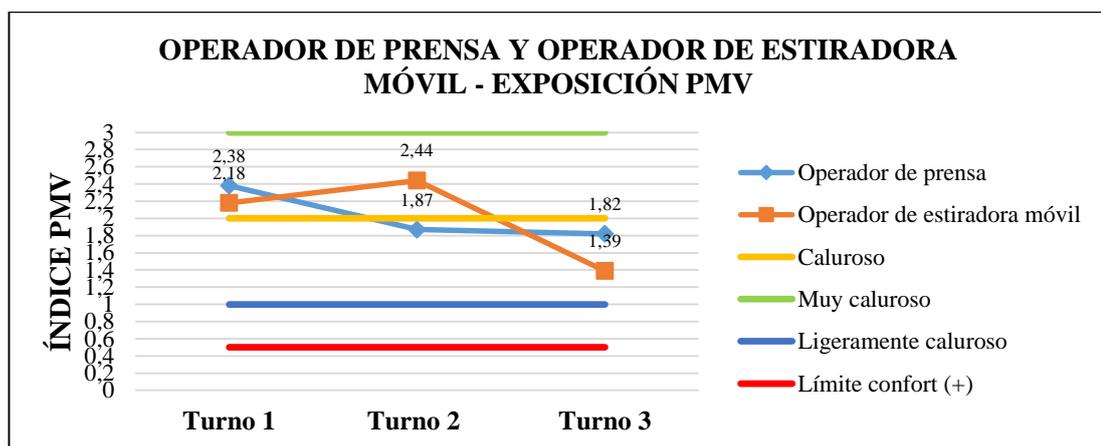


Figura No. 36 Exposición PMV - Operador de prensa y operador de estiradora móvil.

(Elaborado por): Investigador.

La figura No. 36, muestra que el operador de prensa presenta una descenso del índice PMV en sus tres turnos, en el turno 1 (medio día), se encuentra en una escala de sensación térmica calurosa, debido a la condición ambiental que encuentre ese momento del día y la exposición de calor que emana la prensa, repercutiendo también el aislamiento térmico de la ropa, no obstante, la persona que permanece en la estiradora móvil, tiene el mismo caso en el turno 1 y 2, pues en los demás turno sus valores disminuyen debido a los diferentes aspectos, estando en una sensación de ligeramente calurosa, pues como resultados los dos no se encuentran en un límite permisible para un bienestar térmico.

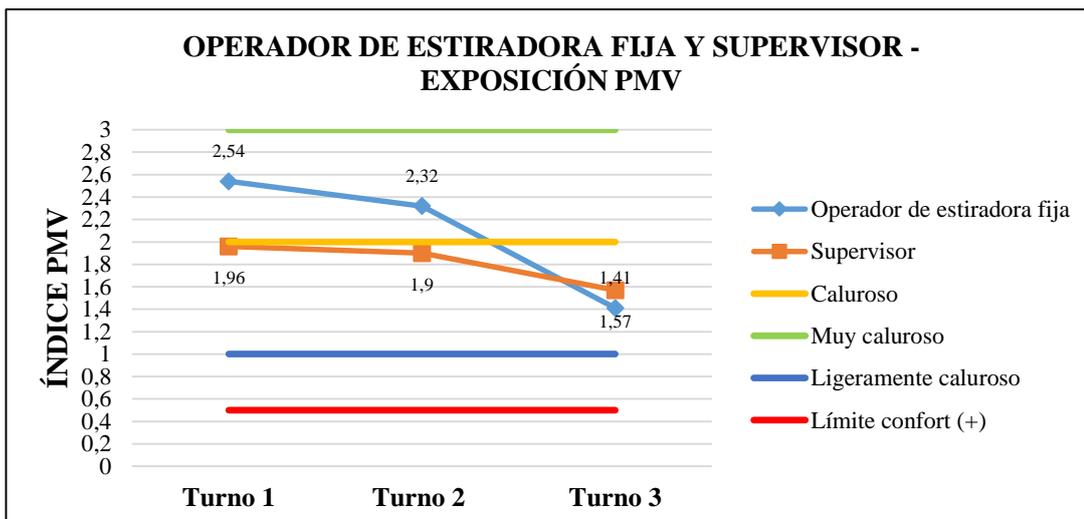


Figura No. 37 Exposición PMV – Operador de estiradora fija y Supervisor.

(Elaborado por): Investigador.

Se aprecia que el operador de estiradora fija presenta una sensación térmica calurosa, pues al estar lejos de la prensa y bajo el techo del galpón, en su puesto existe muy poca corriente de aire y por la de condición climática en la que encuentre, ya que son factores en donde se radica una disminución en el índice PMV, pues en los turnos siguientes presenta un descenso llegando a una sensación ligeramente calurosa, para el supervisor del área de extrusión su permanencia es difusa, debido a que en su jornada laboral se encuentra en una oficina o desplazándose por los puestos del área de extrusión, no obstante, aquellos presenta una incomodidad por calor.

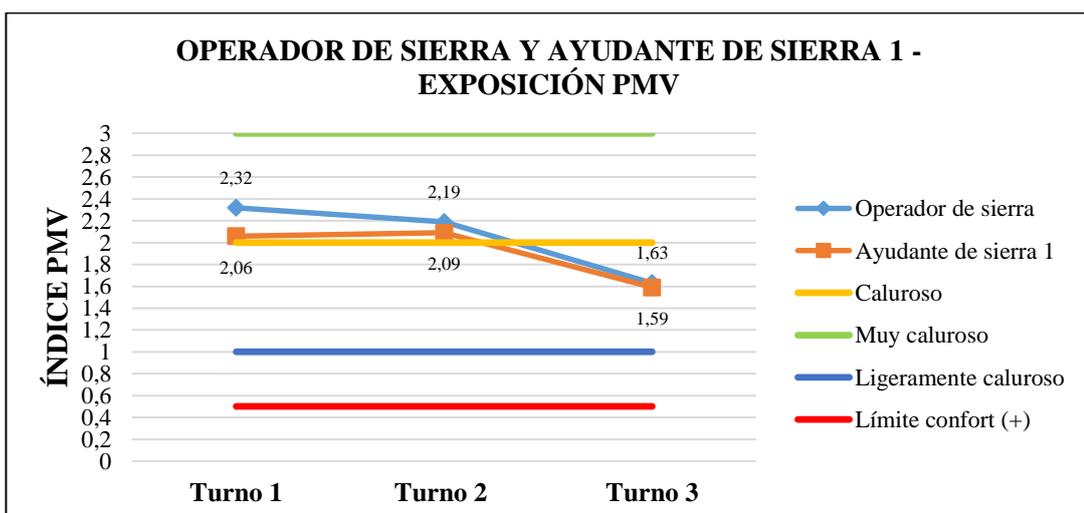


Figura No. 38 Exposición PMV – Operador de sierra y Ayudante de sierra 1.

(Elaborado por): Investigador.

Los puestos que se indica la figura No. 38, se encuentran casi juntos en el área de extrusión dando valores aproximados del índice PMV, los turnos 1 y 2 presenta una

sensación térmica calurosa y el turno 3 una sensación térmica de ligeramente calurosa, como se observa en el puesto del operador de la sierra tiene una mayor exposición, debido a que se encuentra adyacente al horno de envejecimiento y a la prensa, no obstante, los factores que intervienen en el cálculo del índice PMV, como son la temperatura ambiente, resistencia térmica de la ropa, entre otros, son aquellos que proporcionan un valor eficaz o real de cada situación de análisis, pues como resultado ellos presentan una incomodidad por calor debido a que no se encuentran en los límites permisibles para un bienestar térmico.

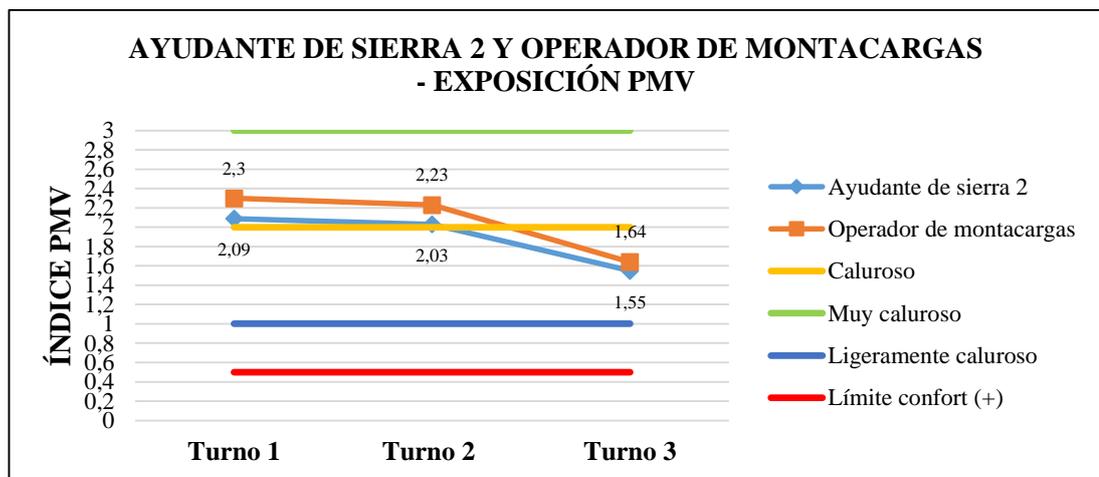


Figura No. 39 Exposición PMV - Ayudante de sierra 2 y operador de montacargas.

(Elaborado por): Investigador.

Se aprecia en la figura No. 39, que el operador del montacargas tiene mayor exposición a comparación del segundo ayudante de sierra, en los turnos 1 y 2 se encuentran en una sensación térmica catalogada calurosa, su entorno de trabajo es heterogéneo pues existen factores como la humedad, la temperatura ambiente, entre otros, que influyen en la percepción térmica del trabajador, no obstante, en el turno de la madrugada descende el índice PMV llegando a una sensación térmica de ligeramente calurosa, en fin los dos presentan un incomodidad por calor.

Los resultados finales de confort térmico en las áreas de fundición y extrusión se presentan en las figuras No. 40 y 41, respectivamente.

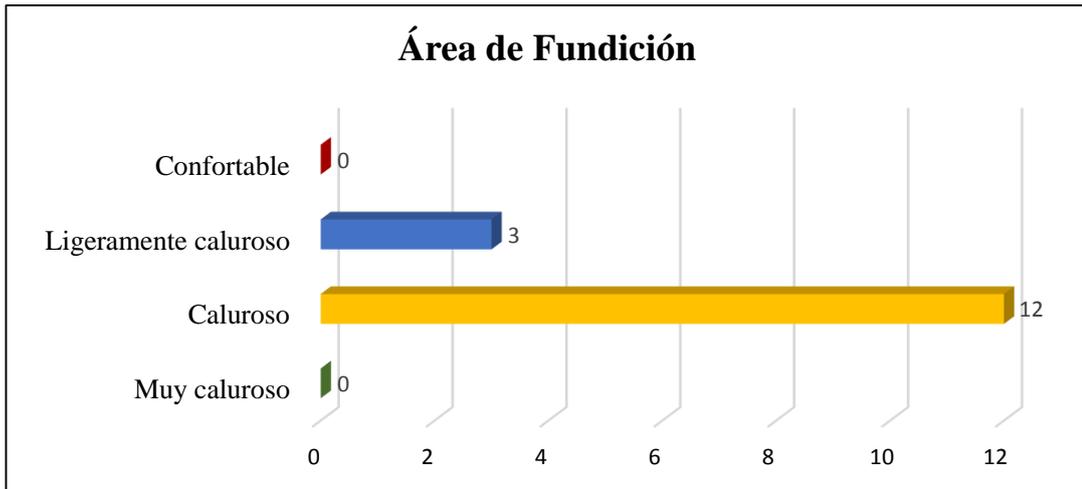


Figura No. 40 Resultados finales de confort térmico - Área de Fundición.

(Elaborado por): Investigador.

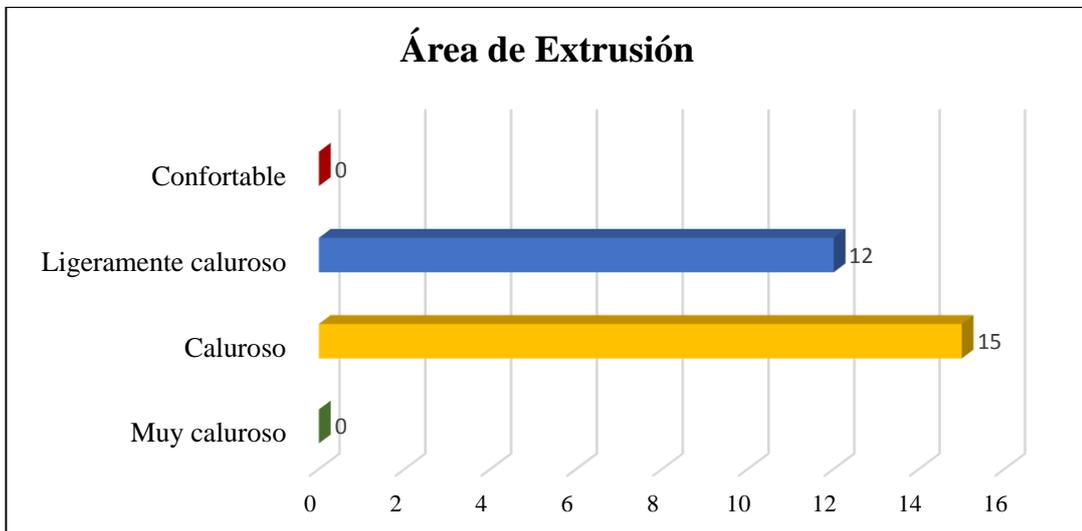


Figura No. 41 Resultados finales de confort térmico - Área de Extrusión.

(Elaborado por): Investigador.

Se deduce que en el área de fundición como de extrusión, existe una disconformidad térmica, representando una cantidad significativa que está en un rango de valoración calurosa, pues esta percepción esta denotada por casi todos los trabajadores de las dos áreas, no obstante, la valoración de ligeramente caluroso pertenece a la mayoría de aquellos que se encuentran en el turno 3, ósea de la madrugada, esto quiero decir que en las dos valoraciones influye los factores de evaluación los cuales son: la condición climática de la ciudad, el ambiente térmico de cada puesto de trabajo, el aislamiento térmico de la ropa, el consumo metabólico del trabajador, entre otros.

Con resultados obtenidos se pueden determinar ciertos parámetros para cada área evaluada, con el fin de mejorar la sensación térmica de los trabajadores y disminuir el

disconfort existente, a continuación, se presenta una propuesta con la finalidad de reducir dicha disconformidad.

#### **4.18 Alternativas para mejorar la confortabilidad térmica**

El objetivo esencial es disminuir el calor existen en las áreas de fundición y extrusión, por ello se presentan las siguientes alternativas, las cuales expresan medidas de control sobre la fuente, medio e individuo.

#### **4.19 Control sobre la fuente:**

En las áreas de fundición y extrusión, las fuentes generadoras de calor son: alto horno, horno de homogeneizado y hornos de prensa; para las medidas de control en estas zonas tenemos los siguientes aspectos:

- Como una opción, está incluir materiales de aislamiento térmico en las superficies calientes para que el calor producido por la maquinaria se adhiere a dicho material y reduzca en cierta parte el calor, no obstante, no garantiza una disminución en gran proporción, debido a que se necesita en toda el área minorar el calor, su implementación es de bajo costo.
- Rediseño de la distribución de planta es una opción viable ya que este puede ser aplicado para varios beneficios como: reducir accidentes de trabajo, disminuir los riesgos de enfermedades profesionales, dar mejor ambiente de trabajo, incremento de la productividad entre otros, no obstante, es un proceso largo para implementarlo y que conllevaría un alto costo económico.
- El mantenimiento preventivo que se realiza dichas fuentes generadoras de calor, pero el cual no tiene una influencia positiva en disminuir dicho riesgo existente, haciendo énfasis en mantener la maquinaria en buen estado, con el fin de que no exista ningún tipo de alteración en la producción para así evitar que se genere mayor calor.

#### **4.20 Control sobre el ambiente:**

Mediante la diversidad de aplicaciones técnicas de ingeniería para reducir esta problemática, se menciona a continuación las opciones posibles o no, para aplicar en las áreas de función y extrusión.

- Cortinas de aire frío, poco aceptable debido a que su instalación repercute en zonas bajas y no a niveles tan altos con respecto al piso, cabe recalcar, que la altura de las áreas es considerable y su función sería la impulsión de aire de manera vertical, dando una disipación no global al recinto para que disminuya dicho riesgo.
- Aire acondicionado, esta es una opción muy costosa para cualquier industria, su función es básicamente secar y enfriar la zona de trabajo, pero esta afecta a la temperatura ambiente como paredes u otras superficies, mas no a la transmisión de calor.
- Interponer pantallas antideflagrantes entre los trabajadores y la fuente generadora de calor, en el área de fundición, es una opción poco óptima, debido a las actividades que se realizan por ejemplo; en el ingreso de chatarra al horno la función de la pantalla no proporcionaría una protección, debido a que existe el uso del montacargas, el cual está constantemente en movimiento y esta opción sería un obstáculo, mas no una protección, al igual que en la salida de la colada continua el trabajador se acerca para la comprobación de la química, pero por la distribución no es aplicable, no obstante, en el área de extrusión su colocación sería adecuada entre el operador de prensa y la prensa, ya que hay un contacto directo, sin embargo, solo protegería a dicho trabajador, mas no al resto y no garantiza la disipación del calor al ambiente.
- Apertura de ventanas, como el aire caliente tiende a subir, en el área de fundición si existe amplios espacios, no obstante, el calor perdura en su zona; y en el área de extrusión existe solo orificios pequeños en la parte alta de la estructura por donde evacua dicho aire, esta es una opción posible para disminuir el calor de la zona de trabajo, no obstante, se recalca que la apertura de ventanas conlleva a trabajo de obras, en las que intervienen varios factores que perjudicarían al desarrollo de la producción y la económica para ser aplicada no es barata.
- Ventilación forzada, ya sea por impulsión o extracción del aire como una opción óptima, por medio de la extracción el aire caliente es expulsado al exterior de la zona de trabajo y por medio de las entradas a las áreas es sustituido por aire fresco, también evita el aumento de la humedad del aire, dependiendo de los requerimientos de la gerencia referente a costos, esta opción poco costosa y eficaz.

De acuerdo con todas las opciones mencionadas anteriormente, se hace énfasis en la opción de ventilación forzada, debido a que su instalación es factible y adecuada para los recintos de fundición y extrusión, también porque CEDAL sugiere tener escasos equipos a bajo costo pero que sustente el problema, la ventilación forzada proporcionará una disminución de la inconformidad térmica existente, puesto que su función será extraer un flujo de aire caliente del área y desecharlo al ambiente, con ello se presagia una disminución del calor, para que así se proteja tanto al trabajador como al empleador.

#### **4.20.1 Ventilación**

Se comprende como la renovación de aire en un recinto cualesquiera a otro que se lo considera indeseable, con el fin de abarcar mejor pureza, humedad, temperatura, entre otros [49].

#### **4.20.2 Tipos de ventilación**

Existen dos tipos de ventilación general y localizada, que se muestran a continuación:

- **Ventilación general.-** Se define como la renovación del mismo volumen de aire con un precedente del exterior.
- **Ventilación localizada.-** Se define como la captación de un punto de contaminación de una producción, con el fin de evitar que se propague por todo el lugar, se toma en cuenta las variables como la contaminación que se genera, la boca de captación, la velocidad de captación y el conducto que por el cual se lleva el flujo contaminado hasta un punto limpio o de descarga [49].

#### **4.20.3 Ventilación Industrial**

Todo proceso industrial debe ser ventilado, para evitar que se propague cualquier tipo de contaminación por la producción, y así tener un control en cuanto a una conformidad laboral para los trabajadores y a su vez garantizar la salud de los mismos.

Para tener una extracción de aire adecuada hay que tomar en cuentas los siguientes aspectos [49]:

- **Determinar la función a realizar**

El objetivo de la extracción de aire en las áreas de fundición y extrusión son: extraer el aire caliente de la zona de trabajo y expulsarlo al exterior en la conformidad térmica, la dilución de cualquier tipo de contaminante producido por las maquinarias y evitar el incremento de la humedad del aire.

- **Calcular la cantidad de aire que se requiera**

Se necesita conocer el volumen de aire que va hacer renovado, esto depende del recinto laboral que sea estudiado, su análisis dependerá de normativas establecida o de la experiencia con respecto al tema.

- **Establecer el trayecto de la circulación del aire**

Se debe establecer los puntos críticos posibles para que el aire caliente sea extraído y disminuya el calor, hay que tener en cuenta la selección del extractor y los sitios de instalación que satisfagan una equidad en general.

#### **4.20.4 Localización del extractor**

La mayoría de los extractores son diseñados para ser instalados en paredes laterales, techo o ductos, sin importar el sitio donde sean colocados no cambiara los elementos básicos del extractor, en ciertos casos solo cambia el armazón para facilitar la instalación [50].

Para establecer la mejor adecuación del extractor hay que tomar en cuenta las características físicas del recinto y el flujo de aire que se desea extraer, se debe analizar los sitios adecuados donde puedan ser colocados y así cumplir con dichas funciones.

#### **4.20.5 Cambios sugeridos del aire para una ventilación adecuada**

En la tabla No. 34, se presenta una lista de recintos con su respectiva renovación de aire por hora, para dicho estudio se muestra que para el área de fundición se tiene un rango de 20 a 30 renovaciones/hora y para el área de extrusión se otorga como fábricas en general, el cual está en un rango de 5 a 10 renovaciones por hora, no obstante, no se toma dicho criterio debido a que las instalaciones tienen un área extensa, lo cual se escoge el criterio que indica la tabla No. 35.

Tabla No. 34 Renovaciones del aire en locales habitados [49].

<b>Renovaciones del aire en locales habitados</b>	<b>Renovaciones / hora N°</b>
Catedrales	0,5
Iglesias modernas (techos bajos)	1 – 2
Escuelas, aulas	2 – 3
Oficinas de bancos	3 – 4
Cantinas (de fábricas o militares)	4 – 6
Hospitales	5 – 6
Oficinas generales	5 – 6
Bar del hotel	5 – 8
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 – 6
Laboratorios (con campanas localizadas)	6 – 8
Talleres de mecanizado	5 – 10
Tabernas (con cubas presentes)	10 – 12
Fábricas en general	5 – 10
Salas de juntas	5 – 8
Aparcamientos	6 – 8
Salas de baile clásico	6 – 8
Discotecas	10 – 12
Restaurante medio (un tercio de fumadores)	8 – 10
Gallineros	6 – 10
Clubs privados (con fumadores)	8 – 10
Café	10 – 12
Cocinas domesticas (mejor instalar campana)	10 – 15
Teatros	10 – 12
Lavabos	13 – 15
Sala de juego (con fumadores)	15 – 18
Cines	10 – 15
Cafeterías y comidas rápidas	15 – 18
Cocinas industriales (indispensable usar campana)	15 – 20
Lavanderías	20 – 30
Fundiciones (sin extracciones localizadas)	20 – 30
Tintorerías	20 – 30
Obradores de panaderías	25 – 35
Naves industriales con hornos y baños (sin campanas)	30 – 60
Talleres de pintura (mejor instalar campana)	40 – 60

Tabla No. 35 Volumen del recinto [49].

<b>Volumen</b>	<b>Renovaciones / hora N°</b>
$V \leq 1000 \text{ m}^3$	20
$1000 \text{ m}^3 \leq V \leq 5000 \text{ m}^3$	15
$5000 \text{ m}^3 \leq V \leq 10000 \text{ m}^3$	10
$V \geq 10000 \text{ m}^3$	6

#### 4.20.6 Área del local de Fundición

Existen dos grandes puertas abiertas todo el tiempo, pues esto permite el flujo de aire y a la vez se renueva en ciertos puntos como son: Operador de puertas y Sierra loma, no obstante, no llega todo este flujo del exterior a todos los puestos de interés, ya que por tal motivo se expresan a continuación la necesidad de extraer el aire en todo el espacio afectado por el calor.

Largo = 57,41 m

Ancho = 20,95 m

Alto = 8,74 m

#### Volumen del local:

$$V_F = (57,41 \text{ m} * 20,95 \text{ m} * 8,74 \text{ m}) \quad (34)$$

$$V_F = 10511,94 \text{ m}^3 \quad (35)$$

#### 4.20.7 Cálculo del caudal $V_F$ , requerido:

De acuerdo con la tabla No. 35, expresa una simplificación de toda la lista de lugares habituales, lo cual hace referencia al volumen del recinto en donde se presenta dicho caso, pues se aprecia que para aquellos recintos que sobrepasan un volumen de 10000  $m^3$ , se requiere de 6 renovaciones por hora, no obstante, dicho valor no es obligatorio ya que se puede estimar de acuerdo con la tabla No. 34, en el apartado de fundiciones, pues para indicar un valor con carácter general lo obtendremos mediante el volumen, para así tener resultados adecuados.

$$Q_F = \frac{V_F * \left(\frac{R}{h}\right)}{3600} \quad (36)$$

$$Q_F = \frac{10511,94 \text{ m}^3 * 6}{3600 \text{ seg}} \quad (37)$$

$$Q_F = 17,52 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \quad (38)$$

$$Q_F = 37122,78 \text{ pcm} \quad (39)$$

#### 4.20.8 Área del local de Extrusión

En esta área existe una puerta la cual en su mayor parte del tiempo permanece semi-cerrada, toda esta extensión se ve afligida por el calor, pues por ello la necesidad de extracción de aire, sus dimensiones son:

Largo = 70,94 m

Ancho = 22,3 m

Alto = 7,6 m

#### Volumen del local:

$$V_E = (70,94 \text{ m} * 22,3 \text{ m} * 7,6 \text{ m}) \quad (40)$$

$$V_E = 12022,91 \text{ m}^3 \quad (41)$$

#### 4.20.9 Cálculo del caudal $V_E$ , requerido:

Se opta por el valor recomendado por el Manual Práctico de Ventilación de Soler & Palau, de volúmenes [49], expresado en la tabla No. 35.

$$Q_E = \frac{V_E * \left(\frac{R}{h}\right)}{3600} \quad (42)$$

$$Q_E = \frac{12022,91 \text{ m}^3 * 6}{3600 \text{ seg}} \quad (43)$$

$$Q_E = 20,04 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \quad (44)$$

$$Q_E = 42462,36 \text{ pcm} \quad (45)$$

Obtenidos los resultados de los caudales requeridos en pies cúbicos por minuto (pcm), con las renovaciones por hora necesarias, se impone que el equipo funcione a tiempo completo en los turnos 1 y 2, por lo que en estos se presentan más intolerancia al calor y en el turno 3, no sería necesario encenderlo debido que allí el global de los trabajadores no requiere de una ventilación forzada.

#### 4.20.10 Presión estática

Los ventiladores o extractores generan una presión estática de acuerdo con el sistema de ductos que posee, para este caso utilizaremos el rango más alto que indica la guía en el apartado sin ducto, que indica la tabla No. 36, la cual expresa una presión estática de 0,20 pulgadas, su medida puede ser en pulg o psi. Este valor se utiliza para las dos áreas, debido a que no existe un sistema de ducto en ninguna de ellas [50].

Tabla No. 36 Guía para la presión estática

<b>GUÍA PARA LA PRESIÓN ESTÁTICA</b>	
Sin ducto:	0.05 pulg. to 0.20 pulg.
Con ducto:	0.2 pulg. to 0.40 pulg. por cada 100 pies de ducto (asumiendo que la velocidad del aire dentro del ducto es de 1,000-1,800 Pies/Min.)
Instalación:	0.08 pulg. por cada elemento instalado (codo, rejilla, compuerta, etc.)
Campana de Cocina:	0.625 pulg. to 1.50 pulg.
Importante: Los requisitos para la presión estática son significativamente afectados por la cantidad de aire de relleno proporcionado en un área. Insuficiente aire de relleno o suministro aumentará la presión estática y reducirá la cantidad de aire a extraer. Recuerde, por cada pie cúbico de aire que se extrae, tiene que ser suministrado otro pie cúbico de aire	

Fuente: Fundamentos de los ventiladores, GREENHECK

#### 4.20.11 Selección del extractor

Como referencia está el catálogo de fundamentos de ventilación de GREENHECK [50], en el cual se determina el modelo más óptimo para las dos áreas de estudio, se aprecia en la figura No. 42, el Modelo SB.

Se adopta este modelo de extractores con aspas, debido que son ideales para mover grandes volúmenes de aire y presiones estáticas hasta 0,50 pulg, no obstante, son muy solicitados en aplicaciones industriales y a menudo muy aplicados, ya sea para suministrar aire o para extraer, estos modelos no son considerados para temperaturas mayores a 43 °C, esto quiere decir que para nuestro caso son aceptables y confiables. Sus características se presentan en el Anexo 17.

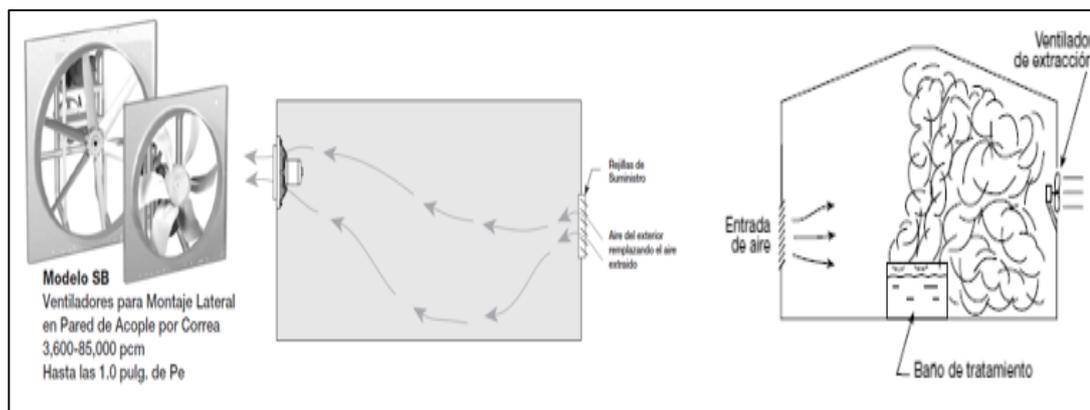


Figura No. 42 Modelo SB, extractor para montaje lateral.

Fuente: Fundamentos de los ventiladores, GREENHECK.

#### 4.20.12 Nomenclatura de los modelos

Se expresa el tipo de modelo, tamaño, tipo de hélice, nivel de construcción y fuerza del motor, para los ventiladores de transmisión por correa, como se indica en la figura No. 43.

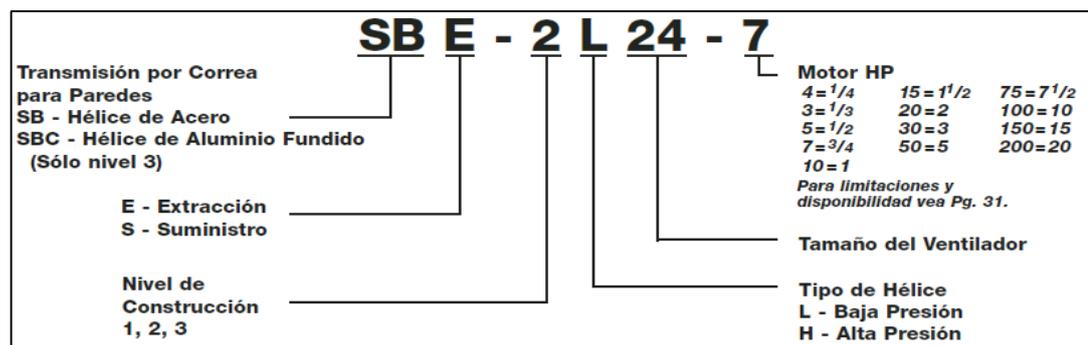


Figura No. 43 Nomenclatura, extractores por transmisión por correa.

Fuente: Ventiladores axiales para paredes, transmisión por correa y directa, GREENHECK.

#### 4.20.13 Ventilador en el área de fundición

De acuerdo con los valores obtenidos de caudal y presión estática, recurrimos al catálogo de Ventiladores Axiales para paredes, transmisión directa o por correa [51], cabe recalzar, que para selección del extractor hay que tomar en cuenta la distribución de los elementos que conforman dicha área y también el criterio de la entidad empresarial, el cual requiere la existencia de pocos ventiladores eficientes y de bajo costo.

Se escogerá los ventiladores-extractores de transmisión por correa, debido a que estos son menos costosos que los de transmisión directa, y poseen la habilidad de ajustar la

velocidad del aire si requiere el caso, para así mantener estable un sistema, una desventaja de los estos son el costo de mantenimiento ya que aquí se debe tomar en cuenta rodamientos y/o correas, sin embargo, mantener un cuidado y una manipulación adecuada con el tiempo el mantenimiento costara menos.

A continuación se muestra en la figura No. 44, el extractor escogido para el área de fundición, en el cual se distribuirán 3 extractores como se muestra en el Plano 1, el cual cumple con el caudal requerido.

NIVEL 2 LÍMITES DE FUNCIONAMIENTO															
Max. RPM L - 950 H - 1221 Tamaño Máx. del Motor - 184T TS = RPM x 7.854															
SB-2L30-7	3/4	645	0.75	17.2	10672	9766	9507	9190	8446	7562					
SB-2L30-7	3/4	685	0.90	18.7	11334	10496	10252	10009	9331	8621					
SB-2H30-7	3/4	827	0.75	19.1	9449	8819	8667	8515	8188	7779	7278	6326			
SB-2H30-7	3/4	882	0.90	22	10077	9484	9341	9199	8914	8560	8174	7423			
SB-2L30-10	1	710	1.00	19.7	11748	10949	10714	10479	9871	9192	8383				
SB-2L30-10	1	754	1.20	21	12476	11735	11519	11298	10806	10174	9527				
SB-2H30-10	1	917	1.00	23	10477	9905	9767	9630	9356	9049	8680	8011			
SB-2H30-10	1	968	1.20	26	11060	10518	10385	10255	9995	9735	9402	8846	7569		
SB-2L30-15	1 1/2	812	1.50	24	13436	12748	12569	12364	11953	11425	10837	9892			
SB-2L30-15	1 1/2	864	1.81	27	14296	13650	13488	13309	12923	12521	11970	11131			
SB-2H30-15	1 1/2	1048	1.50	29	11974	11474	11349	11226	10986	10747	10507	10028	9070		
SB-2H30-15	1 1/2	1110	1.80	31	12683	12210	12092	11974	11747	11520	11294	10900	10090	9018	
SB-2L30-20	2	895	2.00	29	14809	14185	14029	13868	13495	13123	12633	11830			
SB-2L30-20	2	950	2.41	32	15719	15131	14985	14838	14502	14151	13790	13038	11760		
SB-2H30-20	2	1152	2.00	33	13163	12707	12593	12480	12259	12040	11822	11483	10748	9811	
SB-2H30-20	2	1221	2.40	36	13951	13521	13414	13307	13095	12889	12683	12374	11734	10954	9979

Figura No. 44 Selección del ventilador para el área de fundición.

Fuente: Ventiladores axiales para paredes, transmisión por correa y directa, GREENHECK.

El modelo del extractor seleccionado es SB-2L30-15, con un segundo nivel de construcción, tipo de hélice de baja presión, tamaño de 30, motor de 1 1/2, 864 rpm, 1.81 BHP máx, 27 sores y con 12923 pcm, con una presión estática de 0,20 pulg. La instalación y mantenimiento de estos modelos de los extractores se encuentran en el Anexo 18. Las dimensiones del modelo seleccionado se presentan a continuación en la figura No. 45.

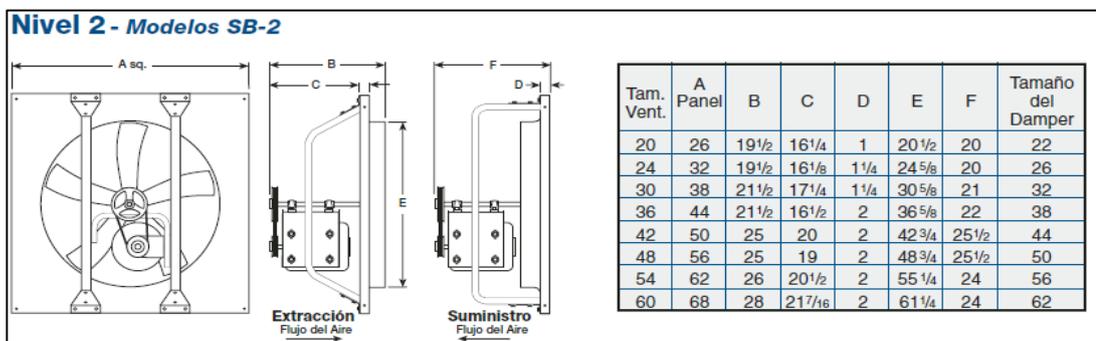


Figura No. 45 Dimensiones del extractor en pulgadas.

Fuente: Ventiladores axiales para paredes, transmisión por correa y directa, GREENHECK.

Las hélices tipo L, sus aspas son de acero galvanizado, diseñadas para trabajar con RPM bajas y generan sonidos bajos, es una combinación de funcionamiento excelente entre aire y sonido, se indica en la figura No. 46.



Figura No. 46 Hélices de tipo L.

Fuente: Ventiladores axiales para paredes, transmisión por correa y directa, GREENHECK.

#### 4.20.14 Ventilador en el área de extrusión

De igual manera con los datos obtenidos y mediante el catálogo de Ventiladores Axiales para paredes, transmisión directa o por correa, con el mismo criterio de la zona de fundición hay que tomar en cuenta la distribución y el criterio empresarial, el cual requiere la existencia de pocos extractores eficientes y de bajo costo.

A continuación se muestra en la figura No. 47, el extractor escogido para el área de extrusión, en el cual se distribuirán 3 extractores como se muestra en el Plano 2, el cual cumple con el caudal requerido.

NIVEL 2 LIMITES DE FUNCIONAMIENTO		Max. RPM L - 693 H - 870 Tamaño Max. del Motor - 184T										TS = RPM x 9.424				
SB-2L36-10	1	518	1.01	16.1	14943	13482	13043	12604	11568	10083						
SB-2L36-10	1	550	1.21	17.6	15867	14525	14112	13699	12872	11681	9933					
SB-2H36-10	1	651	1.01	18.8	14307	13083	12731	12385	11668	10880	9995					
SB-2H36-10	1	694	1.23	20	15252	14134	13797	13467	12823	12111	11357	9875				
SB-2L36-15	1½	593	1.51	20	17107	15909	15526	15144	14377	13511	12328					
SB-2L36-15	1½	631	1.81	22	18203	17112	16759	16400	15680	14959	14025	12175				
SB-2H36-15	1½	744	1.50	23	16351	15357	15021	14713	14106	13485	12809	11705				
SB-2H36-15	1½	792	1.80	27	17406	16519	16198	15893	15316	14752	14144	13170				
SB-2L36-20	2	653	2.01	24	18838	17784	17466	17119	16424	15728	14942	13286				
SB-2L36-20	2	693	2.41	27	19992	18998	18743	18416	17761	17105	16449	15153				
SB-2H36-20	2	821	2.02	30	18044	17216	16906	16600	16042	15495	14935	14011	12257			
SB-2H36-20	2	870	2.40	34	19121	18387	18095	17803	17259	16735	16222	15388	13871			

Figura No. 47 Selección del extractor para el área de extrusión.

Fuente: Ventiladores axiales para paredes, transmisión por correa y directa, GREENHECK.

El modelo del extractor seleccionado es SB-2L36-15, con un segundo nivel de construcción, tipo de hélice de baja presión, tamaño de 36, motor de 1 ½, 593 rpm, 1.51 BHP máx, 20 sones y con 14377 pcm, con una presión estática de 0,20 pulg. La instalación y mantenimiento de estos modelos de los extractores se encuentran en el Anexo 18.

Las dimensiones del modelo seleccionado y el tipo de hélice, se presentan en las figuras No. 45 y 46, respectivamente.

#### **4.21 Control sobre el individuo:**

El propósito de tener un ambiente confortable en dichas áreas, hacen que se tomen en cuenta los siguientes criterios:

- Educar a los trabajadores en hábitos de hidratación y alimentación.
- Dotar de botellones de agua a cada área para que los trabajadores se mantengan hidratados y se lleve un control de la calidad de la misma.
- Periodos de descanso en zonas o lugares frescos.
- Realizar controles médicos periódicos a los trabajadores debido a la exposición de calor, por el área de salud ocupacional.
- Incluir técnicas de respiración, como objetivo fundamental de reducir el estrés de los trabajadores.
- Programa de aclimatación al calor, se recomienda realizarlo en un lapso de 7 a 14 días. Se recomienda que al trabajador el primer día de trabajo se le reduzca a la mitad de la jornada laboral, posteriormente se incrementará un 10% de tiempo hasta completar la jornada, si la exposición es interrumpida por una o dos semanas esto suele ocurrir por ejemplo cuando el trabajador regresa de vacaciones en ese transcurso, se requiere de 4 a 7 días para volver a aclimatarse [26].
- Incluir pausas activas, se recomienda que en los momentos de relajación o descanso de los trabajadores sean aplicados para reducir el estrés o ansiedad, no obstante, los ejercicios que se presentan en la tabla No. 37, no hacen énfasis a un esfuerzo extra con respecto a las actividades que estos estén realizando, sino todo lo contrario mantenerse en actividad sin forzar al individuo procurando un cuidado en su salud.

Tabla No. 37 Ejercicios para pausas activas en la industria en general [52].

Gráfico	Ejercicio
	<p align="center"><b>Brazos arriba</b></p>
	<p>La persona levanta los dos brazos y se mantiene en puntillas, se realizaran 6 repeticiones consecutivas en esta posición.</p>
	<p align="center"><b>Cabeza de costado</b></p>
	<p>La persona inclina la cabeza a un lado y la sostiene con el brazo adjunto, esto se hace también viceversa, se realizan 6 repeticiones en cada lado.</p>
	<p align="center"><b>Cabeza hacia abajo</b></p>
	<p>La persona inclina la cabeza hacia abajo y la sostiene con los dos brazos, se realizan 6 repeticiones.</p>
	<p align="center"><b>Torso costado</b></p>
	<p>La persona inclina el torso a un lado y al otro levantando el brazo, respectivamente, se realizan 6 repeticiones.</p>
	<p align="center"><b>Espalda redondeada</b></p>
	<p>La persona inclina las piernas y estira los brazos sujetando las manos y así formará una semi-circunferencia en la espalda, se realizan 6 repeticiones.</p>
	<p align="center"><b>Sacando pecho</b></p>
	<p>La persona estira los brazos hacia atrás sujetando las manos, se realizan 6 repeticiones.</p>
	<p align="center"><b>Estocada</b></p>
	<p>La persona inclina una de sus rodillas llevando al ras del piso y sus manos descansan en la otra rodilla y a la vez se intercambia, se realizan 6 repeticiones.</p>
	<p align="center"><b>Pantorrilla</b></p>
	<p>La persona inclina una de sus rodillas hacia delante soportan su propio peso y la segunda pierna se estira totalmente, este ejercicio se lo hace también viceversa, se realizan 6 repeticiones.</p>
	<p align="center"><b>Cuadriceps</b></p>
	<p>La persona eleva la pierna hacia atrás y la sostiene con la mano adjunta y viceversa, se realizan 6 repeticiones.</p>

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Las condiciones térmicas actuales en las áreas de fundición y extrusión que presenta la lista de control, arroja un valor de 53,13% de no conformidad de los trabajadores, en los ámbitos de capacitación los cuales son: prácticas de trabajo y ropa de protección personal; también en las encuestas realizadas se determina que un 76,19% percibe que se encuentra sometido bajo el riesgo de estrés térmico, esto debido a que un 66,67% indica que su ambiente laboral está caliente y en la entrevista otorgada se detalla que existió un previo estudio de estrés térmico en todas áreas de CEDAL S.A, con excepción del área de fundición, no obstante, dicho estudio carece de metodología para este riesgo y no hay una certificación clara de haber existido equipos calibrados.
- En base a la metodología de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), para el cálculo del índice WBGT por medio de la norma UNE-EN 27243, se determina valores entre  $0,9 \leq I_{clo} \leq 1,7$  en las áreas de fundición y extrusión, existe dicho rango debido a que la vestimenta no en todos los turnos, ni en todos los procesos son iguales, pues por ello se especifica en el desarrollo del estudio; no obstante, se estimó el consumo metabólico en  $165 \text{ W/m}^2$  de clase dos en base a la norma y se realizaron 3 mediciones a nivel de la cabeza, abdomen y tobillos, con una duración de 2 minutos en un lapso de 30 minutos, como resultado en el área de fundición los valores están entre  $12.70 \text{ }^\circ\text{C} \leq \text{índice WBGT} \leq 23.47 \text{ }^\circ\text{C}$ , lo cual el valor límite permisible por la norma es de  $28^\circ\text{C}$ , y en el área de extrusión los valores están entre  $13.59 \text{ }^\circ\text{C} \leq \text{índice WBGT} \leq 18.87 \text{ }^\circ\text{C}$ , la cual tiene el mismo valor permisible y su dosis de exposición de las

dos áreas esta un riesgo medio, entonces se determina que en las áreas de fundición y extrusión NO EXISTE ESTRÉS TERMICO.

- Se valora la confortabilidad térmica en base a la norma UNE-EN ISO 7730, donde se calculó los índices de PMV y PPD, en cada área y en cada puesto de trabajo, como resultado en el área de fundición los valores del índice PMV se encuentran entre  $1.48 \leq \text{índice PMV} \leq 2.83$ , pues en todos los turnos y puestos de trabajo presentan una sensación térmica CALUROSA, con la excepción del turno 3, que de los 5 puestos de trabajos, 3 presentan una sensación térmica de LIGERAMENTE CALUROSA, no obstante, en el área de extrusión los valores del índice PMV están entre  $1.39 \leq \text{índice PMV} \leq 2.54$ , pues en el turno 3 todos presentan una sensación térmica de LIGERAMENTE CALUROSA, y en los turnos 1 y 2 presentan en su mayoría una sensación térmica CALUROSA, entonces de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 7730 y a los resultados mencionados se determina que las áreas de fundición y extrusión se encuentran en una situación de DISCONFORMIDAD TÉRMICA.
- Se determina que para disminuir la disconformidad térmica, es necesario la extracción de un flujo de aire en cada área de estudio, por lo que se calculó un caudal de 37122.78 pcm, para el área de fundición y un caudal de 42462.36 pcm (pies cúbicos por minuto), para el área de extrusión; para estos valores se escoge un criterio del Manual Práctico de Ventilación de Soler & Palau, el cual expresa que si el volumen de las áreas sobrepasa los  $10000 \text{ m}^3$ , serán 6 renovaciones por hora y así se eligió 3 extractores para el área de fundición, los cuales se observan en el Plano 1 y para el área de extrusión 3 extractores, los cuales se observan en el Plano 2, para que el flujo de aire caliente de las áreas sean expulsados al exterior de las mismas y la renovación del aire se produce por las entradas existentes a dichos recinto.

## 5.2 Recomendaciones

- Actualizar las matriz de riesgos laborales semestral o anualmente para que así sea renovado el Reglamento Interno de Seguridad como lo estipula la ley cada 2 años, y así obtener un seguimiento adecuado de los mismos; también la realización de capacitaciones en todos los ámbitos pertinentes como: riesgos laborales, uso adecuado de la vestimenta, EPP's, salud y cuidado familiar.
- En las áreas de fundición y extrusión de CEDAL S.A, no existe estrés térmico pero si una disconformidad térmica, se sugiere que en cada turno laboral exista un momento para refrescarse en cada zona de descanso, exista pausas activas para disminuir la tensión acumulada por el ejercicio del trabajo, técnicas de respiración para disminuir el estrés o ansiedad, controles médicos periódicos con respecto a al calor y otros riesgos laborales, también un apoyo entre compañeros en actividades de mayor esfuerzo.
- Para reducir el disconfort térmico existente en las dos áreas es conveniente tener un sistema de renovación de aire, para sí disminuir los índices de PMV Y PPD, especialmente en los turnos 1 y 2 de CEDAL S.A. y con ello otorgar una percepción del ambiente más adecuado para el trabajador, también como alternativas de reducción tenemos: material de aislamiento térmico en las fuentes productoras de calor y mantenimiento de la maquinaria.
- Evaluar por lo menos una vez al año el riesgo de confort térmico en las áreas de fundición y extrusión, aplicando los procedimientos anteriores y los criterios del Médico Ocupacional y Técnico de Seguridad Industrial, puesto que las condiciones cada año son distintas por diferentes factores como el cambio climático, incremento de la producción, vestimenta en general, entre otros.
- Evaluar otras fuentes de peligro por medio de otras aplicaciones, para así contribuir con el ambiente laboral de los trabajadores, también sería indispensable que el departamento de seguridad mantenga una vigilancia y seguimiento para dichas fuentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Ordunez, “Chronic Kidney Disease Epidemic in Central America: Urgent Public Health Action Is Needed amid Causal Uncertainty,” *América económica*, 2015.
- [2] N. F. Chaves-Barrantes and M. V. Gutiérrez-Soto, “Respuestas al estrés por calor en los cultivos. II. Tolerancia y tratamiento agronómico,” *Agron. Mesoam.*, vol. 28, no. 1, p. 255, 2016.
- [3] L. Argente, J. Garatuza, M. M. Armendáriz, E. A. Yépez, J. T. Arredondo, and J. González, “Estrés Térmico En Cultivo Del Trigo. Implicaciones Fisiológicas, Bioquímicas Y Agronómicas,” *Cultiv. Trop.*, vol. 38, no. 1, pp. 57–67, 2017.
- [4] A. Moffit, “La industria del hierro y el acero,” *Encicl. Salud Y Segur. En El Trab.*, vol. 3, p. 19, 2012.
- [5] DICYT, “Analizan los riesgos del estrés térmico en el trabajo,” *Agencia Iberoamericana*, 2014. [Online]. Available: <http://www.dicyt.com/viewNews.php?newsId=31152>. [Accessed: 02-Nov-2017].
- [6] M. Broncano, “El ambiente térmico en el puesto de trabajo,” *Observatorio de la Accesibilidad*, 2016. [Online]. Available: <https://www.observatoriodelaaccesibilidad.es/espacio-divulgativo/articulos/el-ambiente-termico-puesto-trabajo.html>. [Accessed: 02-Nov-2017].
- [7] Oficina Internacional del Trabajo., “Un futuro sin trabajo infantil : informe global con arreglo al seguimiento de la Declaración de la OIT relativa a los principios y derechos fundamentales en el trabajo,” 2002. [Online]. Available: [http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_008680/lang--es/index.htm](http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_008680/lang--es/index.htm). [Accessed: 28-Apr-2017].
- [8] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Trabajar con calor,” no. Ministerio de Empleo y Seguridad Social, p. 6, 2009.

- [9] Coordinación Empresarial, “Trabajar con calor aumenta el riesgo de accidentes de trabajo. Caso real trabajador de construcción,” pp. 3–5, 23-Jul-2013.
- [10] M. Z. Verdejo, V. de la O. Rivera, J. Maqueda, A. Almodovar, and E. Szumlakowski, “INSHT: Accidentes de trabajo por formas no traumáticas,” no. tabla 1, pp. 27–38, 1999.
- [11] V. Barajas, L. Montenegro, and E. Perdomo, “Temperaturas Extremas en el Ámbito Ocupacional,” Universidad CES Facultad de Medicina División de Salud Pública, 2013.
- [12] Proecuador - Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, “Análisis del sector metalmecánico,” 2013.
- [13] Asamblea Nacional Constituyente, *Constitución 2008*, no. Constitución de la República del Ecuador. 2008.
- [14] IESS, “Decreto Ejecutivo 2393-Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo,” 2010, p. 94.
- [15] C. Pérez and M. Córdova, “El gasto metabólico y la temperatura WBGT en el sistemas de trabajo de conductor de bus tipo Volkswagen 17210 de la carrocería modelo orión marca IMCE y su incidencia en el estrés térmico,” Universidad Técnica de Ambato, 2011.
- [16] J. Andrés and S. Stérling, “Artículo de Reflexión El Estrés Térmico Laboral : ¿ Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente ?,” vol. 5, no. 3, pp. 5–10, 2015.
- [17] A. Mazloumi, F. Golbabaie, S. Mahmood Khani, Z. Kazemi, M. Hosseini, M. Abbasinia, and S. Farhang Dehghan, “Evaluating Effects of Heat Stress on Cognitive Function among Workers in a Hot Industry.,” *Heal. Promot. Perspect.*, vol. 4, no. 2, pp. 240–6, 2014.
- [18] J. Schneider, A. T-c, and D. Joubert, “Research Findings to Action : Prevention of Heat Stress in Hot Climates,” 2012, no. March.
- [19] J. Castillo and A. Orozco, “Evaluación de un método de cálculo para estimar la

- carga de trabajo en trabajadores expuesto a condiciones térmicas extremas,” *Salud los Trab.*, vol. 18, no. 1, pp. 17–33, 2010.
- [20] C. Fag, “Estrés Térmico en Trabajadores Expuestos al Área de Fundición en una Empresa Metalmeccánica,” *Artículo Orig. Cienc. Trab. / AÑO NÚMERO*, vol. 15, no. 46, pp. 31–34, 2013.
- [21] L. Arce and K. Rojas, “Trabajadores costarricenses expuestos a sobrecarga térmica; implicaciones en la salud y la producción,” pp. 20–25, 2008.
- [22] Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, “Evaluación de Riesgos Laborales,” 2000. [Online]. Available: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias\\_Ev\\_Riesgos/Ficheros/Evaluacion\\_riesgos.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf).
- [23] Oficina Internacional del Trabajo, “Material de formación sobre evaluación y gestión de riesgos en el lugar de trabajo para pequeñas y medianas empresas,” 2013. .
- [24] J. Melorose, R. Perroy, and S. Careas, “Prevención De Riesgos Ergonómicos,” *Confed. Reg. Organ. Empres. Murcia*, vol. 1, pp. 1–11, 2015.
- [25] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Calor y Frio,” 2008.
- [26] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica : evaluación de los riesgos ( I ),” 2011. [Online]. Available: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/922w.pdf>.
- [27] American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), “Evaluación de Ambientes Térmicos. Metodologías.”
- [28] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “NTP 769: Ropa de protección : Requisitos generales,” 2007.
- [29] Satirnet, “Vestimenta,” 2015. [Online]. Available:

<http://www.satirnet.com/satirnet/2015/08/07/vestimenta/#sthash.CF8JnQAI.r mCPIYiL.dpbs>. [Accessed: 04-May-2017].

- [30] D. kris, “Calefacción con ropa interior térmica,” *LOW-TECH Mag.*, 2013.
- [31] R. Kirchner and A. Redaño, “Determinación del índice de estrés térmico WBGT,” 2013.
- [32] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “UNE-EN 27243: Ambientes calurosos: Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT (Temperatura húmeda y temperatura de globo),” *España: INSHT*, pp. 1–16, 1995.
- [33] E. M. Instruments, “Sper Scientific - 800036,” *WBGT Heat Stress M.*, 2015.
- [34] D. GROUP, “HD32.2 WBGT Index,” *Microclima WBGT*, pp. 288–291, 2013.
- [35] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Confort térmico,” *Erga*, no. 99, p. 2007, 2007.
- [36] M. Blender, “El confort térmico - Arquitectura y Energía,” *Administración*, 2015. [Online]. Available: <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-confort-termico/>. [Accessed: 07-May-2017].
- [37] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “UNE-EN ISO 7730: Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local,” *España: INSHT*, pp. 1–60, 2006.
- [38] Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A CEDAL, “Quiénes Somos | Cedal.” [Online]. Available: <http://www.cedal.com.ec/nosotros/quienes-somos.html>. [Accessed: 02-Jun-2017].
- [39] INSHT, “NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente,” *Minist. Trab. y Asuntos Soc. Españã; Inst. Nac. Secur. e Hig. en el Trab.*, p. 7, 1993.
- [40] U. Labor Occupational Safety and Health Program, “Heat Stress Safety

- Checklist \*,” 2006. [Online]. Available: <http://linux.geodatapub.com/shipwebpages/ppts/Heat Stress/Recognizing Hazard Checklist.pdf>.
- [41] S. G. de C. y E. de E. Evaluación, “Plan de Calidad del Ayuntamiento de Madrid,” 2011.
- [42] D. Frias-Navarro, “Alfa de Cronbach y consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida,” *Univ. Val.*, no. 2003, pp. 1–3, 2006.
- [43] D. GROUP, “DeltaLog 10.” 2013.
- [44] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación,” 1983.
- [45] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “NTP 387: Evaluación de las condiciones de trabajo: método del análisis ergonómico del puesto de trabajo,” *España: INSHT*, pp. 1–13, 2006.
- [46] R. Serena and R. Serena, “PSICROMETRIA,” *Procesos BIO*, pp. 351–366, 2014.
- [47] M. B. Lara Guillén, “Evaluación del bienestar térmico a través de la temperatura operativa,” 2011.
- [48] Y. Mo, H. Katayanagi, T. Suzuki, and I. Introduction, “Cálculo de incertidumbres y expresión de los resultados de las prácticas Ningún,” *Chem. Phys.*, vol. 110, no. 4, pp. 2029–2041, 1999.
- [49] Palau and Soler, “Manual Práctico de Ventilación,” *Real Farm. Española I Tomo. Madrid*, vol. 1, p. 347, 1997.
- [50] GREENHECK, “Fundamentos de Ventilación,” 2007.
- [51] GREENHECK, “Ventiladores Axiales para Paredes: Transmisión por Correa y Directa,” p. 36, 2004.
- [52] Comisión Honoraria para la Salud Cardiovascular, “Pausa Activa para

ambientes laborales,” 2014. [Online]. Available:  
<http://www.cardiosalud.org/programas/actividad-fisica-y-salud/pausa-activa-para-ambientes-laborales>. [Accessed: 22-Nov-2017].

## **ANEXOS**

**Anexo 1:** Matriz de evaluación de riesgos en el área de fundición CEDAL S.A.

			CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO LATACUNGA								
EMPRESA: CEDAL - LATACUNGA FECHA: 29/05/2017 ELABORADO POR: INVESTIGADOR			Código:			MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS					
ÁREA DE TRABAJO	SECCIÓN DE TRABAJO	ACTIVIDAD	RUTINARIA	NO RUTINARIA	EMERGENCIA	TIPO DE RIESGO	IDENTIFICACION DEL RIESGO	NIVELES			
								DEFICIENCIA	EXPOSICION	PROBABILIDAD	
FUNDICIÓN	Fusión en el horno	Recoger la chatarra - Montacargas	x			MECÁNICO	Corte en las manos por la manipulación de cuchillas del montacargas	2	1	2	
								Caídas a distinto nivel	2	2	4
			x			PSICOSOCIAL	Turnos rotativos (Alteración alimenticia)	2	3	6	
		x			QUÍMICO	Exposición a polvos	2	3	6		
		Colocar la chatarra en la cuchara	x			MECÁNICO	Caída de objetos a distinto nivel	2	1	2	
			x			FÍSICO	Ruido producido por máquinas-herramientas	2	3	6	
	Ingresar la chatarra al horno	x			FÍSICO	Radiación por calor	6	3	18		
	Preparar estructura para recolección de chatarra y/o escoria del proceso	Formar la estructura con la medida necesaria	x			FÍSICO	Ruido por el impacto del martillo y/o combo	2	1	2	
			x			MECÁNICO	Golpes y/o cortes por objetos o máquinas - herramientas	2	2	4	
		Soldar grietas y/o uniones de la estructura	x			ERGONÓMICO	Lesión o trastorno músculo-esquelético por posición forzada (parado)	2	2	4	
			x			ERGONÓMICO	Lesión o trastorno músculo-esquelético por posición forzada (parado, sentado)	2	2	4	
			x			QUÍMICO	Exposición a humos de soldadura	2	2	4	
			x			FÍSICO	Exposición a radiaciones ultravioletas, visibles e infrarrojos de soldadura	2	2	4	
	Proceso de la colada continua	Control de aleaciones en la colada	x			QUÍMICO	Inhalación de vapores de silicio y magnesio	6	3	18	
			x			FÍSICO	Radiación por calor	6	3	18	
			x			FÍSICO	Quemaduras por la exposición a la colada	6	2	12	
			x			PSICOSOCIAL	Turnos rotativos (Alteración alimenticia)	2	3	6	
	Mesa de moldes	Preparar y colocar el molde	x			MECÁNICO	Golpes y/o cortes por objetos o máquinas - herramientas	2	2	4	
			x			ERGONÓMICO	Lesión o trastorno músculo-esquelético por posición forzada (cuello, espalda)	2	2	4	
			x			QUÍMICO	Inhalación del vapor producido por el thinner	2	1	2	
	Proceso de casting	Solidificación	x			QUÍMICO	Inhalación del vapor producido por el cambio de estado	2	3	6	
			x			FÍSICO	Enfriamiento (Emanación de calor)	6	2	12	
			x			MECÁNICO	Apuntación o cortes por la sierra	6	2	12	

Anexo 2: Matriz de evaluación de riesgos en el área de extrusión CEDAL S.A.

			<b>CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO</b> <b>LATAACUNGA</b>								
EMPRESA: CEDAL - LATAACUNGA FECHA: 07/06/2017 ELABORADO POR: INVESTIGADOR			Código:			MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS					
ÁREA DE TRABAJO	SECCIÓN DE TRABAJO	ACTIVIDAD	RUTINARIA	NO RUTINARIA	EMERGENCIA	TIPO DE RIESGO	IDENTIFICACION DEL RIESGO	NIVELES DE VA			
								DEFICIENCIA	EXPOSICION	PROBABILIDAD	
EXTRUSIÓN	Preparación del horno de lingotes	Recoger los tochos - Montacargas	x			MECÁNICO	Corte en las manos por la manipulación de cuchillas del montacargas	2	1	2	
							Caída a distinto nivel	2	2	4	
			x			QUÍMICO	Exposición a polvos	2	2	4	
			Cocción del tocho	x			FÍSICO	Ruido producido por máquinas-herramientas	2	3	6
		x				FÍSICO	Radiación por calor	6	4	24	
		x				ERGONÓMICO	Uso de pantallas de visualización	1	2	2	
		x					Lesión o trastorno músculo-esquelético por posición forzada (cuello, espalda)	2	2	4	
		x				PSICOSOCIAL	Estrés (Trabajo bajo presión)	2	2	4	
					Turnos rotativos (Alteración alimenticia)		2	3	6		
			Cizalla de lingotes	x			MECÁNICO	Cortes por cizalla automática	2	3	6
		Prensado de tochos	Extrusión del tocho	x			MECÁNICO	Atrapamiento por la máquina - herramienta	2	2	4
				x			FÍSICO	Ruido producido por máquinas-herramientas	2	3	6
	x					FÍSICO	Radiación por calor	6	4	24	
	x					MECÁNICO	Caídas a distinto nivel	2	3	6	
	Mesa fija de salida	Enfriamiento de perfiles	x			FÍSICO	Quemaduras por manipulación de perfiles	2	3	6	
		Corte de perfiles	x			MECÁNICO	Cortes por cizalla	2	3	6	

Anexo 3: Lista de control del riesgo de estrés térmico

		<b>Lista de Control para el Estrés Debido al Calor</b>			
Heat Stress Safety Checklist - 8/16/06/					
<b>Reconocimiento del Peligro</b>				Si	No
¿Existe un Programa de Prevención de Lesiones y Enfermedades por escrito? El programa debe incluir instrucciones sobre como identificar y corregir peligros relacionados con la exposicion al calor.				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
¿Se han identificado las tareas laborales durante las cuales se está expuesto al calor?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Hay trabajos que se hacen afuera, en temperaturas altas? ¿Cuáles son los trabajos?				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
¿Cuánto calor hace? <i>Entre 18°C - 25°C</i>					
¿El calor es un problema durante todo el día?				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
¿El calor es un problema sólo durante una parte del día?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Hay trabajos que se hacen en áreas interiores donde hace mucho calor? ¿Cuáles son los trabajos? <i>TRABAJOS EN PRENSAS Y/O HORNOS DONDE LO TRABAJAN EN UNA CALOR</i>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Capacitación</b>					
¿Se les ha dado capacitación a los trabajadores con respecto a lo siguiente?					
Las precauciones a tomar para prevenir las enfermedades relacionadas con el calor (aclimatación, tomar líquidos, descansos).				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Los efectos para la salud del estrés debido al calor.				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cómo reconocer las señales y los síntomas de salpullido, calambres y agotamiento debido al calor, así como los de la insolación.				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cómo el alcohol y las drogas pueden aumentar el riesgo de enfermedades ocasionadas por el calor.				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
El uso correcto de la ropa protectora y del equipo de protección.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La importancia de avisarle de inmediato al supervisor si se presenta cualquier síntoma de enfermedades ocasionadas por el calor, tanto en uno mismo como en compañeros de trabajo.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los procedimientos del empleador para responder a los posibles síntomas de enfermedades ocasionadas por el calor.				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Los procedimientos para comunicarse con los servicios médicos de emergencia.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Prácticas de Trabajo</b>					
Monitorear la temperatura y la humedad del ambiente.				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Monitorear la temperatura de los trabajadores con un instrumento personal para medir el estrés debido al calor.				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Para los trabajos más calientes y laboriosos, rotar a los trabajadores para reducir el riesgo de estrés debido al calor.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cuando sea posible, asegurar que el trabajo mas laborioso se haga durante los tiempos más frescos del día (muy temprano en la mañana, o por la tarde cuando empiece a bajar el sol).				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Para los trabajadores nuevos que aun no estén acostumbrados al calor, asignar tareas más ligeras durante la primera semana de trabajo.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Asegurar que siempre haya agua potable limpia y fría disponible en el área de trabajo</b>					
Los trabajadores deben tomar un cuarto de galón de agua por hora o más, dependiendo de las condiciones de trabajo y de su nivel de esfuerzo.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Descansos</b>					
Los trabajadores que presenten síntomas de estrés debido al calor deben poder tomar un descanso de por lo menos cinco minutos en un área sombreada y con una buena ventilación.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Heat Stress Safety Checklist - 8/16/06/**

	Si	No
Utilizar el sistema de "compañeros" ("buddy system" -cuidarse unos a otros), entre los trabajadores, para reconocer entre ellos las señales de enfermedades ocasionadas por el calor (las cuales incluyen la debilidad, cambios en el ritmo de trabajo, mal humor, desorientación y cambios en el color de la piel).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Asegurar la disponibilidad de provisiones de primeros auxilios.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Asegurar que los trabajadores sepan cómo comunicarse con los servicios de emergencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Asegurar que los trabajadores sepan cómo reportar el lugar de trabajo a los servicios de emergencia y 911.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<i>Para ambientes exteriores</i> <b>Acceso a áreas sombreadas</b> Se debe proveer un área para los descansos y para cuando los trabajadores necesiten salir del sol. Los métodos preferidos para proveer sombra son: paraguas, toldos, carpas, árboles y/o estructuras estables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	-------------------------------------	--------------------------

<b>Ropa y Equipo de Protección Personal</b>		
Proveer ropas especiales enfriadas con agua o aire, y chalecos con hielo en temperaturas extremadamente altas.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Descansos frecuentes para los trabajadores que lleven equipo de protección personal muy caliente o caluroso	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
En condiciones de temperaturas muy altas, tomar los descansos en áreas con aire acondicionado, si es posible.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

<i>Para ambientes exteriores</i> Usar ropa holgada o no muy ajustada, de colores claros y telas ligeras como algodón, así como sombreros anchos para trabajar en el sol.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si la temperatura es de mas de 95° Fahrenheit (35 °C), usar camisas ligeras de manga larga y pantalones largos.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Para trabajar en el sol, usar productos de protección solar con un Factor de protección Solar (SPF, por sus siglas en ingles), de por lo menos 15.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**NOTA:** En algunos casos extremos, las enfermedades ocasionadas por el calor pueden presentar una amenaza mortal cuando el cuerpo no es capaz de enfriarse con su propio sudor. Use esta lista de control como guía para asesorar las posibilidades de que se presente el estrés debido al calor en su lugar de trabajo.

**\*\*Cal/OSHA requiere que todos los empleadores con lugares de trabajo exteriores tomen estas medidas para prevenir las enfermedades ocasionadas por el calor**

Anexo 4: Encuestas – Áreas de fundición y extrusión

ENCUESTA PARA EL RIESGO DEL ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR			
<b>I. Datos Generales</b>			
Nombre: <u>F. Lopez</u>		Sexo: (M) <input checked="" type="checkbox"/> (F) <input type="checkbox"/>	
Edad: <u>50</u>	Estatura (cm): <u>166</u>	Peso (Kg): <u>180 kg</u>	Periodo de tiempo en la empresa: <u>11 años</u>
<b>II. Cuestionario</b>			
1. ¿Ud. Tiene conocimiento sobre el riesgo del estrés térmico por calor?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	2. En general, ¿Ud. De qué forma percibe el ambiente en su puesto trabajo?	<input type="radio"/> Muy Caliente <input checked="" type="radio"/> Caliente <input type="radio"/> Tibia <input type="radio"/> Ligeramente tibia <input type="radio"/> Neutra <input type="radio"/> Ligeramente fría <input type="radio"/> Fría
3. ¿Piensa Ud. Que al estar expuesto a un exceso de calor esté influye en su desempeño laboral?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	4. ¿Cómo considera Ud. La actividad que realiza en su puesto de trabajo?	<input type="radio"/> Muy pesada <input type="radio"/> Pesada <input type="radio"/> Ligeramente pesada <input checked="" type="radio"/> Normal <input type="radio"/> Ligeramente liviana <input type="radio"/> Liviana <input type="radio"/> Muy liviana
5. ¿Piensa Ud. Que la ropa que utiliza es la adecuada para evitar que la temperatura afecte a su salud?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	6. ¿Desea Ud. Que la temperatura de su área de trabajo esté?	<input type="radio"/> Más cálida <input checked="" type="radio"/> Igual <input type="radio"/> Más fría
7. ¿Ud. Cree que está sometido a estrés térmico en su jornada laboral?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	8. ¿Durante su jornada laboral Ud. Hace uso de los EPP (equipos de protección personal) para trabajar con temperaturas elevadas?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

**Anexo 5:** Encuestas – Áreas de fundición y extrusión

<b>TABLA DE RESUMEN DE LOS DATOS PERSONALES DE LOS TRABAJADORES DE LAS ÁREAS DE FUNDICIÓN Y EXTRUSIÓN</b>					
<b>N°</b>	<b>Sexo</b>	<b>Edad</b>	<b>Estatura (cm)</b>	<b>Periodo de tiempo (años)</b>	<b>Peso (kg)</b>
1	Masculino	31	169	6	67
2	Masculino	50	166	11	81
3	Masculino	35	160	7	52
4	Masculino	34	160	8	60
5	Masculino	40	170	10	85
6	Masculino	53	165	15	70
7	Masculino	36	157	9	68
8	Masculino	29	165	2	66
9	Masculino	34	163	9	69
10	Masculino	43	162	17	81
11	Masculino	33	163	10	83
12	Masculino	35	170	14	66
13	Masculino	31	166	10	74
14	Masculino	43	165	4	70
15	Masculino	37	173	10	87
16	Masculino	44	168	24	62
17	Masculino	45	164	27	70
18	Masculino	32	168	14	74
19	Masculino	38	167	8	62
20	Masculino	39	172	14	82
21	Masculino	33	170	5	85
22	Masculino	28	169	3	68
23	Masculino	28	165	4	54
24	Masculino	40	177	12	82
25	Masculino	34	166	1	62
26	Masculino	42	169	16	82
27	Masculino	42	161	20	70
28	Masculino	38	160	1	68
29	Masculino	25	165	3	63
30	Masculino	44	164	18	71
31	Masculino	20	174	1	85
32	Masculino	39	165	5	78
33	Masculino	36	165	1	69
34	Masculino	26	170	2	68
35	Masculino	24	165	3	72
36	Masculino	40	168	20	78
37	Masculino	47	162	24	62
38	Masculino	48	168	20	74
39	Masculino	40	171	11	70
40	Masculino	35	169	10	78
41	Masculino	35	158	7	55
42	Masculino	34	168	3	66

## Anexo 6: Estadísticas de fiabilidad de las encuestas - IBM SPSS

```
NEW FILE.
DATASET NAME ConjuntoDatos1 WINDOW=FRONT.
RELIABILITY
  /VARIABLES=pr1 pr2 pr3 pr4 pr5 pr6
pr7 pr8 /SCALE('ALL VARIABLES') ALL
/MODEL=ALPHA.
```

### Fiabilidad

[ConjuntoDatos1]

### Escala: ALL VARIABLES

#### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	42	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	42	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

#### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.837	8

```
FRECUENCIAS VARIABLES=pr1 pr2 pr3 pr4 pr5 pr6 pr7 pr8
/STATISTICS=STDDEV
/HISTOGRAM NORMAL
/ORDER=ANALYSIS.
```

### Frecuencias

		¿Ud. Tiene conocimiento sobre el riesgo del estrés térmico por calor?	¿Ud. De qué forma percibe el ambiente en su puesto trabajo?	¿Piensa Ud. Que al estar expuesto a un exceso de calor está influye en su desempeño laboral?	¿Cómo considera Ud. La actividad que realiza en su puesto de trabajo?	¿Piensa Ud. Que la ropa que utiliza es la adecuada para evitar que la temperatura afecte a su salud?	¿Desea Ud. Que la temperatura de su área de trabajo esté?	¿Ud. Cree que está sometido a estrés térmico en su jornada laboral?	¿Durante su jornada laboral Ud. Hace uso de los EPP (equipos de protección personal) para trabajar con temperaturas elevadas?
N	Válido	42	42	42	42	42	42	42	42
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desviación estándar	,485	1,793	,354	,973	,497	,731	,431	,261

## Anexo 7: Estimación del aislamiento de la indumentaria, Software DeltaLog10

**Indumentaria** **Actividades**

**Composición indumentaria**

Ropa individual     Indumentaria de trabajo  
 Ropa en detalle     Indumentaria diaria

**Parámetro agregado - Indumentaria**

[Descripción]

Resistencia térmica [Valor] clo

**Varias**

- ... guantes gruesos, en
- ... medias gruesas hast
- ... medias gruesas hast
- ... medias finas al tobill
- ... zapatos de gamuza, :
- ... medias gruesas hast
- ... zuecos
- ... zapatos
- ... sombrero
- ... zapatos con suela vii
- ... pantuflas de lana
- ... deportivas con suela
- ... deportivas hasta el t
- ... deportivas hasta la p
- ... medias elegantes ha
- ... medias largas hasta
- ... medias largas hasta



**Tipo:** -  
**Cubierta:** 6 %  
**Composición:** poliamida  
**Resistencia térmica:** 0,08 CLO

**0,04 = Intimo calzoncillos, pie**  
**0,11 = Varias medias gruesas**  
**0,26 = Pantalones rectos, larg**  
**0,10 = Intimo de punto camise**  
**0,26 = Chaquetas, chaleco, de**  
**0,05 = Varias zapatos**  
**0,08 = Varias guantes gruesos**

Resistencia térmica: 0,9 CLO  
0 <= clo <= 2  
0,1395 m2C/W  
0 <= m2C/W <= 0,31

**Ambiente**

Ambiente moderado  
 Ambiente  
 Ambiente

**Tabla resumida**

**Resistencia térmica**

0,9 clo  
0 <= clo <= 2  
0,1395 m2C/W  
0 <= m2C/W <= 0,31

**Energía térmica metabólica**

0 met  
0,8 <= met <= 4  
0 W/m2  
46,52 <= m2C/W <= 232,6

**Rendimiento mecánico**

0 %  
0 <= % <= 25

**Indumentaria** **Actividades**

**Composición indumentaria**

Ropa individual     Indumentaria de trabajo  
 Ropa en detalle     Indumentaria diaria

**Parámetro agregado - Indumentaria**

[Descripción]

Resistencia térmica [Valor] clo

**Varias**

- ... zapatos con suela vii
- ... pantuflas de lana
- ... deportivas con suela
- ... deportivas hasta el t
- ... deportivas hasta la p
- ... medias elegantes ha
- ... medias largas hasta
- ... protección para los b
- ... delantal hasta las ro
- ... fuseaux ignifugo
- ... protección para braz
- ... sandalias vinilicas
- ... Prendas deportivas
- ... Faldas
- ... Vestidos
- ... Vestidos de noche
- ... Batas



**Tipo:** Tejido raso, ignifugo  
**Cubierta:** 43 %  
**Composición:** 100% algodón  
**Resistencia térmica:** 0,12 CLO

**0,04 = Intimo calzoncillos, pie**  
**0,11 = Varias medias gruesas**  
**0,26 = Pantalones rectos, larg**  
**0,10 = Intimo de punto camise**  
**0,26 = Chaquetas, chaleco, de**  
**0,05 = Varias zapatos**  
**0,08 = Varias guantes gruesos**  
**0,12 = Varias delantal hasta la**

Resistencia térmica: 1,02  
0 <= clo <= 2  
0,1581 m2C/W  
0 <= m2C/W <= 0,31

**Ambiente**

Ambiente moderado  
 Ambiente  
 Ambiente

**Tabla resumida**

**Resistencia térmica**

1,02 clo  
0 <= clo <= 2  
0,1581 m2C/W  
0 <= m2C/W <= 0,31

**Energía térmica metabólica**

0 met  
0,8 <= met <= 4  
0 W/m2  
46,52 <= m2C/W <= 232,6

**Rendimiento mecánico**

0 %  
0 <= % <= 25

**Indumentaria** **Actividades**

**Composición indumentaria**

Ropa individual     Indumentaria de trabajo  
 Ropa en detalle     Indumentaria diaria

**Parámetro agregado - Indumentaria**

[Descripción]

Resistencia térmica [Valor] clo

0,04 = Intimo calzoncillos, pie  
 0,11 = Varias medias gruesas  
 0,26 = Pantalones rectos, larg  
 0,10 = Intimo de punto camise  
 0,26 = Chaquetas, chaleco, de  
 0,05 = Varias zapatos  
 0,08 = Varias guantes gruesos  
 0,36 = Jerseys manga larga, c  
 0,32 = Pantalones de aislamie

**Tipo: Aislamiento térmico**  
**Cubierta: 44 %**  
**Composición: poliéster, poliamida**  
**Resistencia térmica: 0,32 CLO**

**Resistencia térmica: 1,58**  
**0 ≤ clo ≤ 2**  
**0,2449 m2C/W**  
**0 ≤ m2C/W ≤ 0,31**

**Ambiente**

Ambiente moderado  
 Ambiente  
 Ambiente

**Tabla resumida**

**Resistencia térmica**

1,58 clo

0 ≤ clo ≤ 2

0,2449 m2C/W

0 ≤ m2C/W ≤ 0,31

**Energía térmica metabólica**

0 met

0,8 ≤ met ≤ 4

0 W/m2

46,52 ≤ m2C/W ≤ 232,6

**Rendimiento mecánico**

0 %

0 ≤ % ≤ 25

**Anexo 8: Medida o estimación de la energía metabólica**

Clase	Rango de consumo metabólico, M		Valor a ser usado para el cálculo del consumo de oxígeno medio		Ejemplos
	Relativo a un área superficial de piel unidad $W/m^2$	Para un área superficial de piel media de $1,8 m^2$ $W$	$W/m^2$	$W$	
0 Descanso	$M \leq 65$	$M \leq 117$	65	117	Descanso
1 Consumo metabólico bajo	$65 < M \leq 130$	$117 < M \leq 234$	100	180	Sentado cómodamente: trabajo manual ligero (escribir, escribir a máquina, dibujar, coser, contabilidad); trabajo con manos y brazos (banco pequeño de herramientas, inspección, reunión o clasificación de materiales ligeros); trabajos con brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, operar con interruptores de pie o pedal)  Estar de pie; taladrar (pequeñas partes); máquinas de moler (pequeñas partes); bobinado de bobinas; bobinado de pequeñas herramientas; trabajo con herramientas de baja potencia, pasos ocasionales (velocidad hasta 3,5 km/h)
2	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	165	297	Trabajo sostenimiento con manos y brazos (martilleado, rellenado); trabajo con brazos y piernas

Consumo metabólico moderado					(camiones, tractores o equipo de construcción); trabajos con brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, ensamblaje de tractores, enyesar, manejo manual de material moderadamente pesado, escardar, manejo de azada, seleccionar frutas o verduras); empujar o tirar carretas o carretillas cargadas con pesos ligeros; caminar a una velocidad de 3,5 km/h a 5,5 km/h; forjar
3 Consumo metabólico alto	$200 < M \leq 260$	$360 < M \leq 468$	230	414	Trabajo intenso de brazos y tronco; transporte de material pesado; manejo de pala, serrar; tallado de madera dura; siega a mano; excavado; caminar a una velocidad de 5,5 km/h a 7 km/h.  Empujar o tirar carretas o carretillas cargadas con cargas muy pesadas, vaciar moldes de gravilla; tendido de bloque de hormigón
4 Consumo metabólico muy alto	$M > 260$	$M > 468$	290	522	Actividad muy intensa realizada con un ritmo forzado; trabajo con una hacha; manejo de pala o cavado intenso; subir escaleras, rampas, escalar; caminar rápidamente con pequeños pasos, correr, caminar a velocidad superior a 7 km/h

FUENTE UNE- EN 27243

**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

ITEM: 800036  
 Serial Number: 340053

Certificate Number: 151114072867  
 Date: 06/20/17

Sper Scientific Ltd. Certifies that this instrument has been verified in terms of the standards maintained at this laboratory, using instruments that are traceable to the U. S. National Institute of Standards and Technology, and are within the stated accuracy specification. The calibration uncertainty is presented at 95% confidence level, k=2. The calibration uncertainty is  $\pm 0.6\%$  RH and  $0.1^\circ\text{C}$ . Test procedures and supporting documentation are on file and available for inspection upon request

**Specifications:**

Temp. Range	0°C to 50°C (-32 to 122°F)	Hum. Range:	0% to 100%
Tem. Accuracy	$\pm 0.6^\circ\text{C}$ (1.2°F)	Hum. Accuracy:	$\pm 3.0$ RH at 25% C

**NIST Standard Testing Equipment Used:**

Manufacturer:	Model	Serial N°.	Date Due:	NIST Report MBW chilled mirror
Vaisala	HMP 133	P 340053	06/20/18	5011-0022 # 12212

In controlled temperatura room:

	Air Temp.	Humidity	Correction	
Vaisla	22.5°C	45.7%		
800036	22.8°C	46.4%	0.3°C	0.7%

In climate controlled test chamber:

	Air Temp.	Humidity	Correction	
Vaisla	26.7°C	47.1%		
800036	26.5°C	48.1%	0.2°C	1%

Relative Humidity: 38%  
 Temperature: 26°C

Date Due: 06/20/18  
 Test Report Line Number: 63067

**NIK VINNIKOV.**

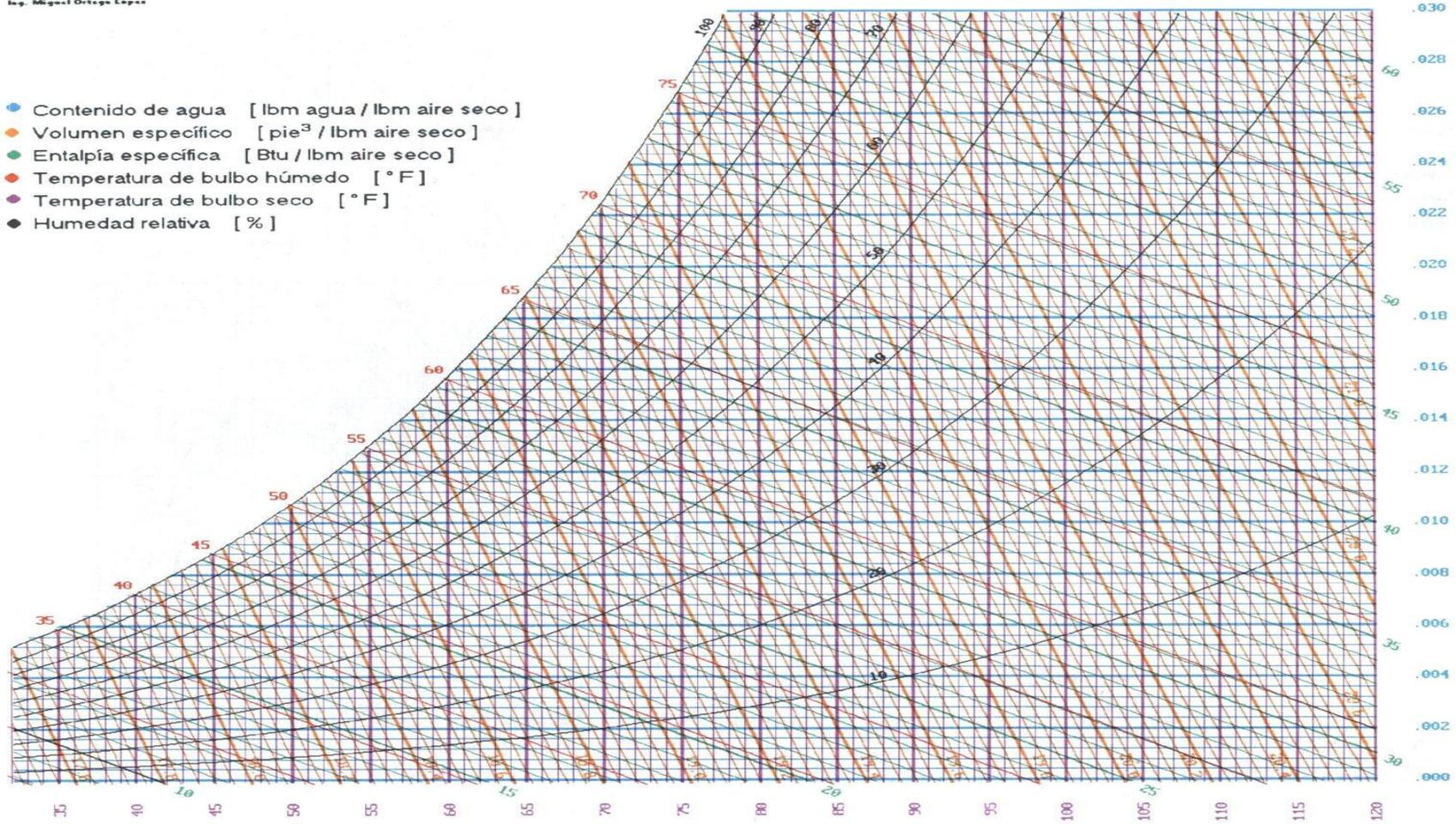
Supervisor-Quality Assurance  
 Sper Scientific

Anexo 10: Carta Psicométrica, Latacunga 2800 msnm



2800 m snm  
T° Normal

- Contenido de agua [ lbm agua / lbm aire seco ]
- Volumen específico [ pie<sup>3</sup> / lbm aire seco ]
- Entalpía específica [ Btu / lbm aire seco ]
- Temperatura de bulbo húmedo [ °F ]
- Temperatura de bulbo seco [ °F ]
- Humedad relativa [ % ]



Anexo 11: Mediciones de estrés térmico, Área de Fundición

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yánez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de Puertas	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,02	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:30	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	14,5	14,3	14,3	43,7	14,6	0,1	
2	12:00		14,7	14,4	14,3	43,0	14,3	0,2	
3	12:30		14,5	14,3	14,4	43,0	14,3	0,1	
1	11:30	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	26,1	26,4	26,4	78,6	26,2	0,2	
2	12:00		26,3	26,3	26,4	79,0	26,3	0,1	
3	12:30		26,2	26,3	26,6	79,4	26,5	0,2	
1	11:30	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	29,1	28,8	28,7	87,4	29,1	0,2	
2	12:00		29,3	29,1	29,1	87,0	29,0	0,1	
3	12:30		29,0	29,1	29,0	86,8	28,9	0,1	
1	11:30	Medida global WBGT °C	18,0	17,9	17,9	54,2	18,1	0,0	
2	12:00		18,2	18,0	17,9	53,8	17,9	0,1	
3	12:30		18,0	17,9	18,1	53,9	18,0	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>17,97</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yánez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Especialista	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,02	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:32	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,9	13,9	14,2	42,5	14,2	0,2	
2	12:02		14,0	13,8	14,2	42,4	14,1	0,2	
3	12:32		14,6	14,7	14,9	43,3	14,4	0,2	
1	11:32	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	26,6	27,0	28,0	79,8	26,6	0,7	
2	12:02		26,4	26,8	27,7	81,0	27,0	0,7	
3	12:32		26,8	27,2	28,3	84,0	28,0	0,8	
1	11:32	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	28,2	28,2	28,1	85,1	28,4	0,1	
2	12:02		28,4	28,5	28,3	85,2	28,4	0,1	
3	12:32		28,5	28,5	28,4	84,8	28,3	0,1	
1	11:32	Medida global WBGT°C	17,7	17,8	18,3	53,7	17,9	0,3	
2	12:02		17,7	17,7	18,3	54,0	18,0	0,3	
3	12:32		18,3	18,5	18,9	55,5	18,5	0,3	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>18,10</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de sierra loma	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:34	Temperatura húmeda natural, tnw °C	13,8	13,6	14,2	43,0	14,3	0,3	
2	12:04		14,8	14,6	14,5	42,4	14,1	0,2	
3	12:34		14,4	14,2	14,1	42,8	14,3	0,2	
1	11:34	Temperatura de globo, tg°C	24,9	24,7	24,6	75,6	25,2	0,2	
2	12:04		25,6	25,5	25,4	75,0	25,0	0,1	
3	12:34		25,1	24,8	24,7	74,7	24,9	0,2	
1	11:34	Temperatura del aire, ta°C	27,3	27,2	27,1	82,6	27,5	0,1	
2	12:04		27,5	27,6	27,4	82,6	27,5	0,1	
3	12:34		27,8	27,8	27,6	82,1	27,4	0,1	
1	11:34	Medida global WBGT°C	17,1	16,9	17,3	52,8	17,6	0,2	
2	12:04		18,0	17,9	17,8	52,2	17,4	0,1	
3	12:34		17,6	17,4	17,3	52,4	17,5	0,2	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>17,46</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de montacargas	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,02	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:36	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,2	13,4	13,9	39,6	13,2	0,4	
2	12:06		13,1	13,2	13,7	39,8	13,3	0,3	
3	12:36		13,3	13,2	13,1	40,7	13,6	0,1	
1	11:36	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	26,7	27,8	28,9	79,7	26,6	1,1	
2	12:06		26,4	26,6	28,4	80,9	27,0	1,1	
3	12:36		26,6	26,5	28,1	85,4	28,5	0,9	
1	11:36	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	26,2	26,4	26,6	79,2	26,4	0,2	
2	12:06		26,4	26,5	26,6	79,5	26,5	0,1	
3	12:36		26,6	26,6	26,3	79,5	26,5	0,2	
1	11:36	Medida global WBGT °C	17,3	17,7	18,4	51,6	17,2	0,6	
2	12:06		17,1	17,2	18,1	52,1	17,4	0,6	
3	12:36		17,3	17,2	17,6	54,1	18,0	0,2	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>17,50</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Supervisor	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:38	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	12,8	12,8	12,9	38,7	12,9	0,1	
2	12:08		12,9	13,2	13,3	39,1	13,0	0,2	
3	12:38		13,0	13,1	13,1	39,3	13,1	0,1	
1	11:38	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	25,9	25,7	25,4	78,1	26,0	0,3	
2	12:08		26,1	26,3	26,2	78,2	26,1	0,1	
3	12:38		26,1	26,2	26,4	78,0	26,0	0,2	
1	11:38	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	24,6	24,4	24,2	74,1	24,7	0,2	
2	12:08		24,8	24,7	24,7	73,7	24,6	0,1	
3	12:38		24,7	24,6	24,7	73,6	24,5	0,1	
1	11:38	Medida global WBGT °C	16,7	16,7	16,7	50,5	16,8	0,0	
2	12:08		16,9	17,1	17,2	50,8	16,9	0,2	
3	12:38		16,9	17,0	17,1	50,9	17,0	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>16,92</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Especialista	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,02	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:02	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	17,0	17,4	18,1	50,9	17,0	0,6	
2	16:32		16,9	17,6	18,2	52,5	17,5	0,7	
3	17:02		17,0	17,5	18,2	54,5	18,2	0,6	
1	16:02	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	29,6	29,7	30,5	88,5	29,5	0,5	
2	16:32		29,5	30,7	30,7	91,0	30,3	0,7	
3	17:02		29,4	30,6	30,8	92,0	30,7	0,8	
1	16:02	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	29,7	29,9	30,8	88,7	29,6	0,6	
2	16:32		29,6	29,8	30,6	89,5	29,8	0,5	
3	17:02		29,4	29,8	30,5	91,9	30,6	0,6	
1	16:02	Medida global WBGT°C	20,8	21,1	21,8	62,2	20,7	0,5	
2	16:32		20,7	21,5	22,0	64,1	21,4	0,6	
3	17:02		20,7	21,4	22,0	65,8	21,9	0,6	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>21,34</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de sierra loma	<b>Área:</b> Fundición	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:04	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	14,4	14,3	14,4	43,1	14,4	0,1	
2	16:34		14,4	14,4	14,5	43,0	14,3	0,1	
3	17:04		14,3	14,3	14,2	43,1	14,4	0,1	
1	16:04	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	26,7	25,9	25,6	79,7	26,6	0,6	
2	16:34		26,6	26,1	25,8	77,8	25,9	0,4	
3	17:04		26,4	25,8	25,4	76,8	25,6	0,5	
1	16:04	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	25,6	25,5	25,4	76,2	25,4	0,1	
2	16:34		25,4	25,4	25,2	76,2	25,4	0,1	
3	17:04		25,2	25,3	25,1	75,7	25,2	0,1	
1	16:04	Medida global WBGT°C	18,1	17,8	17,8	54,1	18,0	0,2	
2	16:34		18,1	17,9	17,9	53,4	17,8	0,1	
3	17:04		17,9	17,8	17,6	53,2	17,7	0,2	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>17,85</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de montacargas	<b>Área:</b> Fundición	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 1,02	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:06	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	15,4	15,6	15,8	46,2	15,4	0,2	
2	16:36		15,5	15,6	15,7	46,6	15,5	0,1	
3	17:06		15,3	15,4	15,6	47,1	15,7	0,2	
1	16:06	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	25,6	26,3	26,9	76,6	25,5	0,7	
2	16:36		25,7	26,5	26,7	79,0	26,3	0,5	
3	17:06		25,3	26,2	26,4	80,0	26,7	0,6	
1	16:06	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	27,5	27,7	28,5	82,6	27,5	0,5	
2	16:36		27,7	27,8	28,2	83,0	27,7	0,3	
3	17:06		27,4	27,5	27,9	84,6	28,2	0,3	
1	16:06	Medida global WBGT °C	18,5	18,8	19,1	55,3	18,4	0,3	
2	16:36		18,6	18,9	19,0	56,3	18,8	0,2	
3	17:06		18,3	18,6	18,8	57,0	19,0	0,3	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>18,74</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Supervisor	<b>Área:</b> Fundición	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:08	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	15,0	15,0	14,9	44,5	14,8	0,1	
2	16:38		14,8	14,8	14,6	44,4	14,8	0,1	
3	17:08		14,7	14,6	14,6	44,1	14,7	0,1	
1	16:08	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	24,2	24,3	24,3	72,7	24,2	0,1	
2	16:38		24,6	24,8	24,5	72,9	24,3	0,2	
3	17:08		23,9	23,8	23,9	72,7	24,2	0,1	
1	16:08	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	25,5	25,5	25,4	75,9	25,3	0,1	
2	16:38		25,3	25,4	25,2	75,9	25,3	0,1	
3	17:08		25,1	25,0	25,0	75,6	25,2	0,1	
1	16:08	Medida global WBGT °C	17,8	17,8	17,7	53,0	17,7	0,0	
2	16:38		17,7	17,8	17,6	53,0	17,7	0,1	
3	17:08		17,5	17,4	17,4	52,7	17,6	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>17,63</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de puertas	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,7	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:30	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,3	13,5	13,8	39,6	13,2	0,3	
2	2:00		13,2	13,4	13,9	40,2	13,4	0,4	
3	2:30		13,1	13,3	13,7	41,4	13,8	0,3	
1	1:30	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	16,4	17,5	18,4	49,3	16,4	1,0	
2	2:00		16,6	17,4	18,3	52,2	17,4	0,9	
3	2:30		16,3	17,3	18,1	54,8	18,3	0,9	
1	1:30	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	20,4	20,6	20,6	60,9	20,3	0,1	
2	2:00		20,3	20,5	20,6	61,5	20,5	0,2	
3	2:30		20,2	20,4	20,5	61,7	20,6	0,2	
1	1:30	Medida global WBGT °C	14,2	14,7	15,2	42,5	14,2	0,5	
2	2:00		14,2	14,6	15,2	43,8	14,6	0,5	
3	2:30		14,1	14,5	15,0	45,4	15,1	0,5	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>14,63</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Especialista	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,7	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:32	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	14,3	14,5	15,1	42,8	14,3	0,4	
2	2:02		14,4	14,7	15,1	43,4	14,5	0,4	
3	2:32		14,1	14,2	14,8	45,0	15,0	0,4	
1	1:32	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	28,3	28,3	29,5	84,4	28,1	0,7	
2	2:02		28,5	28,6	29,4	84,6	28,2	0,5	
3	2:32		27,6	27,7	28,9	87,8	29,3	0,7	
1	1:32	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	20,1	20,1	20,9	60,1	20,0	0,5	
2	2:02		20,2	20,3	20,8	60,3	20,1	0,3	
3	2:32		19,8	19,9	20,5	62,2	20,7	0,4	
1	1:32	Medida global WBGT °C	18,5	18,6	19,4	55,3	18,4	0,5	
2	2:02		18,6	18,9	19,4	55,8	18,6	0,4	
3	2:32		18,2	18,3	19,0	57,8	19,3	0,5	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>18,72</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de sierra loma	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:34	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,8	13,7	14,2	40,8	13,6	0,3	
2	2:04		13,6	13,4	13,9	40,3	13,4	0,3	
3	2:34		13,4	13,2	13,7	41,8	13,9	0,3	
1	1:34	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	18,6	18,1	17,8	55,3	18,4	0,4	
2	2:04		18,4	17,9	17,8	53,7	17,9	0,3	
3	2:34		18,3	17,7	17,6	53,2	17,7	0,4	
1	1:34	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	20,6	20,5	20,9	61,3	20,4	0,2	
2	2:04		20,4	20,3	20,7	61,0	20,3	0,2	
3	2:34		20,3	20,2	20,5	62,1	20,7	0,2	
1	1:34	Medida global WBGT °C	15,2	15,0	15,3	45,2	15,1	0,1	
2	2:04		15,0	14,8	15,1	44,3	14,8	0,2	
3	2:34		14,9	14,6	14,9	45,2	15,1	0,2	
ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT							<b>14,92</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de montacargas	<b>Área:</b> Fundición	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 1,7	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:36	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	15,7	15,8	16,2	46,5	15,5	0,3	
2	2:06		15,5	15,7	16,0	47,0	15,7	0,3	
3	2:36		15,3	15,5	15,8	48,0	16,0	0,3	
1	1:36	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	41,2	41,1	43,7	122,9	41,0	1,5	
2	2:06		40,9	40,9	43,5	122,7	40,9	1,5	
3	2:36		40,8	40,7	43,3	130,5	43,5	1,5	
1	1:36	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	21,6	22,0	22,8	64,3	21,4	0,6	
2	2:06		21,4	21,9	22,7	65,6	21,9	0,7	
3	2:36		21,3	21,7	22,5	68,0	22,7	0,6	
1	1:36	Medida global WBGT °C	23,4	23,4	24,5	69,4	23,1	0,6	
2	2:06		23,1	23,3	24,3	69,7	23,2	0,6	
3	2:36		23,0	23,1	24,1	72,8	24,3	0,6	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>23,47</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Supervisor	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:38	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	10,7	11,3	11,5	32,2	10,7	0,4	
2	2:08		10,9	11,4	11,4	33,9	11,3	0,3	
3	2:38		10,6	11,2	11,3	34,2	11,4	0,4	
1	1:38	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	15,6	16,3	16,9	46,9	15,6	0,7	
2	2:08		15,5	16,2	16,8	48,8	16,3	0,7	
3	2:38		15,8	16,3	16,8	50,5	16,8	0,5	
1	1:38	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	17,1	17,6	18,0	51,2	17,1	0,5	
2	2:08		17,2	17,8	18,1	52,9	17,6	0,5	
3	2:38		16,9	17,5	17,9	54,0	18,0	0,5	
1	1:38	Medida global WBGT°C	12,2	12,8	13,1	36,6	12,2	0,5	
2	2:08		12,3	12,8	13,0	38,4	12,8	0,4	
3	2:38		12,2	12,7	13,0	39,1	13,0	0,4	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>12,70</b>		

Anexo 12: Mediciones de estrés térmico, Área de Extrusión

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de prensa	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:30	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	14,2	14,2	14,3	42,9	14,3	0,1	
2	12:00		14,3	14,4	14,4	43,0	14,3	0,1	
3	12:30		14,4	14,4	14,5	43,2	14,4	0,1	
1	11:30	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	29,1	29,1	29,1	87,8	29,3	0,0	
2	12:00		29,3	29,5	29,5	88,2	29,4	0,1	
3	12:30		29,4	29,6	29,6	88,2	29,4	0,1	
1	11:30	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	26,6	26,6	26,7	80,1	26,7	0,1	
2	12:00		26,7	26,8	26,8	80,2	26,7	0,1	
3	12:30		26,8	26,8	26,8	80,3	26,8	0,0	
1	11:30	Medida global WBGT °C	18,7	18,7	18,7	56,4	18,8	0,0	
2	12:00		18,8	18,9	18,9	56,6	18,9	0,1	
3	12:30		18,9	19,0	19,0	56,7	18,9	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>18,85</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Ayudante de prensa	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:32	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,1	13,2	13,3	39,5	13,2	0,1	
2	12:02		13,2	13,3	13,5	39,9	13,3	0,2	
3	12:32		13,2	13,4	13,6	40,4	13,5	0,2	
1	11:32	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	26,9	28,6	28,9	81,2	27,1	1,1	
2	12:02		27,1	28,7	29,0	85,9	28,6	1,0	
3	12:32		27,2	28,6	29,1	87,0	29,0	1,0	
1	11:32	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	25,2	25,2	25,4	76,2	25,4	0,1	
2	12:02		25,4	25,5	25,7	76,3	25,4	0,2	
3	12:32		25,6	25,6	25,8	76,9	25,6	0,1	
1	11:32	Medida global WBGT°C	17,2	17,8	18,0	52,0	17,3	0,4	
2	12:02		17,4	17,9	18,2	53,7	17,9	0,4	
3	12:32		17,4	18,0	18,3	54,4	18,1	0,4	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>17,82</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de estiradora fija	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:34	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,8	13,8	14,0	41,6	13,9	0,1	
2	12:04		14,0	14,2	14,2	41,9	14,0	0,1	
3	12:34		13,8	13,9	13,9	42,1	14,0	0,1	
1	11:34	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	30,4	30,3	29,2	91,6	30,5	0,7	
2	12:04		30,7	30,7	29,8	91,6	30,5	0,5	
3	12:34		30,5	30,6	29,9	88,9	29,6	0,4	
1	11:34	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	25,8	25,9	26,3	77,8	25,9	0,3	
2	12:04		26,1	26,2	26,4	78,2	26,1	0,2	
3	12:34		25,9	26,1	26,3	79,0	26,3	0,2	
1	11:34	Medida global WBGT°C	18,8	18,8	18,6	56,6	18,9	0,1	
2	12:04		19,0	19,2	18,9	56,8	18,9	0,1	
3	12:34		18,8	18,9	18,7	56,1	18,7	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>18,86</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de estiradora móvil	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:36	Temperatura húmeda natural, tnw °C	13,9	13,9	14,1	41,8	13,9	0,1	
2	12:06		14,0	14,1	14,2	41,9	14,0	0,1	
3	12:36		13,9	13,9	14,0	42,3	14,1	0,1	
1	11:36	Temperatura de globo, tg°C	26,2	26,3	26,5	78,9	26,3	0,2	
2	12:06		26,4	26,5	26,7	79,1	26,4	0,2	
3	12:36		26,3	26,3	26,4	79,6	26,5	0,1	
1	11:36	Temperatura del aire, ta°C	27,7	27,8	27,7	83,7	27,9	0,1	
2	12:06		28,1	28,1	28,2	83,8	27,9	0,1	
3	12:36		27,9	27,9	28,0	83,9	28,0	0,1	
1	11:36	Medida global WBGT°C	17,6	17,6	17,8	52,9	17,6	0,1	
2	12:06		17,7	17,8	18,0	53,1	17,7	0,1	
3	12:36		17,6	17,6	17,7	53,5	17,8	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>17,71</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Supervisor	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:38	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,2	13,2	13,3	39,9	13,3	0,1	
2	12:08		13,3	13,1	13,3	39,6	13,2	0,1	
3	12:38		13,4	13,3	13,4	40,0	13,3	0,1	
1	11:38	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	25,0	25,1	25,4	75,5	25,2	0,2	
2	12:08		25,3	25,4	25,5	75,8	25,3	0,1	
3	12:38		25,2	25,3	25,3	76,2	25,4	0,1	
1	11:38	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	25,2	25,2	25,2	76,1	25,4	0,0	
2	12:08		25,4	24,5	24,5	75,2	25,1	0,5	
3	12:38		25,5	25,5	25,6	75,3	25,1	0,1	
1	11:38	Medida global WBGT °C	16,7	16,8	16,9	50,6	16,9	0,1	
2	12:08		16,9	16,8	17,0	50,5	16,8	0,1	
3	12:38		16,9	16,9	17,0	50,9	17,0	0,0	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>16,86</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de sierra	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:40	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,3	13,5	13,6	40,6	13,5	0,2	
2	12:10		13,7	13,7	13,9	40,8	13,6	0,1	
3	12:40		13,6	13,6	13,8	41,3	13,8	0,1	
1	11:40	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	27,5	28,1	28,9	82,9	27,6	0,7	
2	12:10		27,8	28,6	29,4	84,7	28,2	0,8	
3	12:40		27,6	28,0	28,8	87,1	29,0	0,6	
1	11:40	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	26,1	26,1	26,2	78,7	26,2	0,1	
2	12:10		26,3	26,3	26,5	78,8	26,3	0,1	
3	12:40		26,3	26,4	26,4	79,1	26,4	0,1	
1	11:40	Medida global WBGT °C	17,6	17,9	18,2	53,3	17,8	0,3	
2	12:10		17,9	18,2	18,6	54,0	18,0	0,3	
3	12:40		17,8	17,9	18,3	55,0	18,3	0,3	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>18,02</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Ayudante de Sierra 1	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:42	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,2	13,8	13,7	39,6	13,2	0,3	
2	12:12		13,3	13,8	13,9	41,3	13,8	0,3	
3	12:42		13,1	13,7	13,8	41,4	13,8	0,4	
1	11:42	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	25,6	25,2	25,3	76,7	25,6	0,2	
2	12:12		25,7	25,4	25,4	75,7	25,2	0,2	
3	12:42		25,4	25,1	25,2	75,9	25,3	0,2	
1	11:42	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	25,9	26,8	26,7	77,8	25,9	0,5	
2	12:12		26,1	26,7	26,9	80,2	26,7	0,4	
3	12:42		25,8	26,7	26,4	80,0	26,7	0,5	
1	11:42	Medida global WBGT °C	16,9	17,2	17,2	50,7	16,9	0,2	
2	12:12		17,0	17,3	17,4	51,6	17,2	0,2	
3	12:42		16,8	17,1	17,2	51,8	17,3	0,2	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>17,14</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Ayudante de Sierra 2	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:44	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,7	13,9	13,9	42,2	14,1	0,1	
2	12:14		14,3	14,3	14,4	42,5	14,2	0,1	
3	12:44		14,2	14,3	14,5	42,8	14,3	0,2	
1	11:44	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	25,1	25,2	25,3	75,8	25,3	0,1	
2	12:14		25,3	25,5	25,8	76,2	25,4	0,3	
3	12:44		25,4	25,5	25,7	76,8	25,6	0,2	
1	11:44	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	26,6	26,5	26,5	80,2	26,7	0,1	
2	12:14		26,8	26,8	26,9	80,1	26,7	0,1	
3	12:44		26,8	26,8	27,0	80,4	26,8	0,1	
1	11:44	Medida global WBGT °C	17,1	17,3	17,3	52,3	17,4	0,1	
2	12:14		17,6	17,7	17,8	52,6	17,5	0,1	
3	12:44		17,6	17,7	17,9	53,0	17,7	0,2	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>17,54</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de montacargas	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:46	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,1	13,6	13,8	39,4	13,1	0,4	
2	12:16		13,1	13,7	14,0	41,3	13,8	0,5	
3	12:46		13,2	14,0	14,2	42,0	14,0	0,5	
1	11:46	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	28,1	27,8	27,2	84,6	28,2	0,5	
2	12:16		28,2	27,9	27,4	83,8	27,9	0,4	
3	12:46		28,3	28,1	28,4	83,0	27,7	0,2	
1	11:46	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	26,6	26,6	26,6	80,0	26,7	0,0	
2	12:16		26,7	26,9	26,9	80,6	26,9	0,1	
3	12:46		26,7	27,1	27,3	80,8	26,9	0,3	
1	11:46	Medida global WBGT °C	17,6	17,9	17,8	53,0	17,7	0,1	
2	12:16		17,6	18,0	18,0	54,1	18,0	0,2	
3	12:46		17,7	18,2	18,5	54,3	18,1	0,4	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>17,95</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Ayudante de prensa	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:02	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,1	13,3	13,6	40,0	13,3	0,3	
2	16:32		13,4	13,6	13,8	40,7	13,6	0,2	
3	17:02		13,5	13,8	13,7	41,1	13,7	0,2	
1	16:02	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	24,8	24,8	25,6	75,4	25,1	0,5	
2	16:32		25,2	25,6	26,9	77,1	25,7	0,9	
3	17:02		25,4	26,7	26,3	78,8	26,3	0,7	
1	16:02	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	25,6	25,8	26,5	78,0	26,0	0,5	
2	16:32		26,1	26,4	27,1	79,3	26,4	0,5	
3	17:02		26,3	27,1	27,3	80,9	27,0	0,5	
1	16:02	Medida global WBGT °C	16,6	16,8	17,2	50,6	16,9	0,3	
2	16:32		16,9	17,2	17,7	51,6	17,2	0,4	
3	17:02		17,1	17,7	17,5	52,4	17,5	0,3	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>17,19</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de estiradora móvil	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:04	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,8	14,0	14,5	42,3	14,1	0,4	
2	16:34		14,1	14,5	14,5	42,9	14,3	0,2	
3	17:04		14,4	14,4	14,5	43,5	14,5	0,1	
1	16:04	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	28,9	28,1	29,3	88,1	29,4	0,6	
2	16:34		29,3	29,9	30,1	88,2	29,4	0,4	
3	17:04		29,9	30,2	30,4	89,8	29,9	0,3	
1	16:04	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	27,6	27,9	28,2	83,6	27,9	0,3	
2	16:34		27,9	28,4	28,6	84,6	28,2	0,4	
3	17:04		28,1	28,3	28,5	85,3	28,4	0,2	
1	16:04	Medida global WBGT°C	18,3	18,2	18,9	56,0	18,7	0,4	
2	16:34		18,7	19,1	19,2	56,5	18,8	0,3	
3	17:04		19,1	19,1	19,3	57,4	19,1	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>18,87</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de estiradora fija	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:06	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	14,3	14,3	14,2	43,0	14,3	0,1	
2	16:36		14,4	14,4	14,3	43,1	14,4	0,1	
3	17:06		14,3	14,4	14,3	42,8	14,3	0,1	
1	16:06	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	27,6	27,8	27,7	82,6	27,5	0,1	
2	16:36		27,3	27,4	27,4	83,0	27,7	0,1	
3	17:06		27,7	27,8	27,8	82,9	27,6	0,1	
1	16:06	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	26,5	26,5	26,4	79,9	26,6	0,1	
2	16:36		26,8	26,7	26,7	79,8	26,6	0,1	
3	17:06		26,6	26,6	26,5	79,6	26,5	0,1	
1	16:06	Medida global WBGT°C	18,3	18,4	18,3	54,9	18,3	0,1	
2	16:36		18,3	18,3	18,2	55,1	18,4	0,0	
3	17:06		18,3	18,4	18,4	54,8	18,3	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>18,32</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Supervisor	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:08	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	12,9	13,3	13,4	39,6	13,2	0,3	
2	16:38		13,4	13,6	13,6	40,4	13,5	0,1	
3	17:08		13,3	13,5	13,4	40,4	13,5	0,1	
1	16:08	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	23,8	24,4	24,8	71,5	23,8	0,5	
2	16:38		23,9	24,2	24,5	72,9	24,3	0,3	
3	17:08		23,8	24,3	24,9	74,2	24,7	0,6	
1	16:08	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	23,8	24,2	24,4	71,3	23,8	0,3	
2	16:38		23,9	24,2	24,5	72,3	24,1	0,3	
3	17:08		23,6	23,9	24,1	73,0	24,3	0,3	
1	16:08	Medida global WBGT °C	16,2	16,6	16,8	49,2	16,4	0,3	
2	16:38		16,6	16,8	16,9	50,2	16,7	0,2	
3	17:08		16,5	16,7	16,9	50,5	16,8	0,2	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>16,67</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de sierra	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:10	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	14,4	14,5	14,5	43,5	14,5	0,1	
2	16:40		14,7	14,7	14,6	43,6	14,5	0,1	
3	17:10		14,4	14,4	14,5	43,6	14,5	0,1	
1	16:10	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	26,5	26,3	26,3	79,8	26,6	0,1	
2	16:40		26,7	26,4	26,2	79,2	26,4	0,3	
3	17:10		26,6	26,5	26,3	78,8	26,3	0,2	
1	16:10	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	26,3	26,4	26,5	79,3	26,4	0,1	
2	16:40		26,6	26,5	26,3	79,3	26,4	0,2	
3	17:10		26,4	26,4	26,2	79,0	26,3	0,1	
1	16:10	Medida global WBGT °C	18,0	18,0	18,0	54,4	18,1	0,0	
2	16:40		18,3	18,2	18,1	54,3	18,1	0,1	
3	17:10		18,1	18,0	18,0	54,2	18,1	0,0	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>18,09</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edisson Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Ayudante de Sierra 1	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:12	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,5	13,8	13,9	41,4	13,8	0,2	
2	16:42		14,1	14,4	14,7	42,3	14,1	0,3	
3	17:12		13,8	14,1	14,5	43,1	14,4	0,4	
1	16:12	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	26,1	26,4	26,2	78,7	26,2	0,2	
2	16:42		26,4	26,8	26,6	79,9	26,6	0,2	
3	17:12		26,2	26,7	26,7	79,5	26,5	0,3	
1	16:12	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	25,3	25,6	25,6	76,8	25,6	0,2	
2	16:42		25,9	26,1	26,2	77,6	25,9	0,2	
3	17:12		25,6	25,9	26,1	77,9	26,0	0,3	
1	16:12	Medida global WBGT °C	17,3	17,6	17,6	52,6	17,5	0,2	
2	16:42		17,8	18,1	18,3	53,6	17,9	0,2	
3	17:12		17,5	17,9	18,2	54,0	18,0	0,3	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>17,81</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Ayudante de Sierra 2	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:14	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,6	13,6	13,8	40,3	13,4	0,1	
2	16:44		13,4	13,5	13,7	40,4	13,5	0,2	
3	17:14		13,3	13,3	13,6	41,1	13,7	0,2	
1	16:14	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	26,3	26,5	26,2	79,1	26,4	0,2	
2	16:44		26,3	26,6	26,4	79,7	26,6	0,2	
3	17:14		26,5	26,6	26,3	78,9	26,3	0,2	
1	16:14	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	25,5	25,6	25,8	75,9	25,3	0,2	
2	16:44		25,1	25,3	25,4	76,2	25,4	0,2	
3	17:14		25,3	25,3	25,4	76,6	25,5	0,1	
1	16:14	Medida global WBGT °C	17,4	17,5	17,5	51,9	17,3	0,1	
2	16:44		17,3	17,4	17,5	52,2	17,4	0,1	
3	17:14		17,3	17,3	17,4	52,4	17,5	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>17,40</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de montacargas	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:16	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,3	13,3	13,5	40,0	13,3	0,1	
2	16:46		13,3	13,4	13,4	40,1	13,4	0,1	
3	17:16		13,4	13,4	13,5	40,4	13,5	0,1	
1	16:16	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	27,8	27,8	28,2	83,3	27,8	0,2	
2	16:46		27,6	27,9	28,3	83,8	27,9	0,4	
3	17:16		27,9	28,1	28,5	85,0	28,3	0,3	
1	16:16	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	27,3	27,3	27,5	82,3	27,4	0,1	
2	16:46		27,4	27,5	27,5	82,6	27,5	0,1	
3	17:16		27,6	27,8	27,7	82,7	27,6	0,1	
1	16:16	Medida global WBGT °C	17,7	17,7	17,9	53,0	17,7	0,2	
2	16:46		17,6	17,8	17,9	53,2	17,7	0,1	
3	17:16		17,8	17,8	18,0	53,8	17,9	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>17,77</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de prensa	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:30	Temperatura húmeda natural, tnw °C	14,6	14,9	14,9	43,6	14,5	0,2	
2	2:00		14,7	15,1	15,4	44,4	14,8	0,4	
3	2:30		14,3	14,4	14,7	45,0	15,0	0,2	
1	1:30	Temperatura de globo, tg°C	19,3	19,6	19,8	57,4	19,1	0,3	
2	2:00		19,3	19,8	19,7	58,2	19,4	0,3	
3	2:30		18,8	18,8	19,2	58,7	19,6	0,2	
1	1:30	Temperatura del aire, ta°C	22,0	22,1	22,1	65,9	22,0	0,1	
2	2:00		22,1	22,3	22,3	66,2	22,1	0,1	
3	2:30		21,8	21,8	21,9	66,3	22,1	0,1	
1	1:30	Medida global WBGT°C	16,0	16,3	16,4	47,7	15,9	0,2	
2	2:00		16,1	16,5	16,7	48,5	16,2	0,3	
3	2:30		15,7	15,7	16,1	49,1	16,4	0,2	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>16,16</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Ayudante de prensa	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 1,58	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:32	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	14,8	14,9	15,1	43,6	14,5	0,2	
2	2:02		14,6	14,7	14,7	44,0	14,7	0,1	
3	2:32		14,2	14,4	14,5	44,3	14,8	0,2	
1	1:32	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	22,2	22,6	22,7	65,4	21,8	0,3	
2	2:02		21,9	22,4	22,6	66,8	22,3	0,4	
3	2:32		21,3	21,8	22,1	67,4	22,5	0,4	
1	1:32	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	21,9	22,0	22,1	64,9	21,6	0,1	
2	2:02		21,7	21,8	21,9	65,1	21,7	0,1	
3	2:32		21,3	21,3	21,4	65,4	21,8	0,1	
1	1:32	Medida global WBGT °C	17,0	17,2	17,4	50,1	16,7	0,2	
2	2:02		16,8	17,0	17,1	50,8	16,9	0,1	
3	2:32		16,3	16,6	16,8	51,2	17,1	0,2	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>16,92</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de estiradora móvil	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 1,58	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:34	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,3	13,3	13,2	39,6	13,2	0,1	
2	2:04		13,2	13,2	13,1	39,6	13,2	0,1	
3	2:34		13,1	13,1	13,1	39,4	13,1	0,0	
1	1:34	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	14,9	14,8	14,4	44,4	14,8	0,3	
2	2:04		14,7	14,4	14,1	43,7	14,6	0,3	
3	2:34		14,8	14,5	14,3	42,8	14,3	0,3	
1	1:34	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	19,8	19,7	19,6	59,0	19,7	0,1	
2	2:04		19,7	19,7	19,5	58,8	19,6	0,1	
3	2:34		19,5	19,4	19,4	58,5	19,5	0,1	
1	1:34	Medida global WBGT°C	13,8	13,8	13,6	41,0	13,7	0,1	
2	2:04		13,7	13,6	13,4	40,8	13,6	0,1	
3	2:34		13,6	13,5	13,5	40,4	13,5	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>13,59</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de estiradora fija	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 1,58	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:36	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	12,7	12,7	12,8	37,4	12,5	0,1	
2	2:06		12,5	12,5	12,6	37,4	12,5	0,1	
3	2:36		12,2	12,2	12,0	37,4	12,5	0,1	
1	1:36	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	16,6	16,9	16,9	49,0	16,3	0,2	
2	2:06		16,3	16,8	16,5	50,0	16,7	0,3	
3	2:36		16,1	16,3	16,3	49,7	16,6	0,1	
1	1:36	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	18,6	18,4	18,4	55,1	18,4	0,1	
2	2:06		18,4	18,3	18,2	54,9	18,3	0,1	
3	2:36		18,1	18,2	17,9	54,5	18,2	0,2	
1	1:36	Medida global WBGT°C	13,9	14,0	14,0	40,9	13,6	0,1	
2	2:06		13,6	13,8	13,8	41,2	13,7	0,1	
3	2:36		13,4	13,4	13,3	41,1	13,7	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>13,69</b>			

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017
Puesto de trabajo: Supervisor	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:38	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,0	13,1	13,1	38,3	12,8	0,1	
2	2:08		12,8	12,8	12,5	38,3	12,8	0,2	
3	2:38		12,5	12,4	12,2	37,8	12,6	0,2	
1	1:38	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	17,3	17,4	17,5	51,3	17,1	0,1	
2	2:08		17,1	17,1	16,9	51,5	17,2	0,1	
3	2:38		16,9	17,0	16,8	51,2	17,1	0,1	
1	1:38	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	18,9	18,8	18,8	56,1	18,7	0,1	
2	2:08		18,7	18,6	18,4	55,9	18,6	0,2	
3	2:38		18,5	18,5	18,3	55,5	18,5	0,1	
1	1:38	Medida global WBGT °C	14,3	14,4	14,4	42,2	14,1	0,1	
2	2:08		14,1	14,1	13,8	42,3	14,1	0,2	
3	2:38		13,8	13,8	13,6	41,8	13,9	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>14,05</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de sierra	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:40	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,1	13,1	12,9	38,6	12,9	0,1	
2	2:10		12,9	12,9	12,6	38,6	12,9	0,2	
3	2:40		12,6	12,6	12,4	37,9	12,6	0,1	
1	1:40	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	17,8	17,8	17,7	53,0	17,7	0,1	
2	2:10		17,7	17,6	17,6	52,7	17,6	0,1	
3	2:40		17,5	17,3	17,2	52,5	17,5	0,2	
1	1:40	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	19,0	19,1	19,0	56,6	18,9	0,1	
2	2:10		18,9	18,8	18,7	56,6	18,9	0,1	
3	2:40		18,7	18,7	18,5	56,2	18,7	0,1	
1	1:40	Medida global WBGT °C	14,5	14,5	14,3	42,9	14,3	0,1	
2	2:10		14,3	14,3	14,1	42,8	14,3	0,1	
3	2:40		14,1	14,0	13,8	42,3	14,1	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>14,24</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017
Puesto de trabajo: Ayudante de sierra 1	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:42	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,3	13,3	13,1	38,9	13,0	0,1	
2	2:12		12,9	12,9	12,8	38,9	13,0	0,1	
3	2:42		12,7	12,7	12,5	38,4	12,8	0,1	
1	1:42	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	18,3	18,3	18,2	54,6	18,2	0,1	
2	2:12		18,1	17,9	17,9	54,2	18,1	0,1	
3	2:42		18,2	18,0	17,9	54,0	18,0	0,2	
1	1:42	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	19,2	19,1	19,1	56,7	18,9	0,1	
2	2:12		18,9	18,8	18,7	56,5	18,8	0,1	
3	2:42		18,6	18,6	18,4	56,2	18,7	0,1	
1	1:42	Medida global WBGT °C	14,8	14,8	14,6	43,6	14,5	0,1	
2	2:12		14,5	14,4	14,3	43,5	14,5	0,1	
3	2:42		14,4	14,3	14,1	43,1	14,4	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>14,47</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017
Puesto de trabajo: Ayudante de sierra 2	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:44	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,3	13,3	13,1	38,7	12,9	0,1	
2	2:14		12,8	12,8	12,6	38,7	12,9	0,1	
3	2:44		12,6	12,6	12,5	38,2	12,7	0,1	
1	1:44	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	17,5	17,6	17,6	52,0	17,3	0,1	
2	2:14		17,3	17,2	17,0	51,8	17,3	0,2	
3	2:44		17,2	17,0	16,9	51,5	17,2	0,2	
1	1:44	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	19,1	19,1	19,0	56,6	18,9	0,1	
2	2:14		18,8	18,8	18,6	56,5	18,8	0,1	
3	2:44		18,7	18,6	18,5	56,1	18,7	0,1	
1	1:44	Medida global WBGT °C	14,6	14,6	14,5	42,7	14,2	0,1	
2	2:14		14,2	14,1	13,9	42,6	14,2	0,1	
3	2:44		14,0	13,9	13,8	42,2	14,1	0,1	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>							<b>14,18</b>		

		REGISTRO DE MEDICIONES - ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017
<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de montacargas	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 1,58	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:46	Temperatura húmeda natural, t <sub>nw</sub> °C	13,3	13,1	13,1	38,6	12,9	0,1	
2	2:16		12,9	12,7	12,5	38,0	12,7	0,2	
3	2:46		12,4	12,2	12,0	37,6	12,5	0,2	
1	1:46	Temperatura de globo, t <sub>g</sub> °C	19,6	19,4	19,2	58,2	19,4	0,2	
2	2:16		19,4	19,2	19,1	57,7	19,2	0,2	
3	2:46		19,2	19,1	18,9	57,2	19,1	0,2	
1	1:46	Temperatura del aire, t <sub>a</sub> °C	18,8	18,9	18,8	55,9	18,6	0,1	
2	2:16		18,6	18,5	18,3	55,7	18,6	0,2	
3	2:46		18,5	18,3	18,1	55,2	18,4	0,2	
1	1:46	Medida global WBGT °C	15,2	15,0	14,9	44,5	14,8	0,1	
2	2:16		14,9	14,7	14,5	43,9	14,6	0,2	
3	2:46		14,4	14,3	14,1	43,5	14,5	0,2	
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>						<b>14,65</b>			

**Anexo 13:** Registro de mediciones confort térmico, Área de Fundición

		REGISTRO DE MEDICIONES – CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de Puertas	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,02	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	∑	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:30	Temperatura del aire, ta°C	29,1	28,8	28,7	87,4	29,1	0,2	29,0
2	12:00		29,3	29,1	29,1	87,0	29,0	0,1	
3	12:30		29,0	29,1	29,0	86,8	28,9	0,1	
1	11:30	Temperatura radiante media, tr°C	24,6	25,3	25,3	74,3	24,8	0,4	25,0
2	12:00		24,8	24,9	25,1	75,2	25,1	0,1	
3	12:30		24,8	24,9	25,5	75,9	25,3	0,3	
1	11:30	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,5	0,5	0,6	0,9	0,3	0,0	0,3
2	12:00		0,1	0,2	0,4	0,9	0,3	0,1	
3	12:30		0,2	0,2	0,3	1,2	0,4	0,1	
1	11:30	Humedad relativa Hr %	24,4	24,5	24,7	73,8	24,6	0,2	24,5
2	12:00		24,8	24,4	24,4	73,3	24,4	0,2	
3	12:30		24,6	24,4	24,4	73,5	24,5	0,1	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edisson Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de sierra loma	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:34	Temperatura del aire, ta°C	27,3	27,2	27,1	82,6	27,5	0,1	27,5
2	12:04		27,5	27,6	27,4	82,6	27,5	0,1	
3	12:34		27,8	27,8	27,6	82,1	27,4	0,1	
1	11:34	Temperatura radiante media, tr°C	23,8	23,5	23,4	72,3	24,1	0,2	23,9
2	12:04		24,8	24,5	24,5	71,3	23,8	0,1	
3	12:34		23,8	23,3	23,3	71,2	23,7	0,3	
1	11:34	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1	0,0	0,1
2	12:04		0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1	
3	12:34		0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,0	
1	11:34	Humedad relativa Hr %	28,2	28,6	29,0	85,4	28,5	0,4	28,5
2	12:04		29,8	29,4	29,3	85,3	28,4	0,3	
3	12:34		27,4	27,3	27,2	85,5	28,5	0,1	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de montacargas	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,02	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:36	Temperatura del aire, ta°C	26,2	26,4	26,6	79,2	26,4	0,2	26,5
2	12:06		26,4	26,5	26,6	79,5	26,5	0,1	
3	12:36		26,6	26,6	26,3	79,5	26,5	0,2	
1	11:36	Temperatura radiante media, tr°C	26,9	28,4	29,9	79,9	26,6	1,5	27,7
2	12:06		26,4	26,6	29,2	81,5	27,2	1,5	
3	12:36		26,6	26,5	28,9	87,9	29,3	1,3	
1	11:36	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,8	1,0	1,0	2,1	0,7	0,1	0,9
2	12:06		0,7	1,0	1,1	2,7	0,9	0,2	
3	12:36		0,6	0,7	0,8	2,9	1,0	0,1	
1	11:36	Humedad relativa Hr %	28,6	28,9	29,7	85,7	28,6	0,6	28,7
2	12:06		28,5	28,4	29,5	85,6	28,5	0,6	
3	12:36		28,6	28,3	27,4	86,6	28,9	0,6	



### REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO

**Elaborado por:**  
Investigador

**Revisado por:**  
Ing. Edison Jordán

**Aprobado por:**  
Ing. Edison Yáñez

**Fecha:**  
26/09/2017

**Puesto de trabajo:**  
Supervisor

**Área:**  
Fundición

**Equipo:**  
Sper Scientific

**Modelo:**  
HMP 133

**Item:**  
800036

**Vestido (clo):**  
0,9

**Época:**  
Verano

**Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):**  
165

**Condición ambiental:**  
Parcialmente soleado

#### DATOS DE MEDICIÓN

N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:38	Temperatura del aire, ta°C	24,6	24,4	24,2	74,1	24,7	0,2	<b>24,6</b>
2	12:08		24,8	24,7	24,7	73,7	24,6	0,1	
3	12:38		24,7	24,6	24,7	73,6	24,5	0,1	
1	11:38	Temperatura radiante media, tr°C	26,4	26,2	25,9	79,7	26,6	0,3	<b>26,6</b>
2	12:08		26,6	27,0	26,8	80,1	26,7	0,2	
3	12:38		26,7	26,9	27,1	79,8	26,6	0,2	
1	11:38	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
2	12:08		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3	12:38		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1	11:38	Humedad relativa Hr %	30,1	30,2	30,3	89,8	29,9	0,1	<b>30,1</b>
2	12:08		29,8	30,3	30,4	90,6	30,2	0,3	
3	12:38		29,9	30,1	30,2	90,9	30,3	0,2	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de puertas	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,02	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:00	Temperatura del aire, ta°C	28,1	28,5	28,6	82,9	27,6	0,3	28,0
2	16:30		27,7	28,2	28,1	84,3	28,1	0,3	
3	17:00		27,1	27,6	27,9	84,6	28,2	0,4	
1	16:00	Temperatura radiante media, tr°C	27,6	28,0	28,5	83,6	27,9	0,4	28,2
2	16:30		27,8	28,4	28,2	85,1	28,4	0,3	
3	17:00		28,2	28,7	28,4	85,1	28,4	0,2	
1	16:00	Velocidad del aire, Va (m/s)	1,4	0,9	1,2	3,0	1,0	0,2	1,0
2	16:30		0,9	1,1	0,7	3,0	1,0	0,2	
3	17:00		0,8	0,9	1,0	2,9	1,0	0,1	
1	16:00	Humedad relativa Hr %	30,2	30,3	30,5	90,9	30,3	0,2	30,5
2	16:30		30,4	30,5	30,8	91,4	30,5	0,2	
3	17:00		30,3	30,6	30,8	92,1	30,7	0,3	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Especialista	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,02	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:02	Temperatura del aire, ta°C	29,7	29,9	30,8	88,7	29,6	0,6	30,0
2	16:32		29,6	29,8	30,6	89,5	29,8	0,5	
3	17:02		29,4	29,8	30,5	91,9	30,6	0,6	
1	16:02	Temperatura radiante media, tr°C	29,6	29,7	30,4	88,5	29,5	0,5	30,2
2	16:32		29,5	31,0	30,7	91,5	30,5	0,8	
3	17:02		29,4	30,9	30,9	92,0	30,7	0,9	
1	16:02	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1
2	16:32		0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	
3	17:02		0,1	0,0	0,1	0,3	0,1	0,0	
1	16:02	Humedad relativa Hr %	34,3	34,6	34,9	103,0	34,3	0,3	34,5
2	16:32		34,4	34,5	34,7	103,5	34,5	0,2	
3	17:02		34,3	34,4	34,8	104,4	34,8	0,3	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 26/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de sierra loma	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:04	Temperatura del aire, ta°C	25,6	25,5	25,4	76,2	25,4	0,1	25,3
2	16:34		25,4	25,4	25,2	76,2	25,4	0,1	
3	17:04		25,2	25,3	25,1	75,7	25,2	0,1	
1	16:04	Temperatura radiante media, tr°C	27,1	26,0	25,7	81,1	27,0	0,8	26,3
2	16:34		27,1	26,3	26,0	78,3	26,1	0,5	
3	17:04		26,9	26,0	25,5	77,1	25,7	0,7	
1	16:04	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1
2	16:34		0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,0	
3	17:04		0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,0	
1	16:04	Humedad relativa Hr %	35,3	35,4	35,9	107,5	35,8	0,3	36,0
2	16:34		36,3	36,4	36,8	107,6	35,9	0,3	
3	17:04		35,9	35,8	36,2	108,9	36,3	0,2	



## REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO

**Elaborado por:**  
Investigador

**Revisado por:**  
Ing. Edison Jordán

**Aprobado por:**  
Ing. Edison Yáñez

**Fecha:**  
26/09/2017

**Puesto de trabajo:**  
Operador de montacargas

**Área:**  
Fundición

**Equipo:**  
Sper Scientific

**Modelo:**  
HMP 133

**Item:**  
800036

**Vestido (clo):**  
1,02

**Época:**  
Verano

**Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):**  
165

**Condición ambiental:**  
Parcialmente soleado

### DATOS DE MEDICIÓN

N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:06	Temperatura del aire, ta°C	27,5	27,7	28,5	82,6	27,5	0,5	27,8
2	16:36		27,7	27,8	28,2	83,0	27,7	0,3	
3	17:06		27,4	27,5	27,9	84,6	28,2	0,3	
1	16:06	Temperatura radiante media, tr°C	24,8	25,7	26,2	73,9	24,6	0,7	25,5
2	16:36		24,8	26,0	26,1	77,4	25,8	0,7	
3	17:06		24,3	25,7	25,8	78,1	26,0	0,8	
1	16:06	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,4	0,5	0,6	1,0	0,3	0,1	0,4
2	16:36		0,3	0,5	0,5	1,3	0,4	0,1	
3	17:06		0,4	0,3	0,5	1,6	0,5	0,1	
1	16:06	Humedad relativa Hr %	31,8	32	32,1	95,8	31,9	0,2	32,1
2	16:36		32,1	32,2	32,4	96,1	32,0	0,2	
3	17:06		31,9	31,9	32,1	96,6	32,2	0,1	



### REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO

**Elaborado por:**  
Investigador

**Revisado por:**  
Ing. Edison Jordán

**Aprobado por:**  
Ing. Edison Yáñez

**Fecha:**  
26/09/2017

**Puesto de trabajo:**  
Supervisor

**Área:**  
Fundición

**Equipo:**  
Sper Scientific

**Modelo:**  
HMP 133

**Item:**  
800036

**Vestido (clo):**  
0,9

**Época:**  
Verano

**Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):**  
165

**Condición ambiental:**  
Parcialmente soleado

#### DATOS DE MEDICIÓN

N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:08	Temperatura del aire, ta°C	25,5	25,5	25,4	75,9	25,3	0,1	<b>25,3</b>
2	16:38		25,3	25,4	25,2	75,9	25,3	0,1	
3	17:08		25,1	25,0	25,0	75,6	25,2	0,1	
1	16:08	Temperatura radiante media, tr°C	23,7	23,8	23,9	71,4	23,8	0,1	<b>23,9</b>
2	16:38		24,4	24,6	24,3	71,7	23,9	0,2	
3	17:08		23,4	23,3	23,5	71,6	23,9	0,1	
1	16:08	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
2	16:38		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3	17:08		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1	16:08	Humedad relativa Hr %	38,0	37,9	37,9	113,7	37,9	0,1	<b>37,9</b>
2	16:38		37,8	37,8	37,7	113,6	37,9	0,1	
3	17:08		37,9	37,9	37,8	113,4	37,8	0,1	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de puertas	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,7	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:30	Temperatura del aire, ta°C	20,4	20,6	20,6	60,9	20,3	0,1	<b>20,5</b>
2	2:00		20,3	20,5	20,6	61,5	20,5	0,2	
3	2:30		20,2	20,4	20,5	61,7	20,6	0,2	
1	1:30	Temperatura radiante media, tr°C	14,0	15,8	17,3	42,5	14,2	1,6	<b>15,7</b>
2	2:00		14,5	15,7	17,1	47,1	15,7	1,3	
3	2:30		14,0	15,6	16,9	51,3	17,1	1,4	
1	1:30	Velocidad del aire, Va (m/s)	1,1	1,0	1,1	2,7	0,9	0,1	<b>1,0</b>
2	2:00		0,6	1,0	0,9	2,9	1,0	0,2	
3	2:30		1,0	0,8	1,2	3,1	1,0	0,2	
1	1:30	Humedad relativa Hr %	49,7	50,1	51,8	149,4	49,8	1,1	<b>50,6</b>
2	2:00		49,9	50,3	52,0	150,6	50,2	1,1	
3	2:30		49,8	50,2	51,8	155,6	51,9	1,1	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Especialista	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,7	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:32	Temperatura del aire, ta°C	20,1	20,1	20,9	60,1	20,0	0,5	20,3
2	2:02		20,2	20,3	20,8	60,3	20,1	0,3	
3	2:32		19,8	19,9	20,5	62,2	20,7	0,4	
1	1:32	Temperatura radiante media, tr°C	33,2	33,2	34,7	99,1	33,0	0,8	33,5
2	2:02		33,5	33,6	34,6	99,2	33,1	0,6	
3	2:32		32,3	32,4	34,0	103,2	34,4	0,9	
1	1:32	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,3	0,4	0,4	0,7	0,2	0,0	0,3
2	2:02		0,1	0,2	0,3	0,9	0,3	0,1	
3	2:32		0,2	0,3	0,3	1,0	0,3	0,1	
1	1:32	Humedad relativa Hr %	59,3	60,0	59,4	178,0	59,3	0,4	59,6
2	2:02		59,5	60,2	59,6	180,1	60,0	0,4	
3	2:32		59,2	59,9	59,3	178,3	59,4	0,4	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de sierra loma	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:34	Temperatura del aire, ta°C	20,6	20,5	20,9	61,3	20,4	0,2	20,5
2	2:04		20,4	20,3	20,7	61,0	20,3	0,2	
3	2:34		20,3	20,2	20,5	62,1	20,7	0,2	
1	1:34	Temperatura radiante media, tr°C	17,6	16,9	16,1	52,4	17,5	0,8	16,8
2	2:04		17,4	16,7	16,2	50,0	16,7	0,6	
3	2:34		17,3	16,4	16,0	48,4	16,1	0,7	
1	1:34	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,0	0,2
2	2:04		0,1	0,1	0,2	0,5	0,2	0,0	
3	2:34		0,1	0,2	0,2	0,6	0,2	0,0	
1	1:34	Humedad relativa Hr %	53,5	53,6	53,5	160,1	53,4	0,1	53,4
2	2:04		53,4	53,4	53,3	160,3	53,4	0,1	
3	2:34		53,2	53,3	53,2	160,0	53,3	0,1	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de montacargas	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,7	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:36	Temperatura del aire, ta°C	21,6	22,0	22,8	64,3	21,4	0,6	22,0
2	2:06		21,4	21,9	22,7	65,6	21,9	0,7	
3	2:36		21,3	21,7	22,5	68,0	22,7	0,6	
1	1:36	Temperatura radiante media, tr°C	53,7	53,3	56,9	160,4	53,5	2,0	54,4
2	2:06		53,4	53,0	56,7	159,1	53,0	2,0	
3	2:36		53,3	52,8	56,5	170,1	56,7	2,0	
1	1:36	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,8	0,8	0,9	2,8	0,9	0,1	0,9
2	2:06		1,1	1,2	1,1	2,5	0,8	0,1	
3	2:36		0,9	0,6	1,0	3,0	1,0	0,2	
1	1:36	Humedad relativa Hr %	59,3	58,3	57,0	177,9	59,3	1,2	58,1
2	2:06		59,4	58,2	56,9	174,6	58,2	1,3	
3	2:36		59,2	58,1	56,7	170,6	56,9	1,3	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Supervisor	Área: Fundición	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:38	Temperatura del aire, ta°C	17,1	17,6	18,0	51,2	17,1	0,5	17,6
2	2:08		17,2	17,8	18,1	52,9	17,6	0,5	
3	2:38		16,9	17,5	17,9	54,0	18,0	0,5	
1	1:38	Temperatura radiante media, tr°C	14,9	15,7	16,4	44,9	15,0	0,8	15,7
2	2:08		14,7	15,5	16,2	47,0	15,7	0,8	
3	2:38		15,3	15,8	16,3	49,0	16,3	0,5	
1	1:38	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2:08		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3	2:38		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1	1:38	Humedad relativa Hr %	50,2	50,5	50,1	150,8	50,3	0,2	50,3
2	2:08		50,4	50,3	50,2	151,2	50,4	0,1	
3	2:38		50,2	50,4	50,2	150,5	50,2	0,1	

**Anexo 14:** Registro de mediciones confort térmico, Área de Extrusión

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yánez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de prensa	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:30	Temperatura del aire, ta°C	26,6	26,6	26,7	80,1	26,7	0,1	26,7
2	12:00		26,7	26,8	26,8	80,2	26,7	0,1	
3	12:30		26,8	26,8	26,8	80,3	26,8	0,0	
1	11:30	Temperatura radiante media, tr°C	30,2	30,2	30,2	91,3	30,4	0,0	30,6
2	12:00		30,5	30,7	30,7	91,9	30,6	0,1	
3	12:30		30,6	30,9	30,9	91,8	30,6	0,2	
1	11:30	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,3	0,2	0,2	0,5	0,2	0,0	0,2
2	12:00		0,1	0,2	0,2	0,5	0,2	0,0	
3	12:30		0,1	0,1	0,2	0,5	0,2	0,0	
1	11:30	Humedad relativa Hr %	30,2	30,3	30,3	91,7	30,6	0,1	30,6
2	12:00		30,8	30,7	30,9	91,9	30,6	0,1	
3	12:30		30,7	30,9	30,8	92,0	30,7	0,1	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Ayudante de prensa	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:32	Temperatura del aire, ta°C	25,2	25,2	25,4	76,2	25,4	0,1	25,5
2	12:02		25,4	25,5	25,7	76,3	25,4	0,2	
3	12:32		25,6	25,6	25,8	76,9	25,6	0,1	
1	11:32	Temperatura radiante media, tr°C	27,6	30,3	30,6	83,3	27,8	1,6	29,5
2	12:02		27,8	30,2	30,6	90,5	30,2	1,5	
3	12:32		27,9	30,0	30,7	91,9	30,6	1,5	
1	11:32	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,5	0,3	0,4	1,0	0,3	0,1	0,3
2	12:02		0,3	0,4	0,3	1,0	0,3	0,0	
3	12:32		0,2	0,3	0,4	1,1	0,4	0,1	
1	11:32	Humedad relativa Hr %	30,3	30,5	30,2	91,2	30,4	0,2	30,5
2	12:02		30,5	30,7	30,8	91,7	30,6	0,2	
3	12:32		30,4	30,5	30,9	91,9	30,6	0,3	



## REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO

**Elaborado por:**  
Investigador

**Revisado por:**  
Ing. Edison Jordán

**Aprobado por:**  
Ing. Edison Yáñez

**Fecha:**  
27/09/2017

<b>Puesto de trabajo:</b> Operador de estiradora fija	<b>Área:</b> Extrusión	<b>Equipo:</b> Sper Scientific	<b>Modelo:</b> HMP 133	<b>Item:</b> 800036	<b>Vestido (clo):</b> 0,9	<b>Época:</b> Verano	<b>Consumo metabólico (W/m<sup>2</sup>):</b> 165	<b>Condición ambiental:</b> Parcialmente soleado
---	---------------------------	--------------------------------------	------------------------------	------------------------	----------------------------------	-------------------------	---	---

### DATOS DE MEDICIÓN

N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:34	Temperatura del aire, ta°C	25,8	25,9	26,3	77,8	25,9	0,3	<b>26,1</b>
2	12:04		26,1	26,2	26,4	78,2	26,1	0,2	
3	12:34		25,9	26,1	26,3	79,0	26,3	0,2	
1	11:34	Temperatura radiante media, tr°C	32,8	32,6	30,6	98,7	32,9	1,2	<b>32,3</b>
2	12:04		33,1	33,0	31,4	98,5	32,8	0,9	
3	12:34		32,9	32,9	31,7	93,7	31,2	0,7	
1	11:34	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	<b>0,0</b>
2	12:04		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	
3	12:34		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	
1	11:34	Humedad relativa Hr %	30,5	30,6	30,6	92,0	30,7	0,1	<b>30,8</b>
2	12:04		30,9	31,2	31,3	92,7	30,9	0,2	
3	12:34		30,6	30,9	30,9	92,8	30,9	0,2	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de estiradora móvil	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:36	Temperatura del aire, ta°C	27,7	27,8	27,7	83,7	27,9	0,1	27,9
2	12:06		28,1	28,1	28,2	83,8	27,9	0,1	
3	12:36		27,9	27,9	28,0	83,9	28,0	0,1	
1	11:36	Temperatura radiante media, tr°C	25,6	25,7	26,0	76,9	25,6	0,2	25,8
2	12:06		25,7	25,8	26,1	77,1	25,7	0,2	
3	12:36		25,6	25,6	25,7	77,8	25,9	0,1	
1	11:36	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,4	0,4	0,5	1,2	0,4	0,0	0,4
2	12:06		0,4	0,4	0,5	1,2	0,4	0,1	
3	12:36		0,4	0,4	0,4	1,4	0,5	0,0	
1	11:36	Humedad relativa Hr %	26,8	27,3	27,5	80,5	26,8	0,4	27,2
2	12:06		26,9	27,2	27,6	81,7	27,2	0,4	
3	12:36		26,8	27,2	27,4	82,5	27,5	0,3	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Supervisor	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:38	Temperatura del aire, ta°C	25,2	25,2	25,2	76,1	25,4	0,0	25,2
2	12:08		25,4	24,5	24,5	75,2	25,1	0,5	
3	12:38		25,5	25,5	25,6	75,3	25,1	0,1	
1	11:38	Temperatura radiante media, tr°C	24,9	25,1	25,5	75,3	25,1	0,3	25,3
2	12:08		25,3	25,7	25,9	76,1	25,4	0,3	
3	12:38		25,1	25,2	25,2	76,5	25,5	0,1	
1	11:38	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,3	0,2	0,2	0,5	0,2	0,0	0,2
2	12:08		0,1	0,2	0,2	0,5	0,2	0,0	
3	12:38		0,1	0,1	0,2	0,5	0,2	0,0	
1	11:38	Humedad relativa Hr %	29,3	29,6	30,0	87,9	29,3	0,4	29,7
2	12:08		29,2	29,6	30,1	88,9	29,6	0,5	
3	12:38		29,4	29,7	30,2	90,3	30,1	0,4	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de sierra	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:40	Temperatura del aire, ta°C	26,1	26,1	26,2	78,7	26,2	0,1	26,3
2	12:10		26,3	26,3	26,5	78,8	26,3	0,1	
3	12:40		26,3	26,4	26,4	79,1	26,4	0,1	
1	11:40	Temperatura radiante media, tr°C	28,1	29,0	30,2	84,6	28,2	1,0	29,2
2	12:10		28,4	29,6	30,8	87,3	29,1	1,2	
3	12:40		28,1	28,7	29,9	90,8	30,3	0,9	
1	11:40	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1
2	12:10		0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	
3	12:40		0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,0	
1	11:40	Humedad relativa Hr %	28,6	29,5	29,7	86,5	28,8	0,6	29,4
2	12:10		29,2	29,6	30,1	88,4	29,5	0,5	
3	12:40		28,7	29,3	29,8	89,6	29,9	0,6	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Ayudante de Sierra 1	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:42	Temperatura del aire, ta°C	25,9	26,8	26,7	77,8	25,9	0,5	26,4
2	12:12		26,1	26,7	26,9	80,2	26,7	0,4	
3	12:42		25,8	26,7	26,4	80,0	26,7	0,5	
1	11:42	Temperatura radiante media, tr°C	25,5	24,5	24,7	76,4	25,5	0,5	24,9
2	12:12		25,6	24,9	24,8	73,8	24,6	0,4	
3	12:42		25,3	24,4	24,7	74,2	24,7	0,4	
1	11:42	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1
2	12:12		0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,0	
3	12:42		0,1	0,1	0,2	0,6	0,2	0,0	
1	11:42	Humedad relativa Hr %	27,6	28,3	28,5	82,5	27,5	0,5	28,1
2	12:12		27,5	28,4	28,7	84,8	28,3	0,6	
3	12:42		27,4	28,1	28,3	85,5	28,5	0,5	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Ayudante de Sierra 2	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:44	Temperatura del aire, ta°C	26,6	26,5	26,5	80,2	26,7	0,1	26,7
2	12:14		26,8	26,8	26,9	80,1	26,7	0,1	
3	12:44		26,8	26,8	27,0	80,4	26,8	0,1	
1	11:44	Temperatura radiante media, tr°C	24,5	24,7	24,8	74,0	24,7	0,2	24,9
2	12:14		24,7	25,0	25,4	74,6	24,9	0,4	
3	12:44		24,8	25,0	25,2	75,4	25,1	0,2	
1	11:44	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,0	0,1
2	12:14		0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,0	
3	12:44		0,1	0,1	0,2	0,5	0,2	0,1	
1	11:44	Humedad relativa Hr %	28,9	29,8	29,8	89,0	29,7	0,5	30,1
2	12:14		30,2	30,2	30,8	90,1	30,0	0,3	
3	12:44		29,9	30,1	30,9	91,5	30,5	0,5	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de montacargas	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	11:46	Temperatura del aire, ta°C	26,6	26,6	26,6	80,0	26,7	0,0	26,8
2	12:16		26,7	26,9	26,9	80,6	26,9	0,1	
3	12:46		26,7	27,1	27,3	80,8	26,9	0,3	
1	11:46	Temperatura radiante media, tr°C	28,7	28,3	27,4	86,5	28,8	0,7	28,4
2	12:16		28,8	28,3	27,6	85,0	28,3	0,6	
3	12:46		29,0	28,5	28,8	83,8	27,9	0,3	
1	11:46	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
2	12:16		0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	
3	12:46		0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	
1	11:46	Humedad relativa Hr %	26,5	27,7	28,0	79,8	26,6	0,8	27,6
2	12:16		26,6	27,9	28,2	83,6	27,9	0,9	
3	12:46		26,7	28,0	28,5	84,7	28,2	0,9	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de prensa	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:00	Temperatura del aire, ta°C	23,9	24,2	24,5	71,9	24,0	0,3	24,4
2	16:30		24,1	24,5	25,1	73,0	24,3	0,5	
3	17:00		23,9	24,3	24,9	74,5	24,8	0,5	
1	16:00	Temperatura radiante media, tr°C	23,9	24,1	24,6	72,0	24,0	0,4	24,4
2	16:30		24,2	24,5	25,4	73,3	24,4	0,6	
3	17:00		23,9	24,7	24,8	74,8	24,9	0,5	
1	16:00	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,3	0,3	0,1	0,6	0,2	0,1	0,2
2	16:30		0,2	0,2	0,1	0,6	0,2	0,0	
3	17:00		0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,0	
1	16:00	Humedad relativa Hr %	34,7	34,9	35,2	104,4	34,8	0,3	35,1
2	16:30		34,9	35,1	35,6	105,2	35,1	0,4	
3	17:00		34,8	35,2	35,4	106,2	35,4	0,3	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Ayudante de prensa	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:02	Temperatura del aire, ta°C	25,6	25,8	26,5	78,0	26,0	0,5	26,5
2	16:32		26,1	26,4	27,1	79,3	26,4	0,5	
3	17:02		26,3	27,1	27,3	80,9	27,0	0,5	
1	16:02	Temperatura radiante media, tr°C	24,5	24,4	25,3	74,5	24,8	0,5	25,4
2	16:32		24,9	25,3	26,9	76,3	25,4	1,0	
3	17:02		25,1	26,6	25,9	78,0	26,0	0,8	
1	16:02	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,4	0,4	0,5	1,0	0,3	0,0	0,3
2	16:32		0,4	0,3	0,4	0,9	0,3	0,0	
3	17:02		0,2	0,3	0,3	1,2	0,4	0,0	
1	16:02	Humedad relativa Hr %	27,7	27,9	28,2	83,6	27,9	0,3	28,0
2	16:32		28,1	28,6	28,7	84,1	28,0	0,3	
3	17:02		27,8	27,6	27,7	84,6	28,2	0,1	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yánez		Fecha: 27/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de estiradora móvil	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:04	Temperatura del aire, ta°C	27,6	27,9	28,2	83,6	27,9	0,3	<b>28,2</b>
2	16:34		27,9	28,4	28,6	84,6	28,2	0,4	
3	17:04		28,1	28,3	28,5	85,3	28,4	0,2	
1	16:04	Temperatura radiante media, tr°C	29,4	28,1	29,7	89,9	30,0	0,8	<b>30,1</b>
2	16:34		29,8	30,5	30,7	89,6	29,9	0,4	
3	17:04		30,6	31,0	31,2	91,6	30,5	0,3	
1	16:04	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,3	0,4	0,4	0,9	0,3	0,0	<b>0,3</b>
2	16:34		0,3	0,3	0,3	0,9	0,3	0,0	
3	17:04		0,3	0,2	0,3	1,0	0,3	0,0	
1	16:04	Humedad relativa Hr %	27,1	27,6	28,1	81,7	27,2	0,5	<b>27,6</b>
2	16:34		27,4	27,7	27,9	82,8	27,6	0,3	
3	17:04		27,2	27,5	28,1	84,1	28,0	0,5	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de estiradora fija	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:06	Temperatura del aire, ta°C	26,5	26,5	26,4	79,9	26,6	0,1	<b>26,6</b>
2	16:36		26,8	26,7	26,7	79,8	26,6	0,1	
3	17:06		26,6	26,6	26,5	79,6	26,5	0,1	
1	16:06	Temperatura radiante media, tr°C	28,0	28,3	28,2	83,6	27,9	0,2	<b>28,0</b>
2	16:36		27,5	27,6	27,6	84,2	28,1	0,1	
3	17:06		28,1	28,3	28,3	84,2	28,1	0,1	
1	16:06	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	<b>0,0</b>
2	16:36		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	
3	17:06		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	
1	16:06	Humedad relativa Hr %	32,2	32,1	31,8	96,2	32,1	0,2	<b>32,0</b>
2	16:36		32,1	32,1	31,9	96,3	32,1	0,1	
3	17:06		31,9	32,1	32,1	95,8	31,9	0,1	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yánez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Supervisor	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:08	Temperatura del aire, ta°C	23,8	24,2	24,4	71,3	23,8	0,3	24,1
2	16:38		23,9	24,2	24,5	72,3	24,1	0,3	
3	17:08		23,6	23,9	24,1	73,0	24,3	0,3	
1	16:08	Temperatura radiante media, tr°C	23,8	24,5	24,9	71,6	23,9	0,6	24,4
2	16:38		23,9	24,2	24,5	73,1	24,4	0,3	
3	17:08		23,9	24,4	25,2	74,6	24,9	0,7	
1	16:08	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,0	0,1
2	16:38		0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,0	
3	17:08		0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,0	
1	16:08	Humedad relativa Hr %	34,2	34,3	34,6	103,5	34,5	0,2	34,6
2	16:38		34,8	34,8	34,9	103,8	34,6	0,1	
3	17:08		34,5	34,7	34,7	104,2	34,7	0,1	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de sierra	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:10	Temperatura del aire, ta°C	26,3	26,4	26,5	79,3	26,4	0,1	26,4
2	16:40		26,6	26,5	26,3	79,3	26,4	0,2	
3	17:10		26,4	26,4	26,2	79,0	26,3	0,1	
1	16:10	Temperatura radiante media, tr°C	26,5	26,3	26,3	79,9	26,6	0,2	26,4
2	16:40		26,7	26,4	26,2	79,2	26,4	0,3	
3	17:10		26,6	26,5	26,3	78,8	26,3	0,2	
1	16:10	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1
2	16:40		0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	
3	17:10		0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	
1	16:10	Humedad relativa Hr %	33,8	34,1	34,2	102,7	34,2	0,2	34,4
2	16:40		34,3	34,4	34,8	103,1	34,4	0,3	
3	17:10		34,6	34,6	34,9	103,9	34,6	0,2	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Ayudante de Sierra 1	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:12	Temperatura del aire, ta°C	25,3	25,6	25,6	76,8	25,6	0,2	25,8
2	16:42		25,9	26,1	26,2	77,6	25,9	0,2	
3	17:12		25,6	25,9	26,1	77,9	26,0	0,3	
1	16:12	Temperatura radiante media, tr°C	26,4	26,7	26,4	79,3	26,4	0,2	26,7
2	16:42		26,6	27,0	26,7	80,7	26,9	0,2	
3	17:12		26,4	27,0	26,9	80,0	26,7	0,3	
1	16:12	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,3	0,2	0,2	0,8	0,3	0,1	0,2
2	16:42		0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,0	
3	17:12		0,3	0,2	0,2	0,5	0,2	0,0	
1	16:12	Humedad relativa Hr %	31,3	31,4	31,6	94,1	31,4	0,2	31,6
2	16:42		31,4	31,8	32,0	94,9	31,6	0,3	
3	17:12		31,4	31,7	31,9	95,5	31,8	0,3	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Ayudante de Sierra 2	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:14	Temperatura del aire, ta°C	25,5	25,6	25,8	75,9	25,3	0,2	25,4
2	16:44		25,1	25,3	25,4	76,2	25,4	0,2	
3	17:14		25,3	25,3	25,4	76,6	25,5	0,1	
1	16:14	Temperatura radiante media, tr°C	26,6	26,8	26,3	80,3	26,8	0,3	26,8
2	16:44		26,8	27,1	26,8	81,1	27,0	0,2	
3	17:14		27,0	27,1	26,6	79,7	26,6	0,3	
1	16:14	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,4	0,4	0,3	1,0	0,3	0,0	0,3
2	16:44		0,2	0,4	0,4	1,0	0,3	0,1	
3	17:14		0,3	0,3	0,3	1,0	0,3	0,0	
1	16:14	Humedad relativa Hr %	32,3	32,4	32,9	96,8	32,3	0,3	32,5
2	16:44		32,4	32,7	33,1	97,4	32,5	0,4	
3	17:14		32,1	32,3	32,7	98,7	32,9	0,3	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yánez		Fecha: 27/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de montacargas	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 0,9	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	16:16	Temperatura del aire, ta°C	27,3	27,3	27,5	82,3	27,4	0,1	27,5
2	16:46		27,4	27,5	27,5	82,6	27,5	0,1	
3	17:16		27,6	27,8	27,7	82,7	27,6	0,1	
1	16:16	Temperatura radiante media, tr°C	28,0	28,0	28,4	83,6	27,9	0,3	28,2
2	16:46		27,6	28,0	28,6	84,2	28,1	0,5	
3	17:16		28,0	28,2	28,8	85,8	28,6	0,4	
1	16:16	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,3	0,6	0,8	0,9	0,3	0,2	0,5
2	16:46		0,3	0,4	0,7	1,5	0,5	0,2	
3	17:16		0,3	0,6	0,7	2,1	0,7	0,2	
1	16:16	Humedad relativa Hr %	24,9	25,1	25,2	74,4	24,8	0,2	24,9
2	16:46		24,7	24,8	24,9	74,6	24,9	0,1	
3	17:16		24,8	24,7	24,8	74,9	25,0	0,1	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de prensa	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:30	Temperatura del aire, ta°C	22	22,1	22,1	65,9	22,0	0,1	22,0
2	2:00		22,1	22,3	22,3	66,2	22,1	0,1	
3	2:30		21,8	21,8	21,9	66,3	22,1	0,1	
1	1:30	Temperatura radiante media, tr°C	17,9	18,3	18,7	52,9	17,6	0,4	18,0
2	2:00		17,8	18,5	18,4	54,1	18,0	0,4	
3	2:30		17,2	17,2	17,8	54,8	18,3	0,3	
1	1:30	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
2	2:00		0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	
3	2:30		0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	
1	1:30	Humedad relativa Hr %	50,1	51,5	51,3	151,4	50,5	0,8	51,1
2	2:00		50,7	51,8	52,0	154,1	51,4	0,7	
3	2:30		50,6	50,8	51,1	154,4	51,5	0,3	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017
Puesto de trabajo: Operador de estiradora móvil	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:34	Temperatura del aire, ta°C	19,8	19,7	19,6	59,0	19,7	0,1	<b>19,6</b>
2	2:04		19,7	19,7	19,5	58,8	19,6	0,1	
3	2:34		19,5	19,4	19,4	58,5	19,5	0,1	
1	1:34	Temperatura radiante media, tr°C	11,8	11,7	11,0	35,2	11,7	0,4	<b>11,3</b>
2	2:04		11,5	11,0	10,6	34,0	11,3	0,5	
3	2:34		11,9	11,4	11,0	32,6	10,9	0,4	
1	1:34	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,9	0,8	0,8	2,3	0,8	0,1	<b>0,7</b>
2	2:04		0,8	0,8	0,8	2,2	0,7	0,0	
3	2:34		0,6	0,6	0,6	2,2	0,7	0,0	
1	1:34	Humedad relativa Hr %	53,6	53,8	53,6	160,5	53,5	0,1	<b>53,6</b>
2	2:04		53,4	53,6	53,2	161,1	53,7	0,2	
3	2:34		53,5	53,7	53,9	160,7	53,6	0,2	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de estiradora fija	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	∑	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:36	Temperatura del aire, ta°C	18,6	18,4	18,4	55,1	18,4	0,1	<b>18,3</b>
2	2:06		18,4	18,3	18,2	54,9	18,3	0,1	
3	2:36		18,1	18,2	17,9	54,5	18,2	0,2	
1	1:36	Temperatura radiante media, tr°C	15,6	16,2	16,2	46,0	15,3	0,3	<b>15,7</b>
2	2:06		15,3	16,1	15,7	47,7	15,9	0,4	
3	2:36		15,1	15,4	15,6	47,5	15,8	0,2	
1	1:36	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,7	0,8	0,7	1,8	0,6	0,0	<b>0,6</b>
2	2:06		0,6	0,6	0,6	1,8	0,6	0,0	
3	2:36		0,5	0,5	0,5	1,8	0,6	0,0	
1	1:36	Humedad relativa Hr %	56,9	57,1	57,3	169	56,3	0,2	<b>56,5</b>
2	2:06		56,3	56,8	57,0	169,6	56,5	0,4	
3	2:36		55,8	55,7	55,3	169,6	56,5	0,3	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yánez		Fecha: 28/09/2017	
Puesto de trabajo: Supervisor	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:38	Temperatura del aire, ta°C	18,9	18,8	18,8	56,1	18,7	0,1	<b>18,6</b>
2	2:08		18,7	18,6	18,4	55,9	18,6	0,2	
3	2:38		18,5	18,5	18,3	55,5	18,5	0,1	
1	1:38	Temperatura radiante media, tr°C	16,6	16,8	16,9	49,1	16,4	0,2	<b>16,4</b>
2	2:08		16,4	16,4	16,2	49,5	16,5	0,1	
3	2:38		16,2	16,3	16,1	49,3	16,4	0,1	
1	1:38	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	<b>0,1</b>
2	2:08		0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	
3	2:38		0,0	0,1	0,1	0,3	0,1	0,0	
1	1:38	Humedad relativa Hr %	57,3	57,5	57,5	170,5	56,8	0,1	<b>56,8</b>
2	2:08		56,8	56,8	56,5	170,6	56,9	0,2	
3	2:38		56,4	56,3	56,1	170,1	56,7	0,2	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de sierra	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:40	Temperatura del aire, ta°C	19,0	19,1	19,0	56,6	18,9	0,1	18,8
2	2:10		18,9	18,8	18,7	56,6	18,9	0,1	
3	2:40		18,7	18,7	18,5	56,2	18,7	0,1	
1	1:40	Temperatura radiante media, tr°C	17,3	17,2	17,1	51,5	17,2	0,1	17,0
2	2:10		17,2	17,1	17,1	51,0	17,0	0,1	
3	2:40		17,0	16,7	16,6	50,9	17,0	0,2	
1	1:40	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2:10		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	
3	2:40		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1	1:40	Humedad relativa Hr %	58,0	58,1	57,8	173,1	57,7	0,2	57,6
2	2:10		57,8	57,7	57,3	173,0	57,7	0,3	
3	2:40		57,3	57,2	57,0	172,1	57,4	0,2	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017	
Puesto de trabajo: Ayudante de sierra 1	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:42	Temperatura del aire, ta°C	19,2	19,1	19,1	56,7	18,9	0,1	18,8
2	2:12		18,9	18,8	18,7	56,5	18,8	0,1	
3	2:42		18,6	18,6	18,4	56,2	18,7	0,1	
1	1:42	Temperatura radiante media, tr°C	17,9	18,0	17,8	53,8	17,9	0,1	17,8
2	2:12		17,8	17,5	17,6	53,3	17,8	0,1	
3	2:42		18,1	17,8	17,7	53,2	17,7	0,2	
1	1:42	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,0	0,2
2	2:12		0,1	0,2	0,2	0,5	0,2	0,0	
3	2:42		0,1	0,1	0,2	0,6	0,2	0,0	
1	1:42	Humedad relativa Hr %	57,6	57,7	57,4	172,2	57,4	0,2	57,3
2	2:12		57,4	57,3	57,1	172,2	57,4	0,2	
3	2:42		57,2	57,2	56,9	171,4	57,1	0,2	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017	
Puesto de trabajo: Ayudante de sierra 2	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incerti. (±)	
1	1:44	Temperatura del aire, ta°C	19,1	19,1	19,0	56,6	18,9	0,1	18,8
2	2:14		18,8	18,8	18,6	56,5	18,8	0,1	
3	2:44		18,7	18,6	18,5	56,1	18,7	0,1	
1	1:44	Temperatura radiante media, tr°C	16,8	16,9	17,0	49,9	16,6	0,1	16,5
2	2:14		16,6	16,5	16,3	49,6	16,5	0,2	
3	2:44		16,5	16,3	16,2	49,4	16,5	0,2	
1	1:44	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,0	0,2
2	2:14		0,1	0,2	0,2	0,5	0,2	0,0	
3	2:44		0,1	0,2	0,1	0,5	0,2	0,0	
1	1:44	Humedad relativa Hr %	57,9	57,9	57,6	172,0	57,3	0,2	57,2
2	2:14		57,3	57,2	57,0	171,7	57,2	0,2	
3	2:44		56,8	56,6	56,5	171,1	57,0	0,2	

		REGISTRO DE MEDICIONES - CONFORT TÉRMICO							
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. Edison Jordán		Aprobado por: Ing. Edison Yáñez		Fecha: 28/09/2017	
Puesto de trabajo: Operador de montacargas	Área: Extrusión	Equipo: Sper Scientific	Modelo: HMP 133	Item: 800036	Vestido (clo): 1,58	Época: Verano	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> ): 165	Condición ambiental: Parcialmente soleado	
DATOS DE MEDICIÓN									
N° de medición	Hora	Parámetros	Niveles			Valores			PROMEDIO TOTAL
			Cabeza	Abdomen	Tobillos	Σ	ξ (°C)	Incertí. (±)	
1	1:46	Temperatura del aire, ta°C	18,8	18,9	18,8	55,9	18,6	0,1	18,5
2	2:16		18,6	18,5	18,3	55,7	18,6	0,2	
3	2:46		18,5	18,3	18,1	55,2	18,4	0,2	
1	1:46	Temperatura radiante media, tr°C	19,9	19,6	19,3	59,1	19,7	0,3	19,5
2	2:16		19,7	19,5	19,4	58,4	19,5	0,2	
3	2:46		19,5	19,4	19,2	57,9	19,3	0,1	
1	1:46	Velocidad del aire, Va (m/s)	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,0	0,2
2	2:16		0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,0	
3	2:46		0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,0	
1	1:46	Humedad relativa Hr %	59,0	58,6	58,7	175,9	58,6	0,2	58,4
2	2:16		58,7	58,5	58,4	175,2	58,4	0,2	
3	2:46		58,2	58,1	57,8	174,9	58,3	0,2	

## Anexo 15: Cálculos del índice PMV y PPD, Área de Fundición

Tabla No. 38 Turno 1 Operador de puertas, Cálculo PMV y PPD

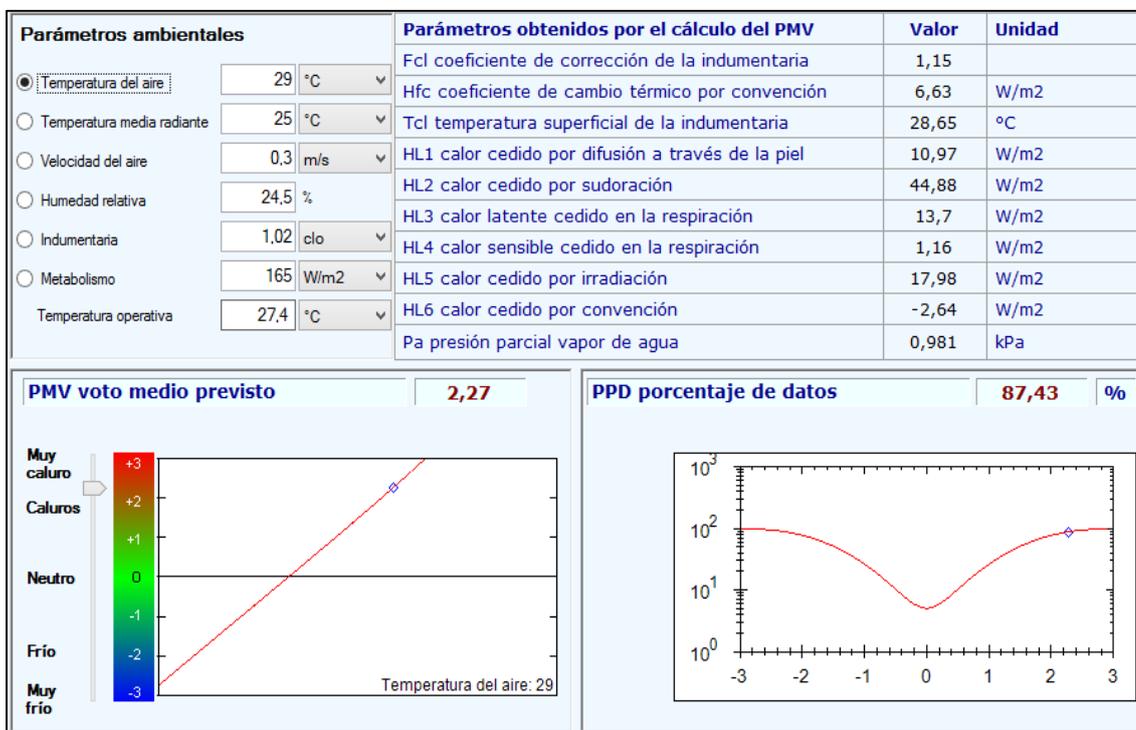


Tabla No. 39 Turno 1 Operador de sierra loma, Cálculo PMV y PPD

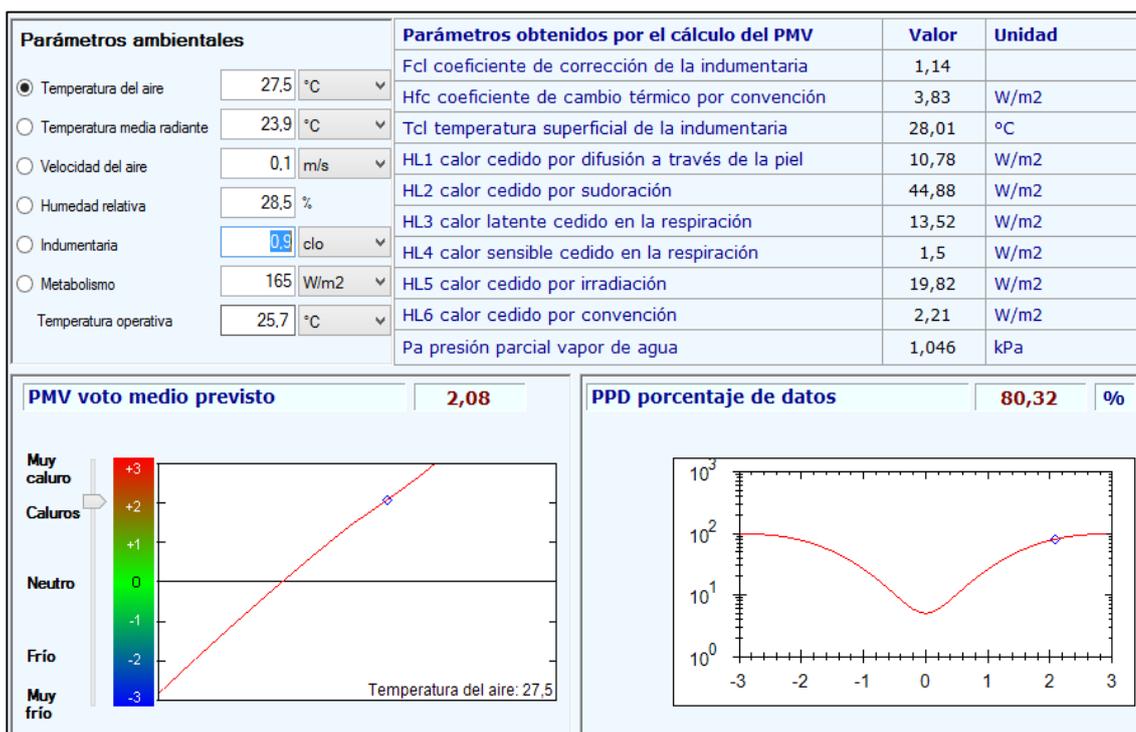


Tabla No. 40 Turno 1 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD

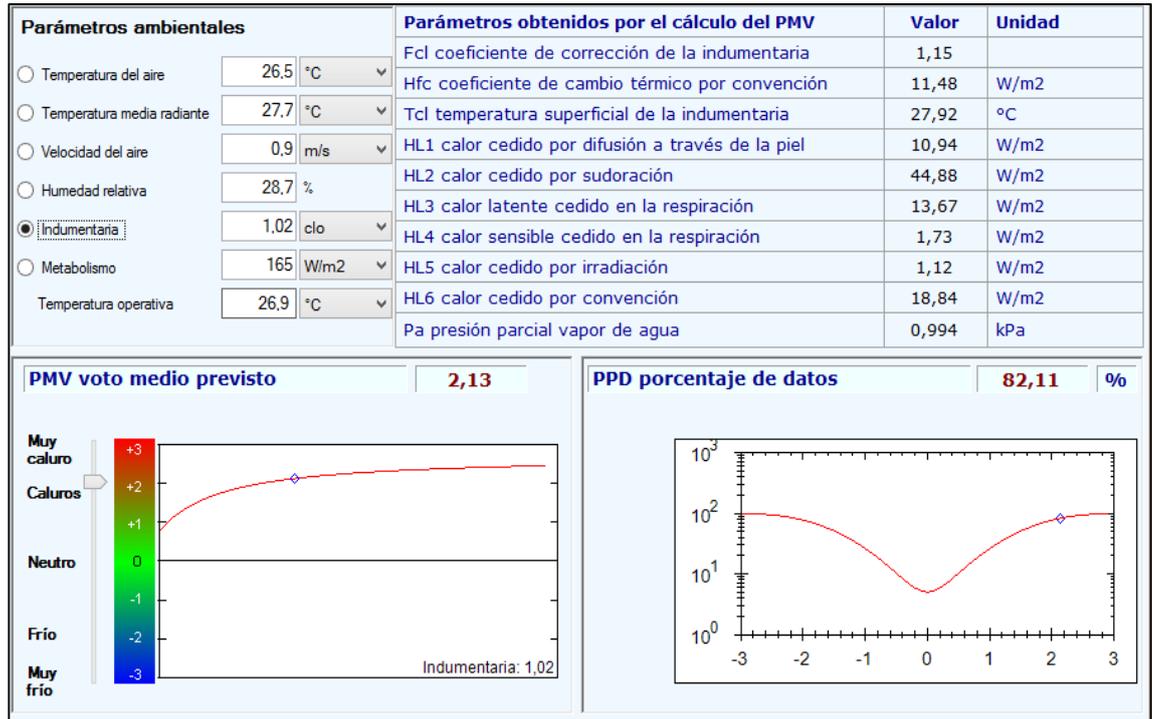


Tabla No. 41 Turno 1 Supervisor, Cálculo PMV y PPD

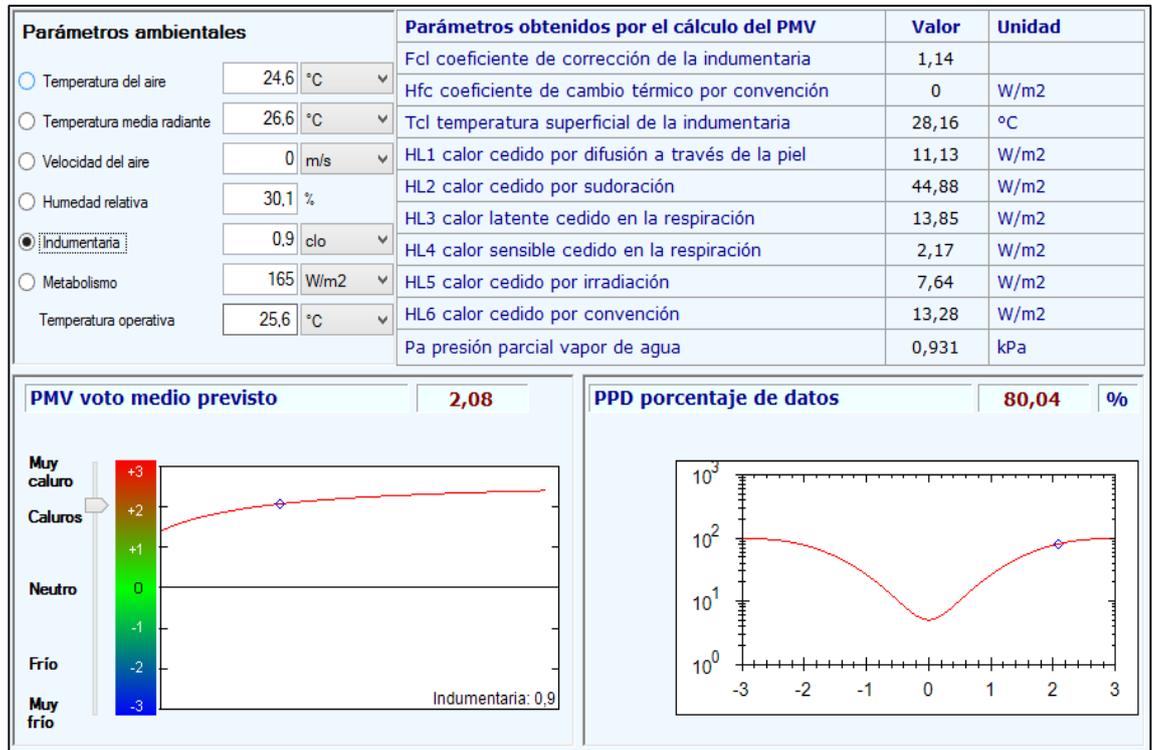


Tabla No. 42 Turno 2 Operador de puertas, Cálculo PMV y PPD

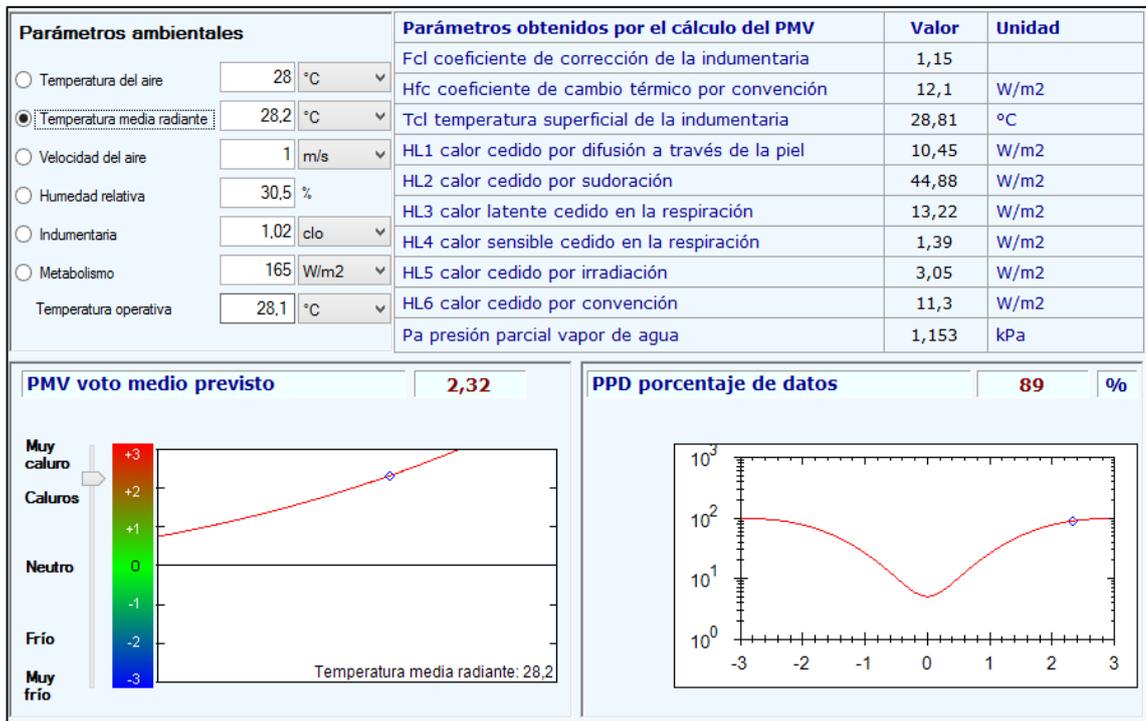


Tabla No. 43 Turno 2 Especialista, Cálculo PMV y PPD

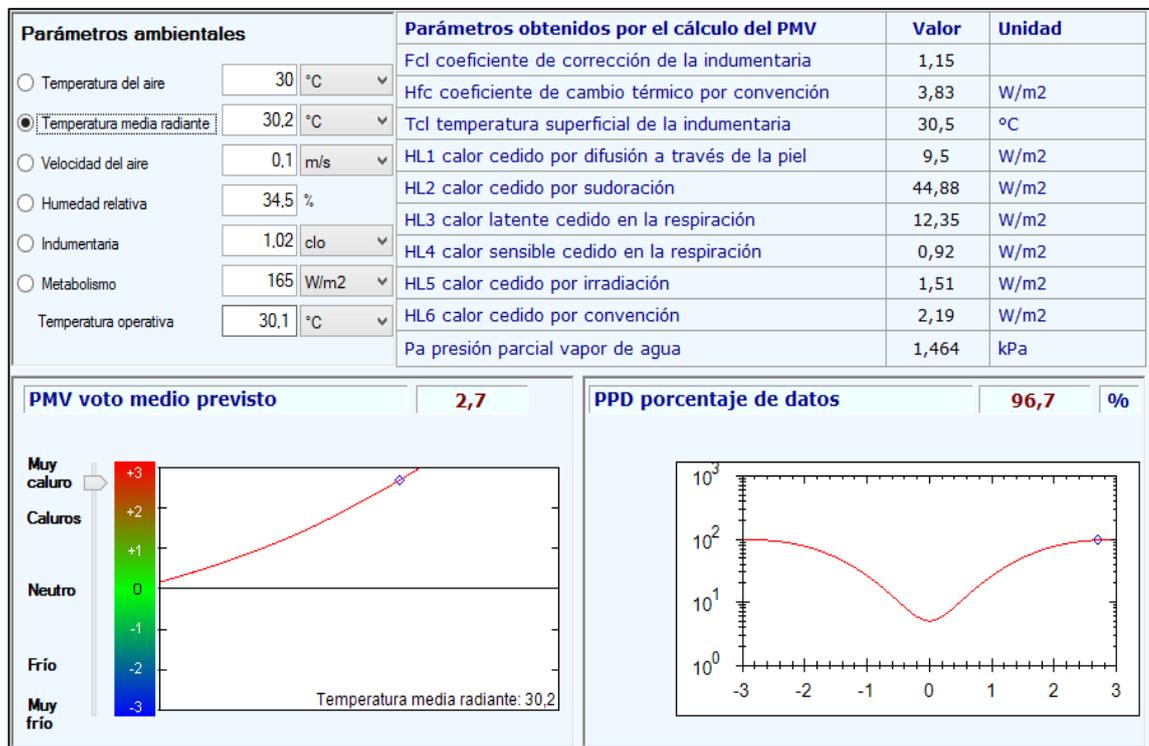


Tabla No. 44 Turno 2 Operador de sierra loma, Cálculo PMV y PPD

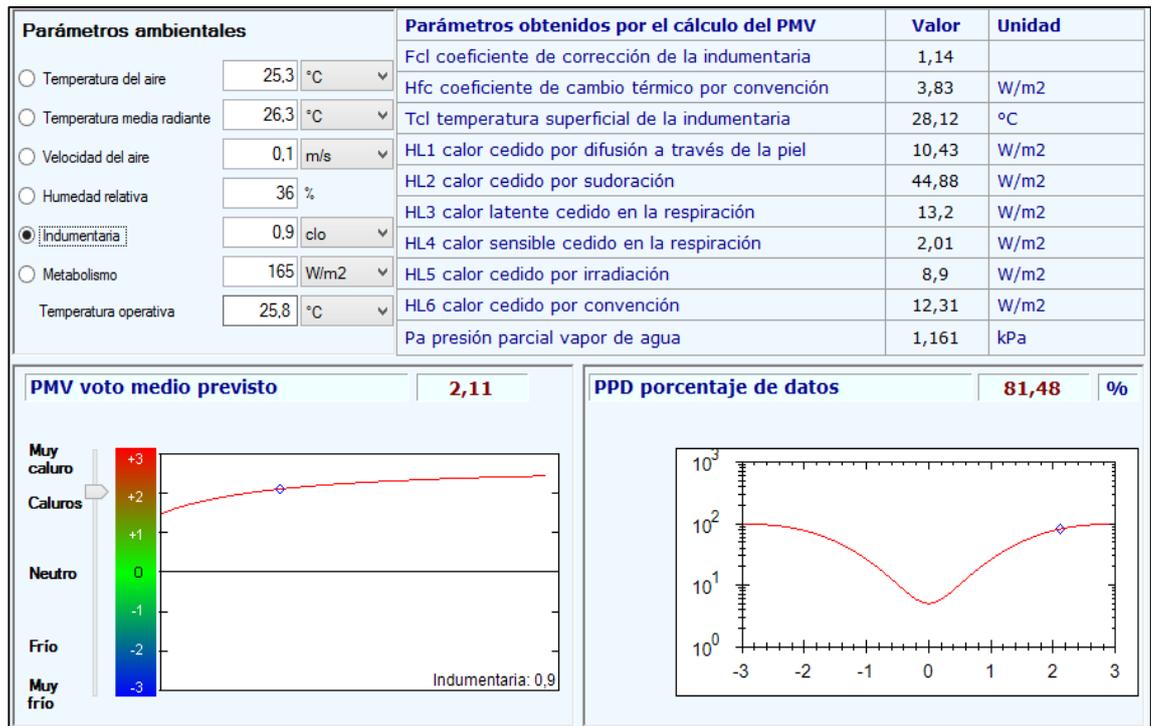


Tabla No. 45 Turno 2 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD

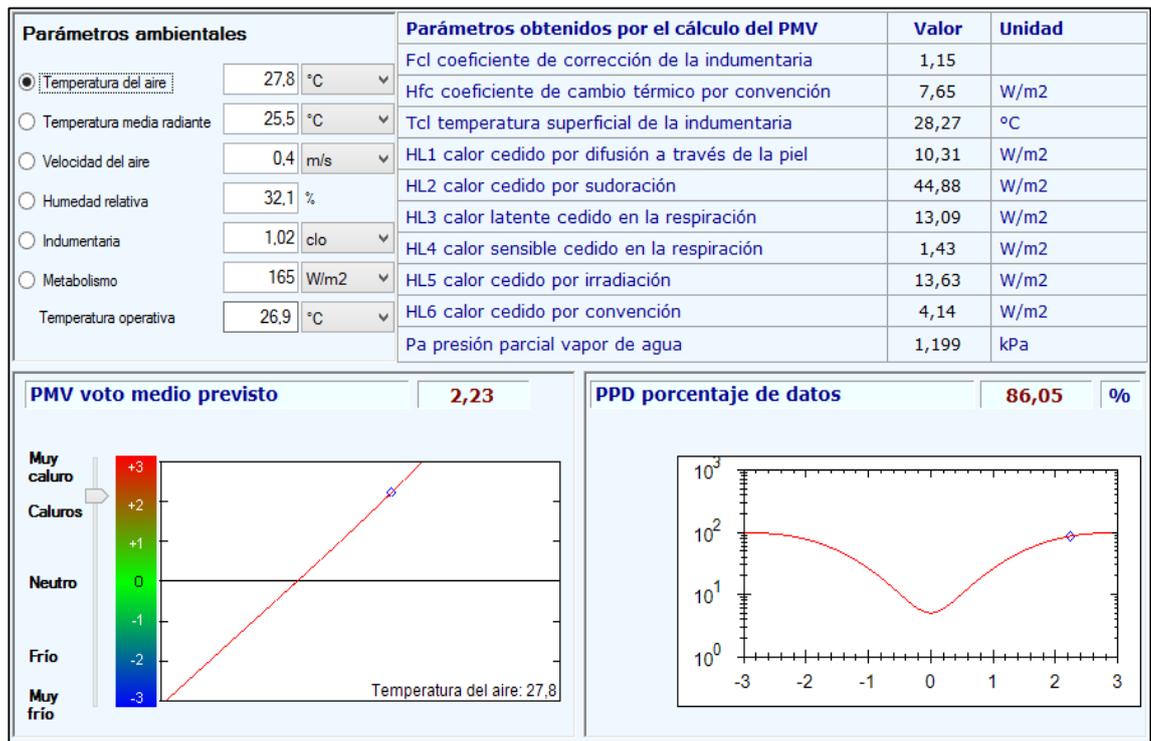


Tabla No. 46 Turno 2 Supervisor, Cálculo PMV y PPD

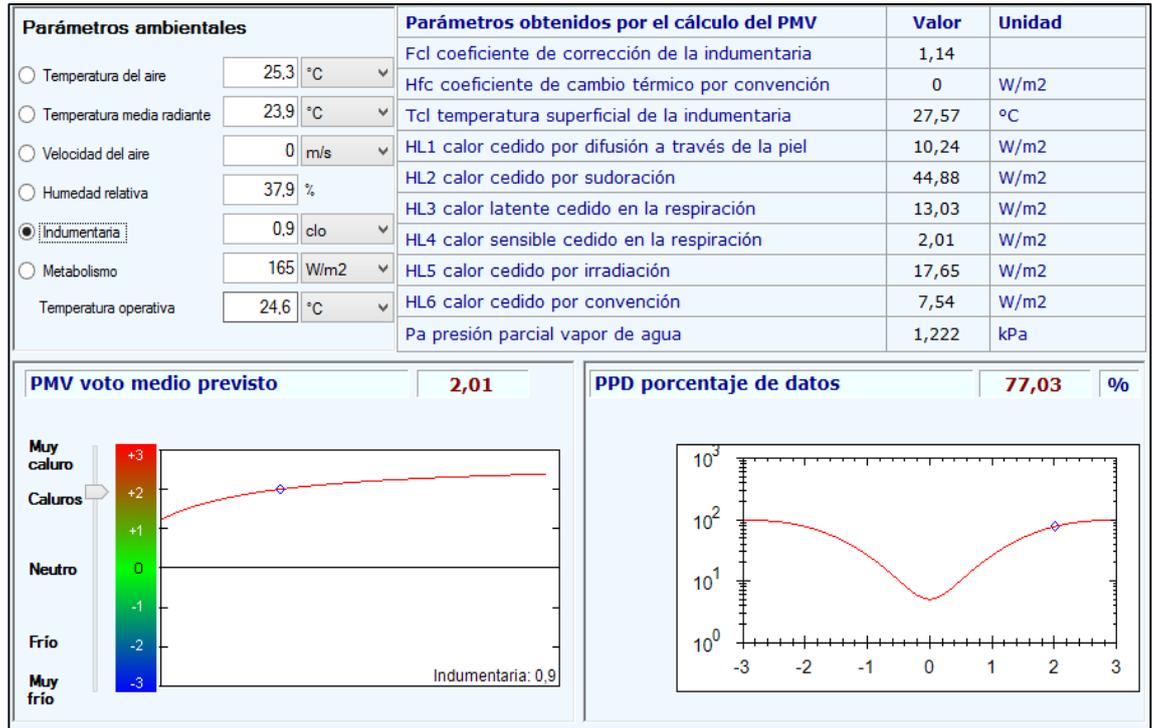


Tabla No. 47 Turno 3 Operador de puertas, Cálculo PMV y PPD

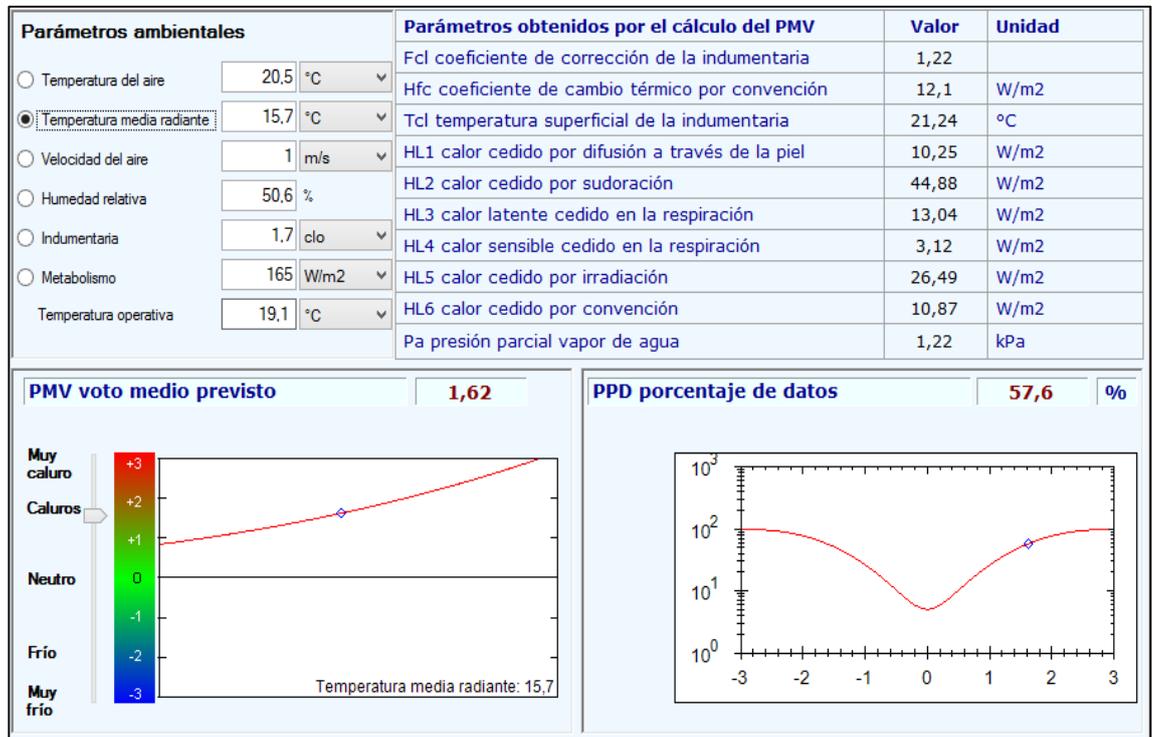


Tabla No. 48 Turno 3 Especialista, Cálculo PMV y PPD

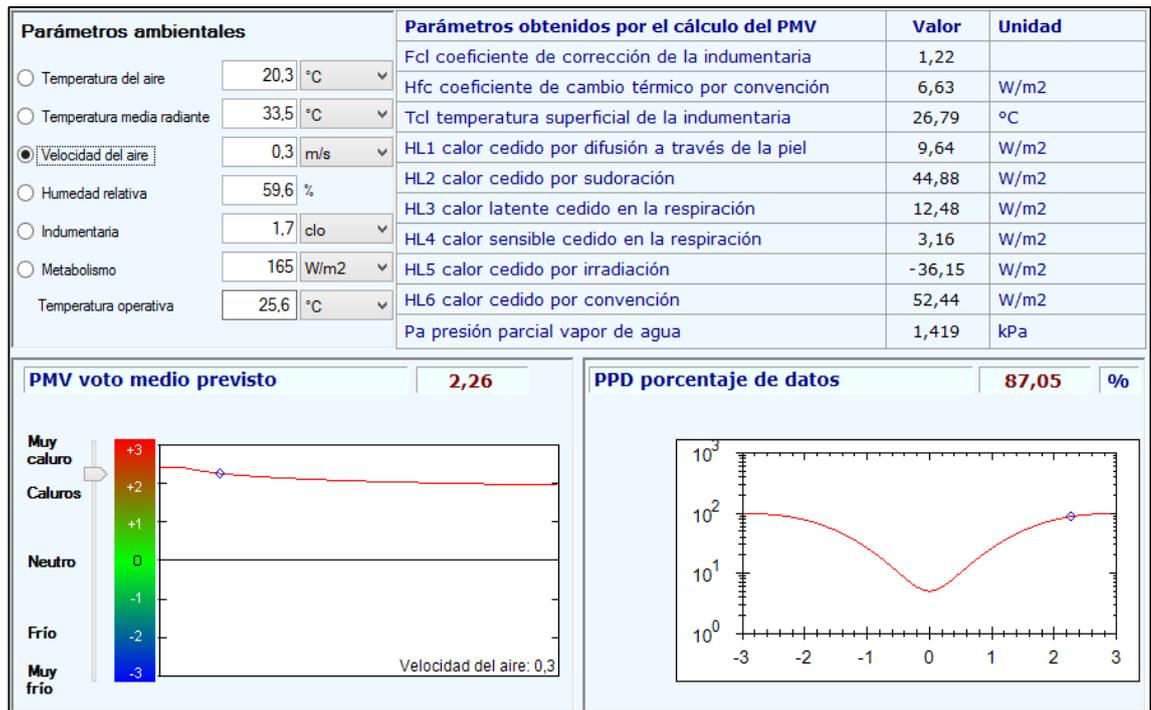


Tabla No. 49 Turno 3 Operador de sierra loma, Cálculo PMV y PPD

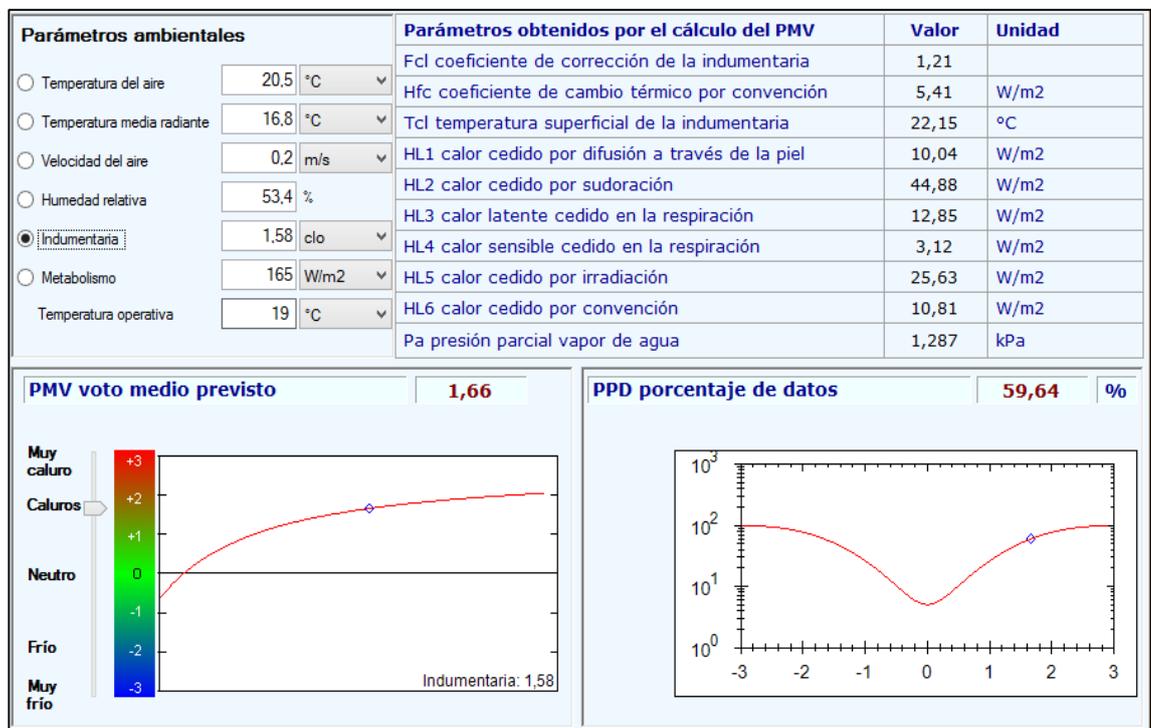


Tabla No. 50 Turno 3 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD

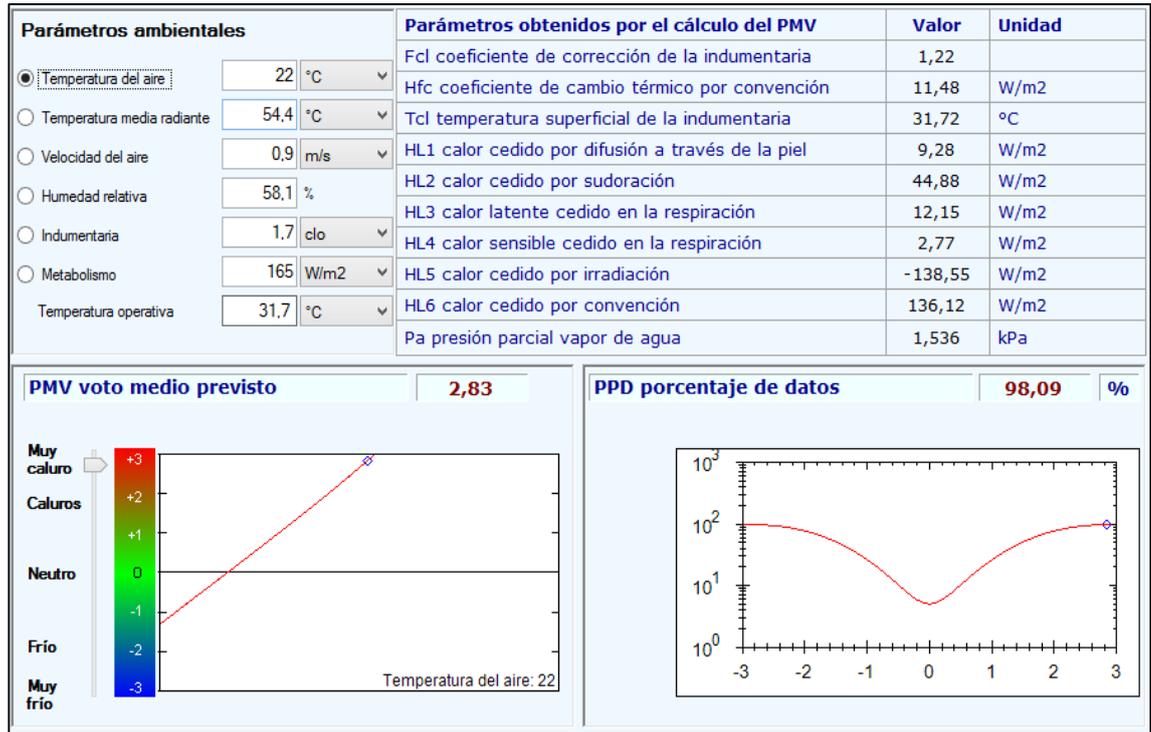
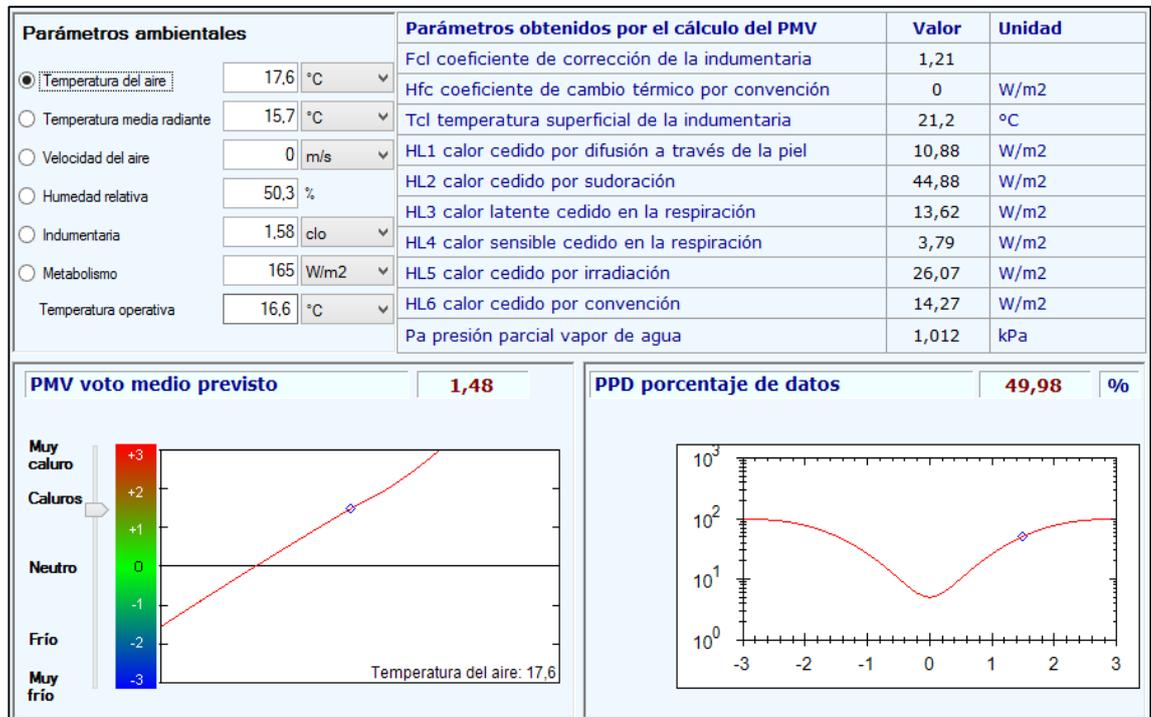


Tabla No. 51 Turno 3 Supervisor, Cálculo PMV y PPD



## Anexo 16: Cálculos del índice PMV y PPD, Área de Extrusión

Tabla No. 52 Turno 1 Operador de prensa, Cálculo PMV y PPD

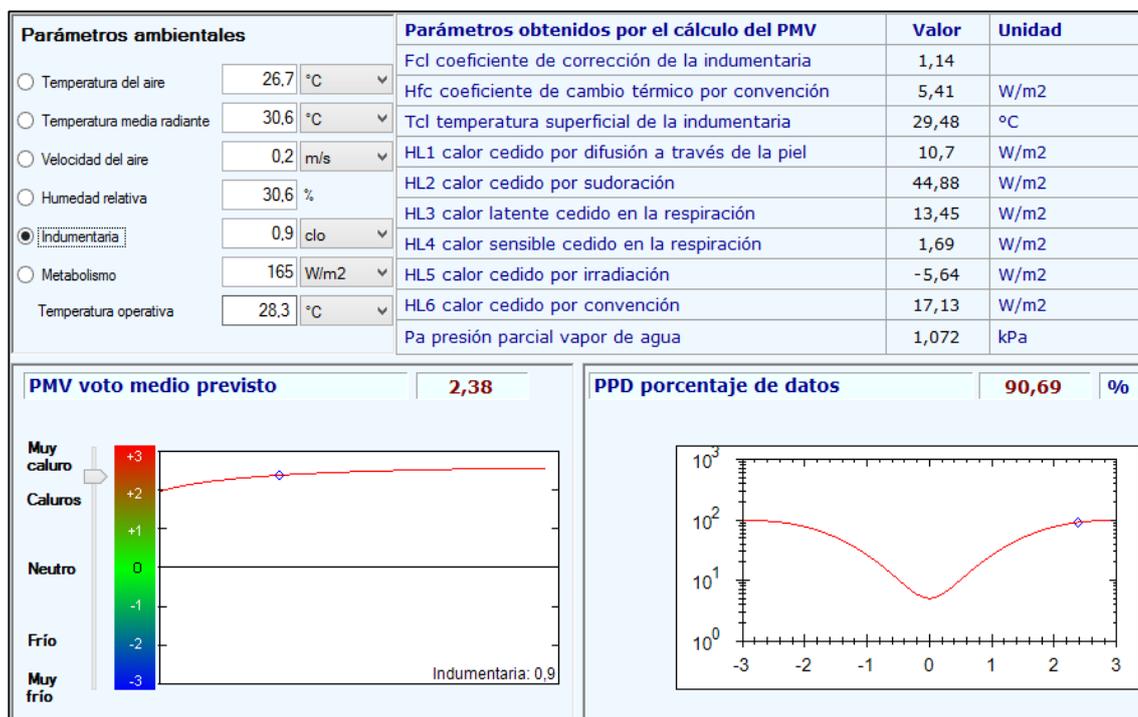


Tabla No. 53 Turno 1 Ayudante de prensa, Cálculo PMV y PPD

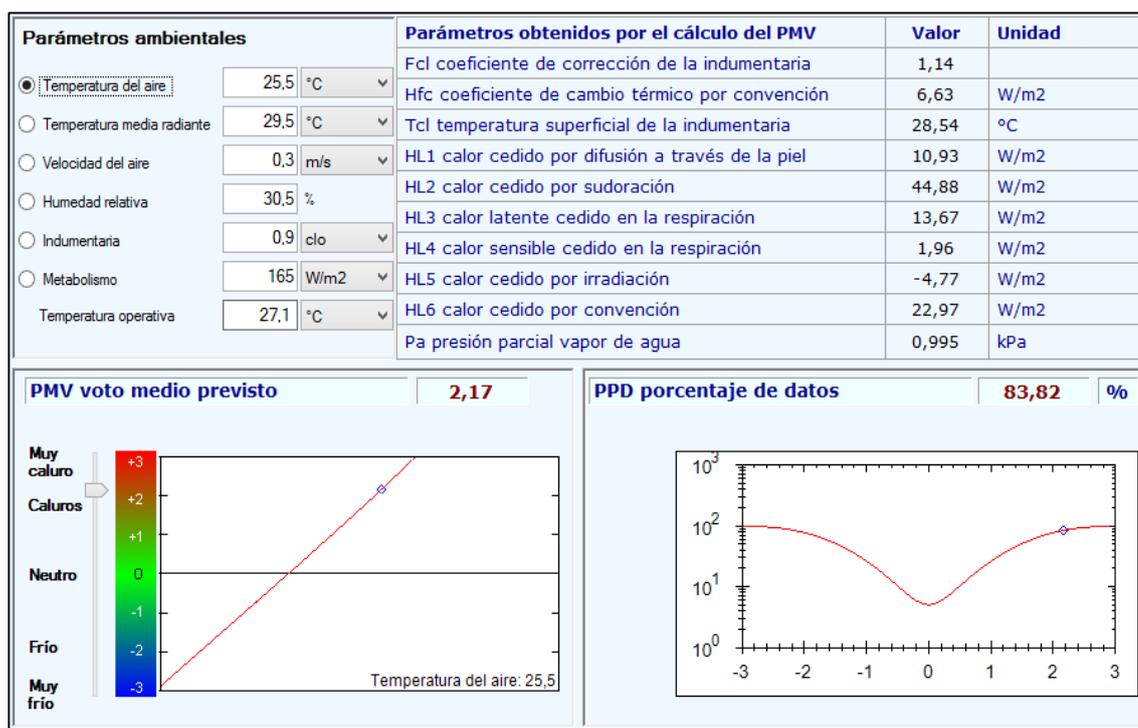


Tabla No. 54 Turno 1 Operador de estirador fija, Cálculo PMV y PPD

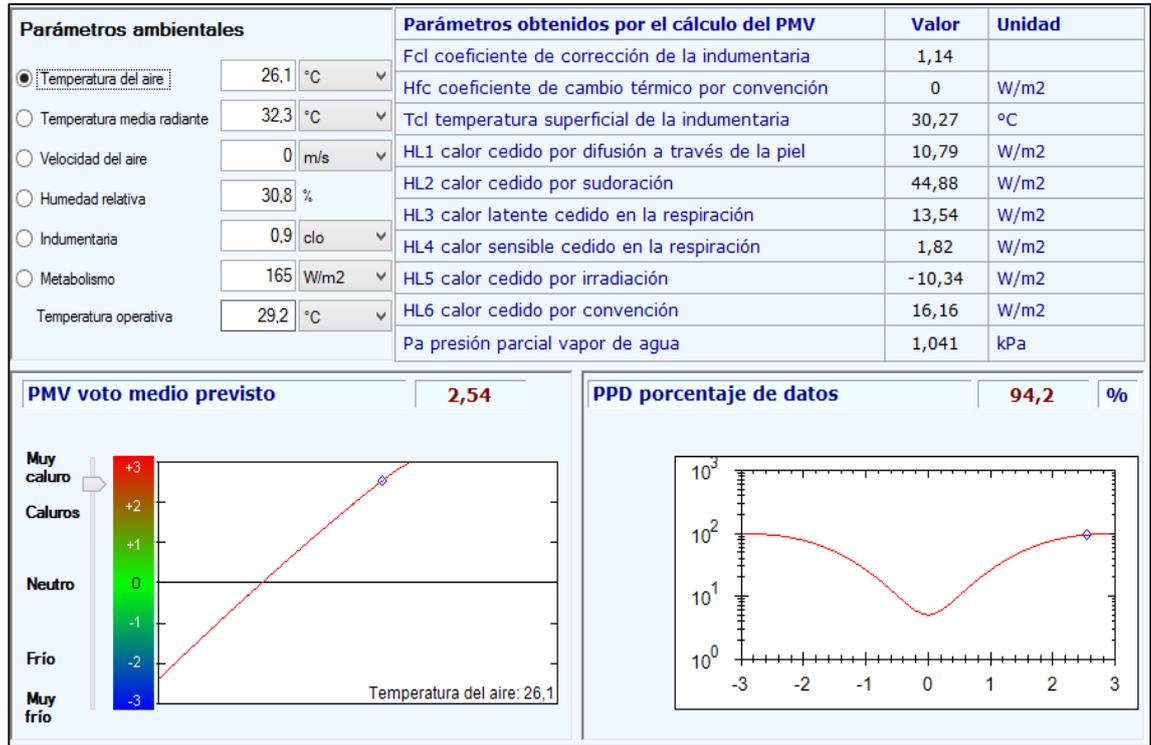


Tabla No. 55 Turno 1 Operador de estiradora móvil, Cálculo PMV y PPD

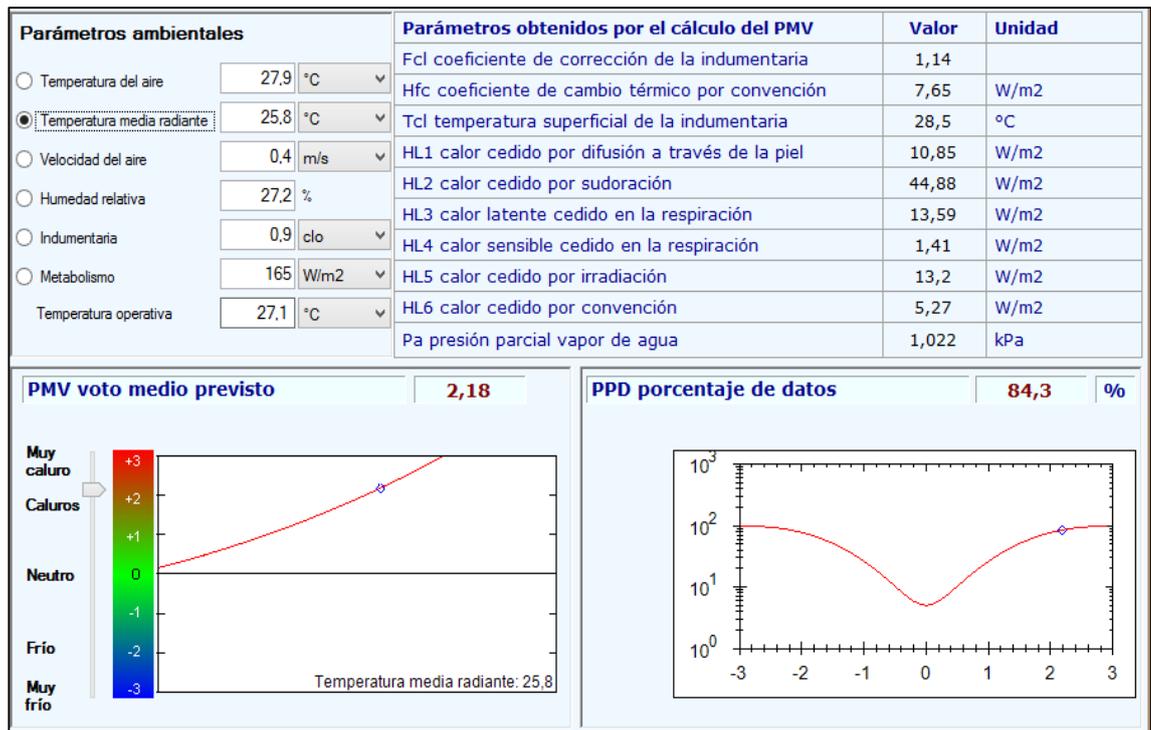


Tabla No. 56 Turno 1 Supervisor, Cálculo PMV y PPD

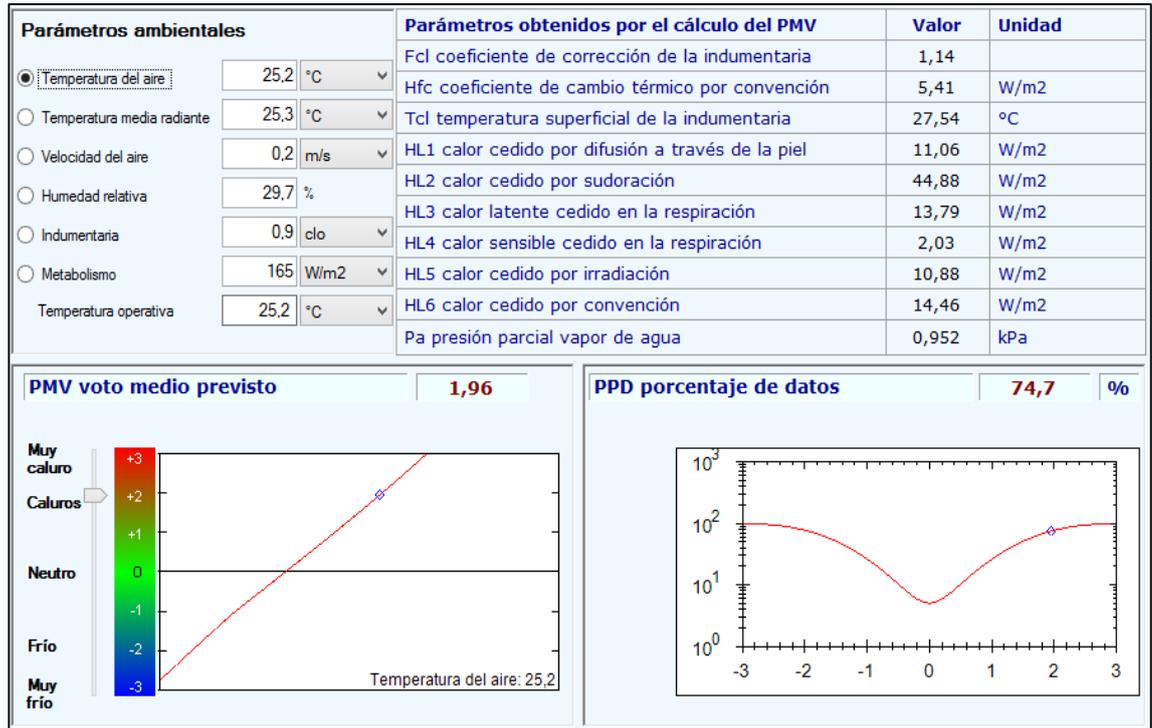


Tabla No. 57 Turno 1 Operador de sierra, Cálculo PMV y PPD

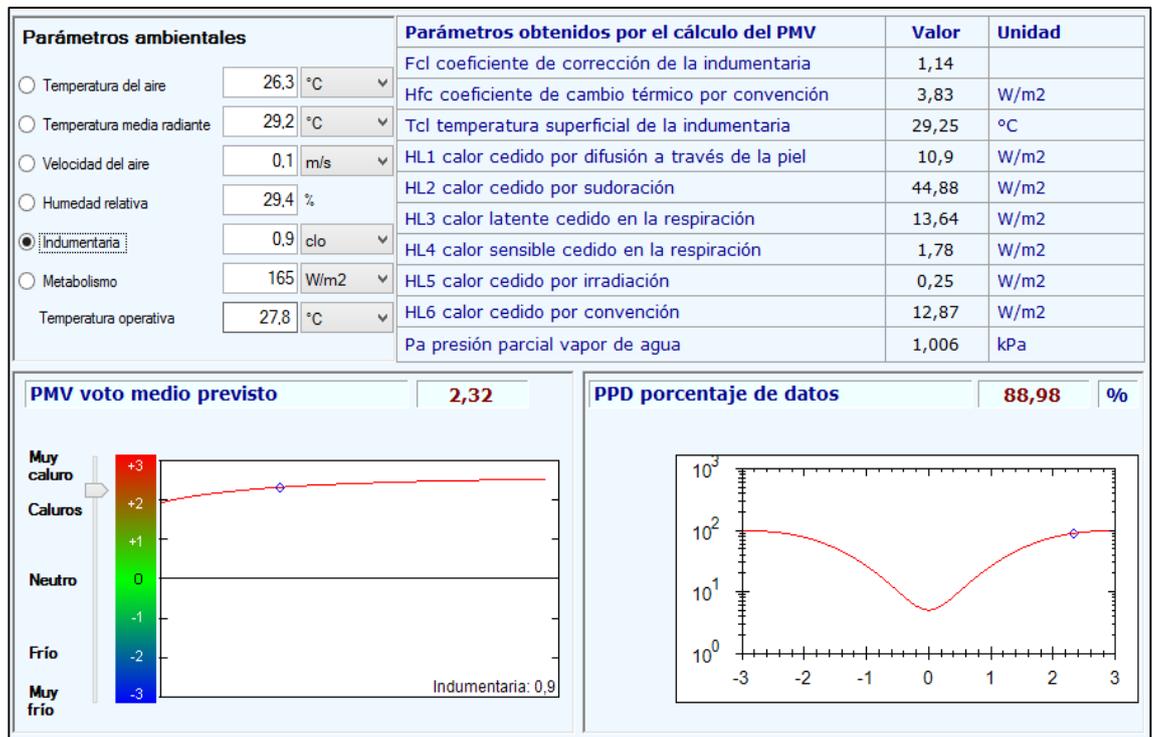


Tabla No. 58 Turno 1 Ayudante de sierra 1, Cálculo de PMV y PPD

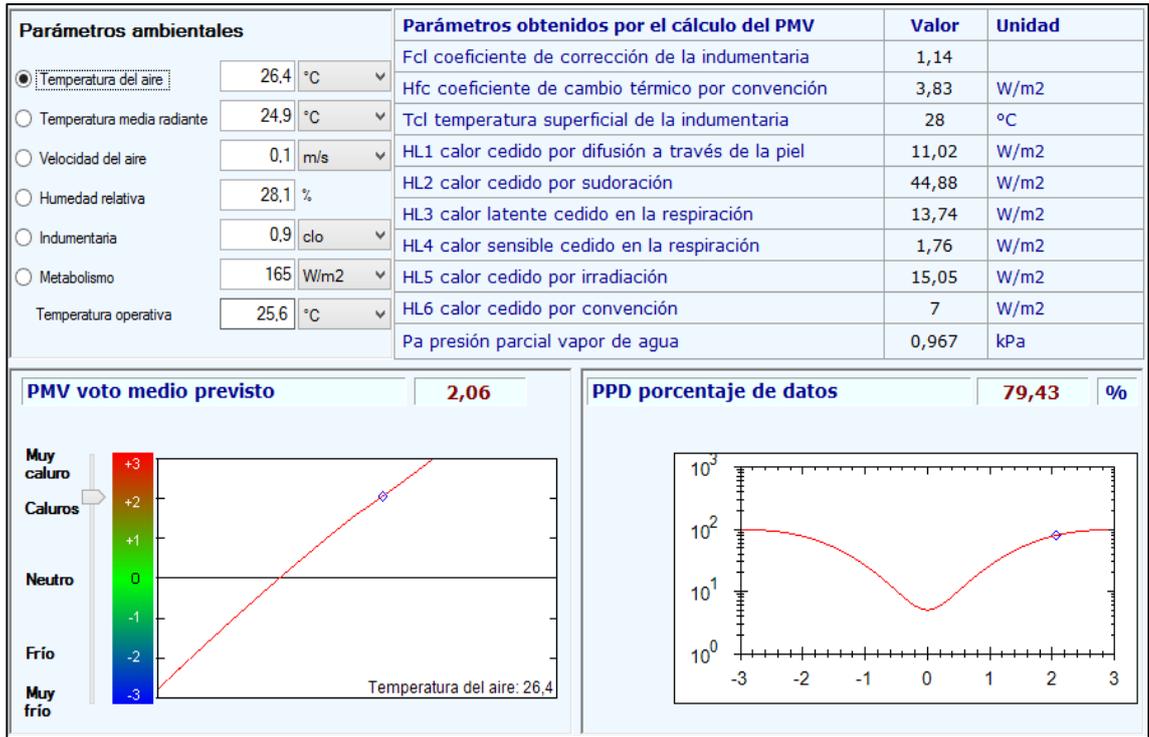


Tabla No. 59 Turno 1 Ayudante de sierra 2, Cálculo PMV y PPD

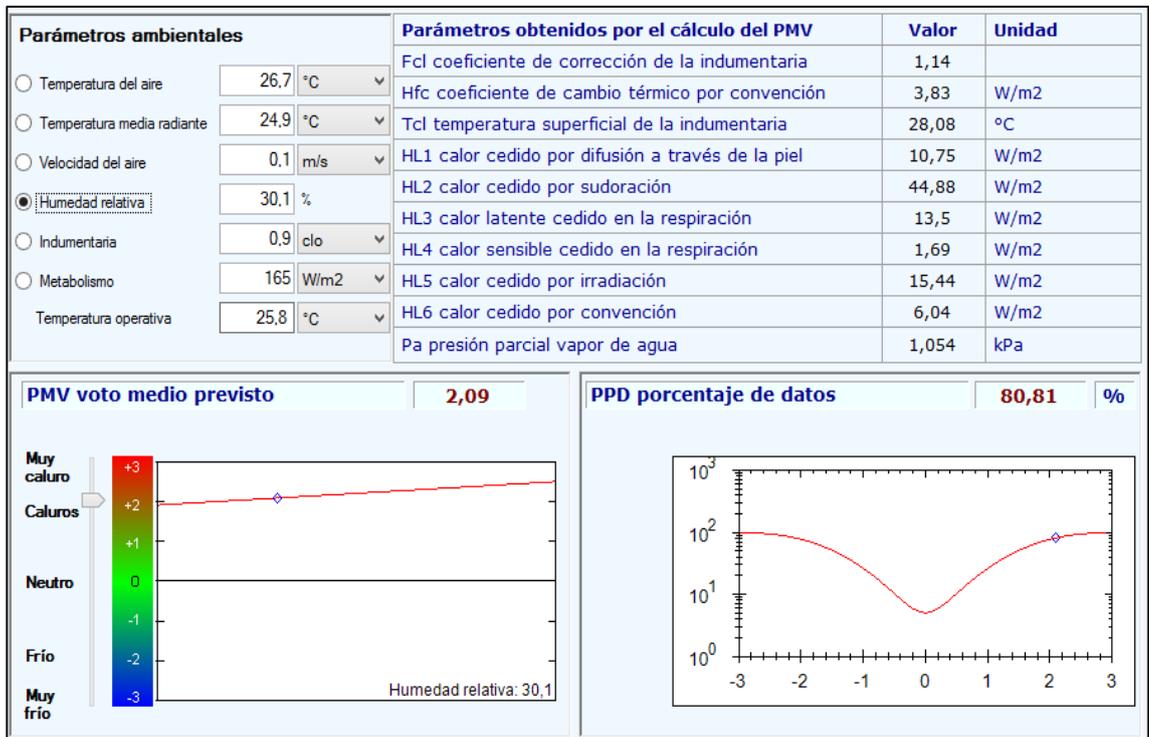


Tabla No. 60 Turnos 1 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD

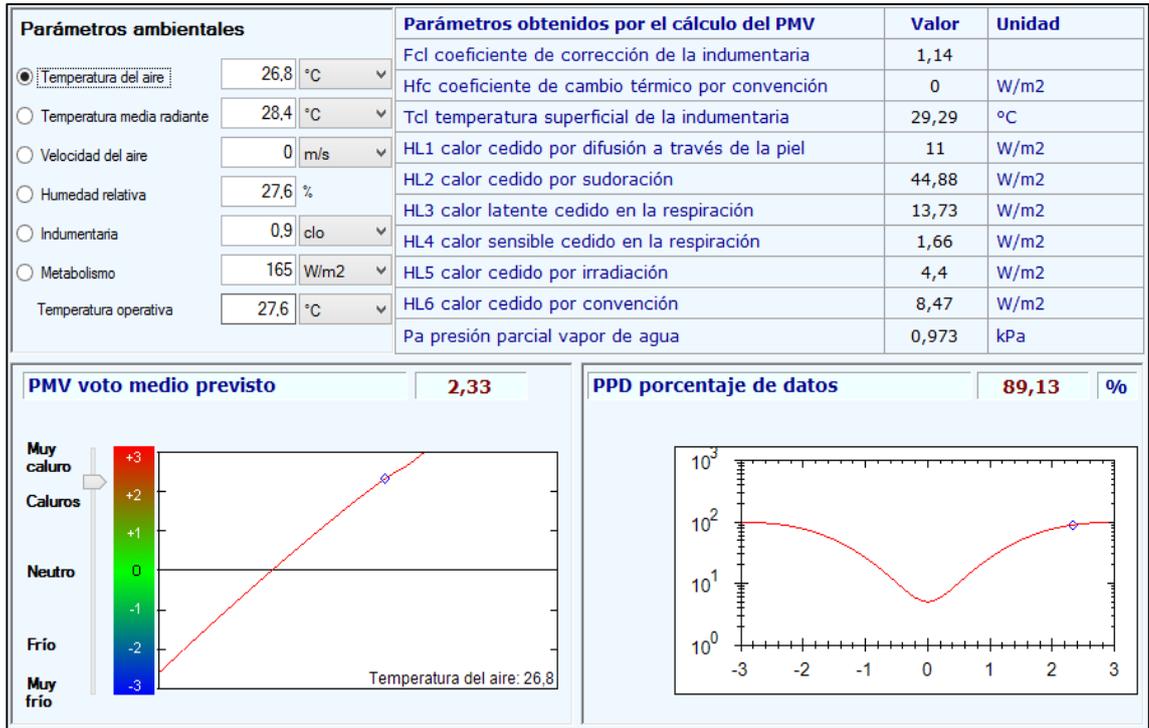


Tabla No. 61 Turno 2 Operador de prensa, Cálculo PMV y PPD

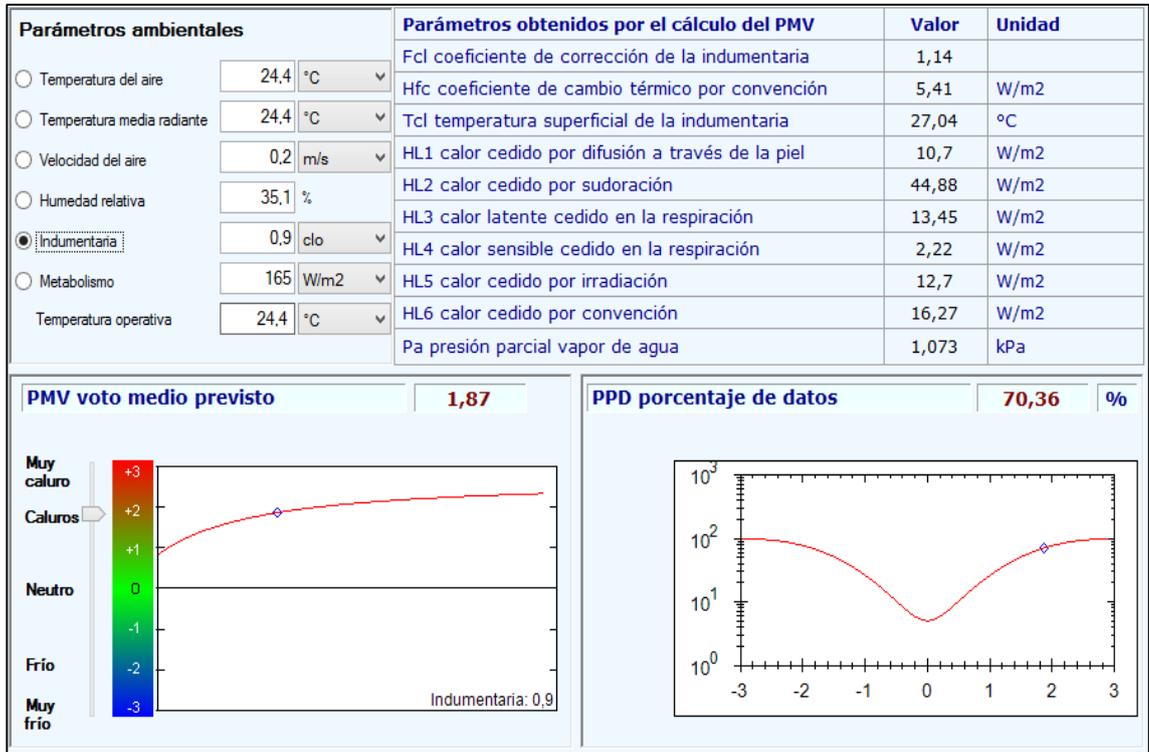


Tabla No. 62 Turno 2 Ayudante de prensa, Cálculo PMV y PPD

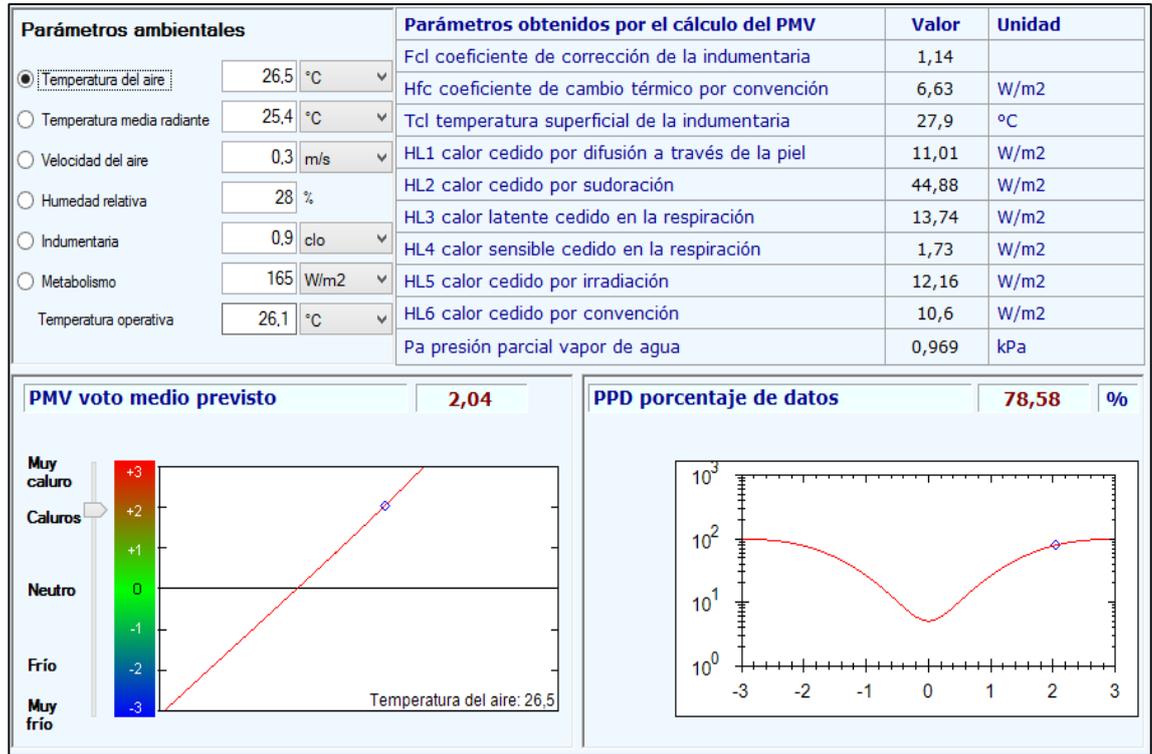


Tabla No. 63 Turno 2 Operador de estiradora móvil, Cálculo PMV y PPD

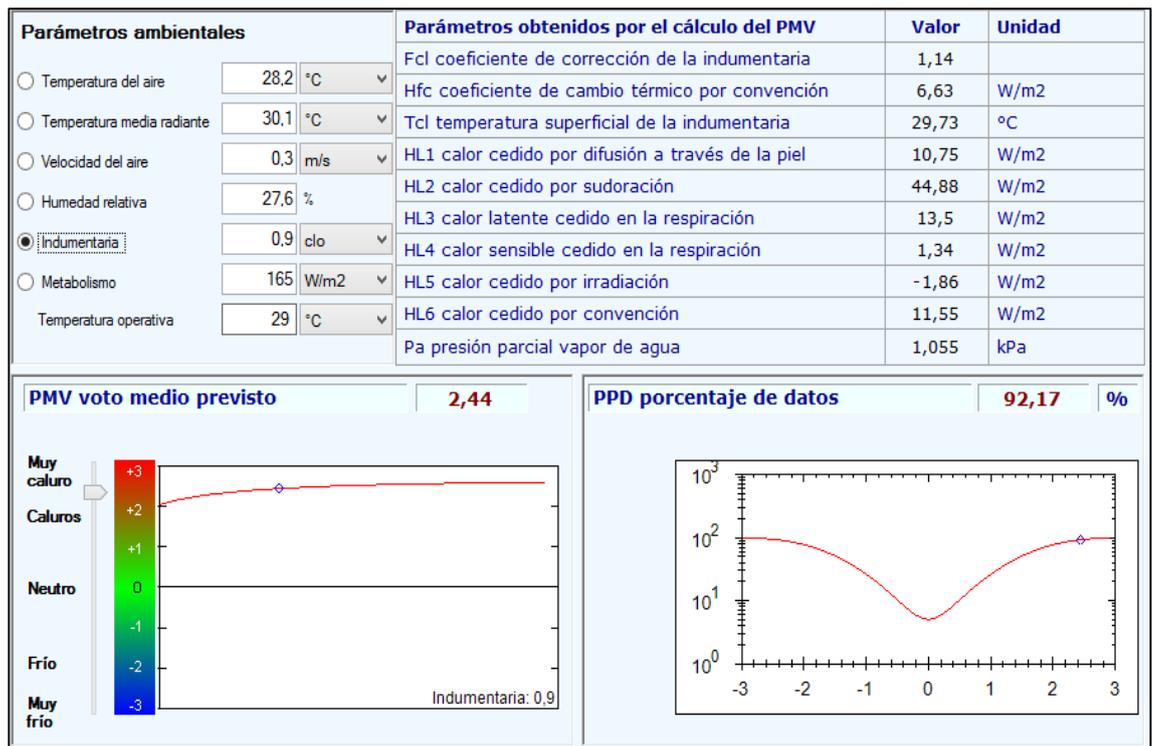


Tabla No. 64 Turno 2 Operador de estiradora Fija, Cálculo PMV y PPD

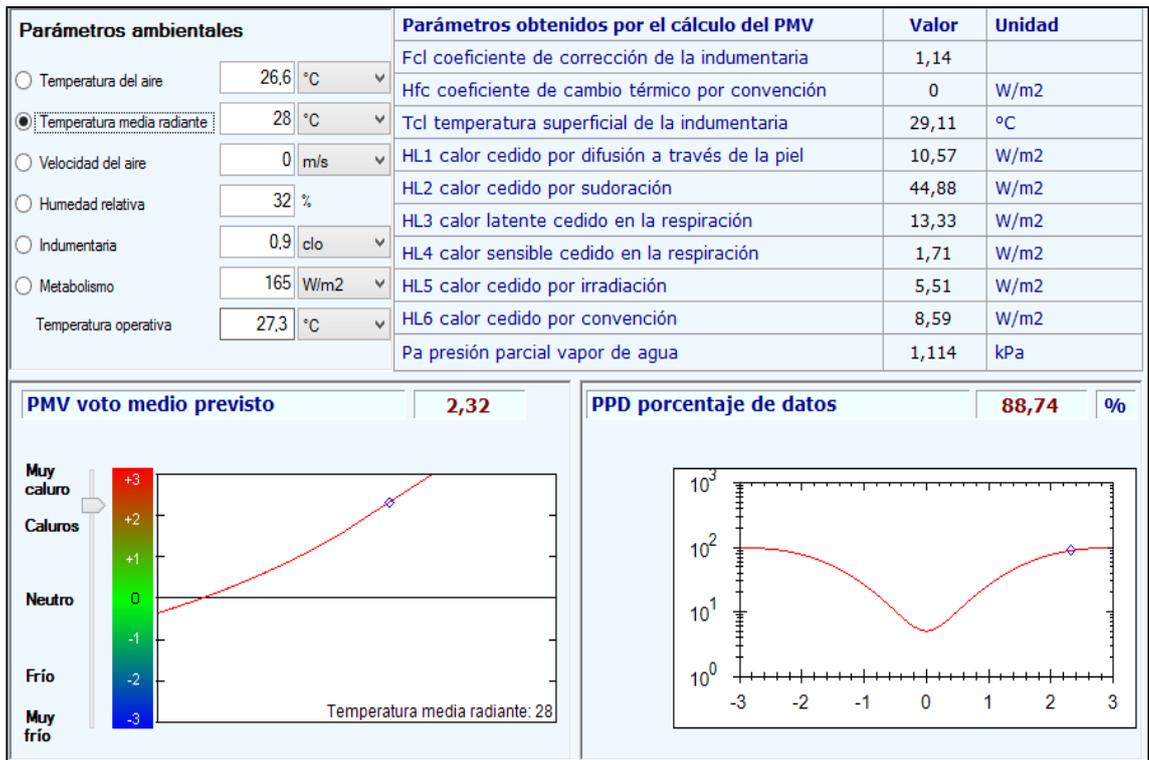


Tabla No. 65 Turno 2 Supervisor, Cálculo PMV y PPD

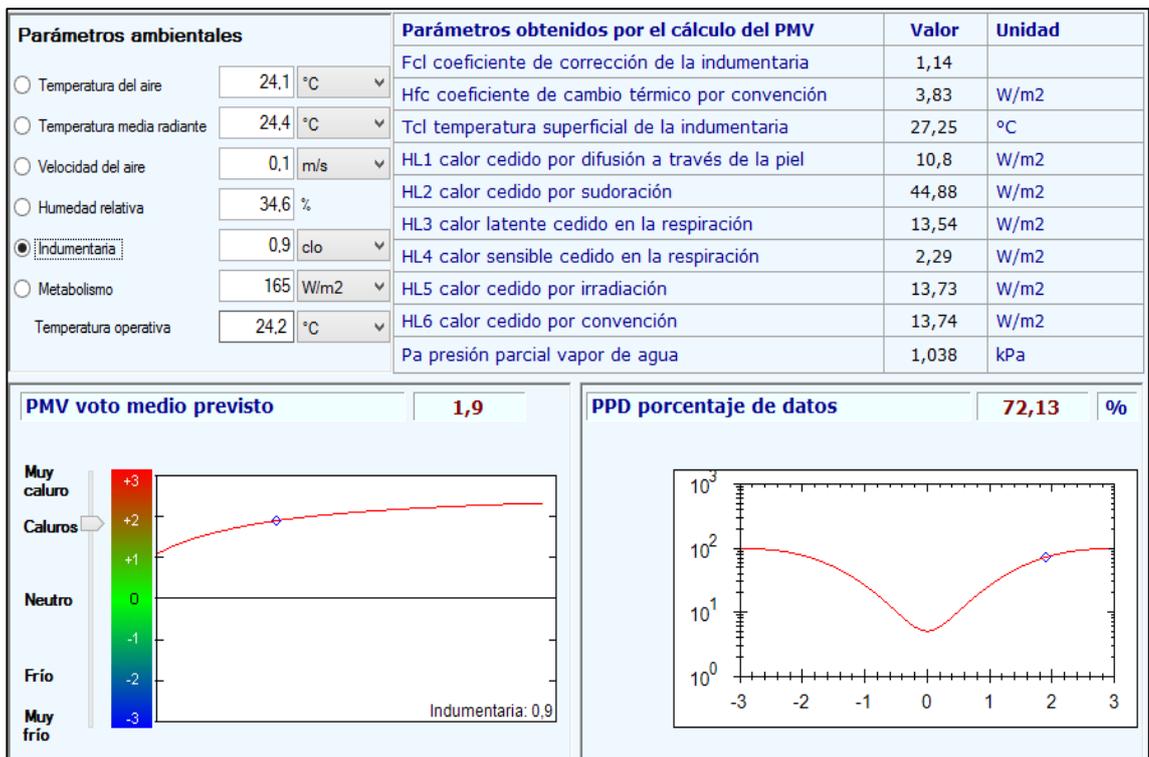


Tabla No. 66 Turno 2 Operador de sierra, Cálculo PMV y PPD

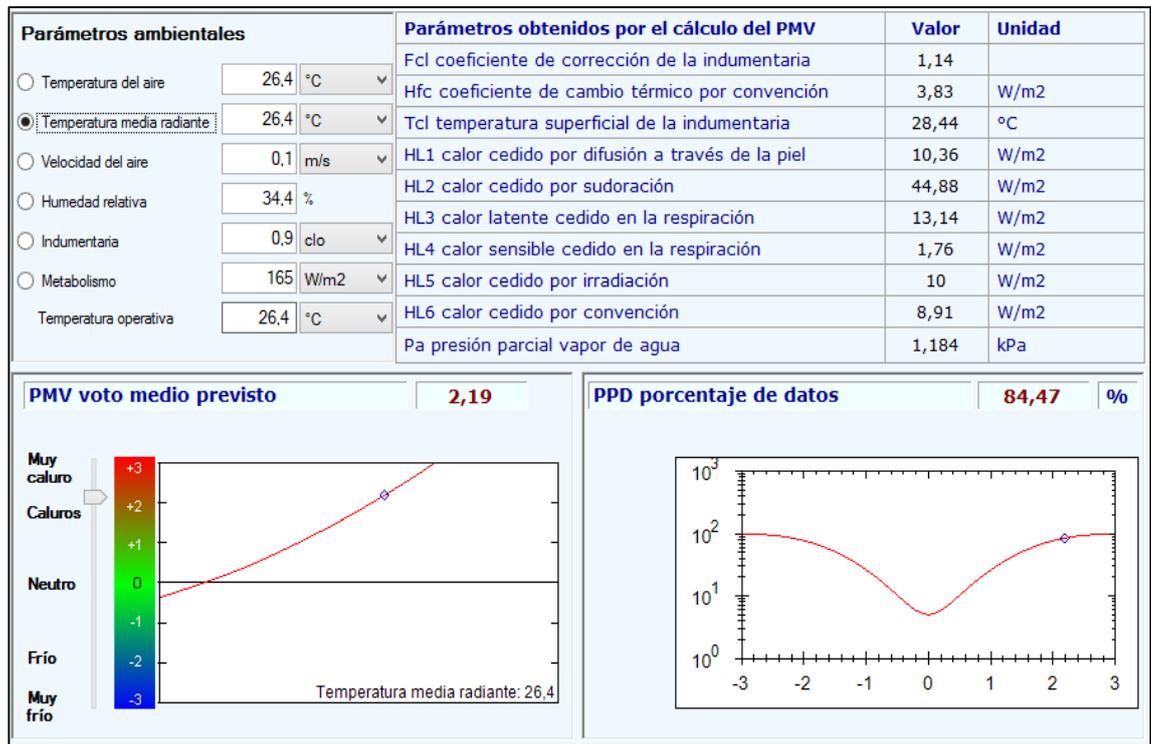


Tabla No. 67 Turno 2 Ayudante de sierra 1, Cálculo PMV y PPD

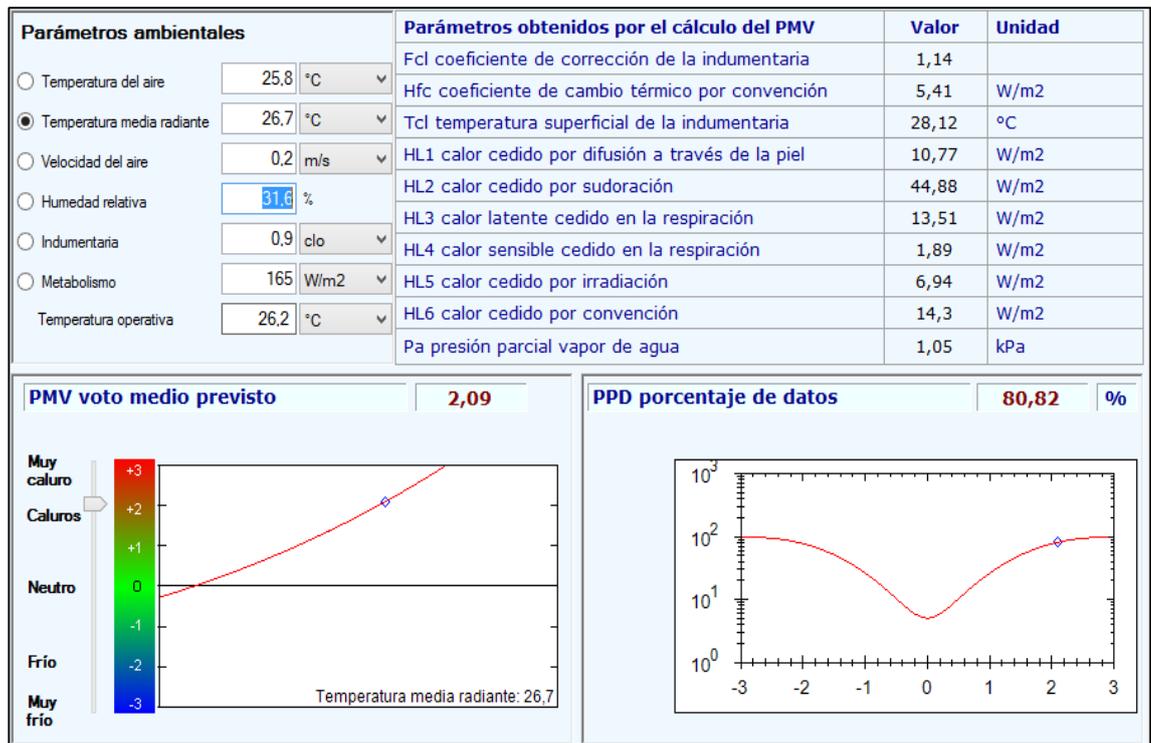


Tabla No. 68 Turno 2 Ayudante de sierra 2, Cálculo PMV y PPD

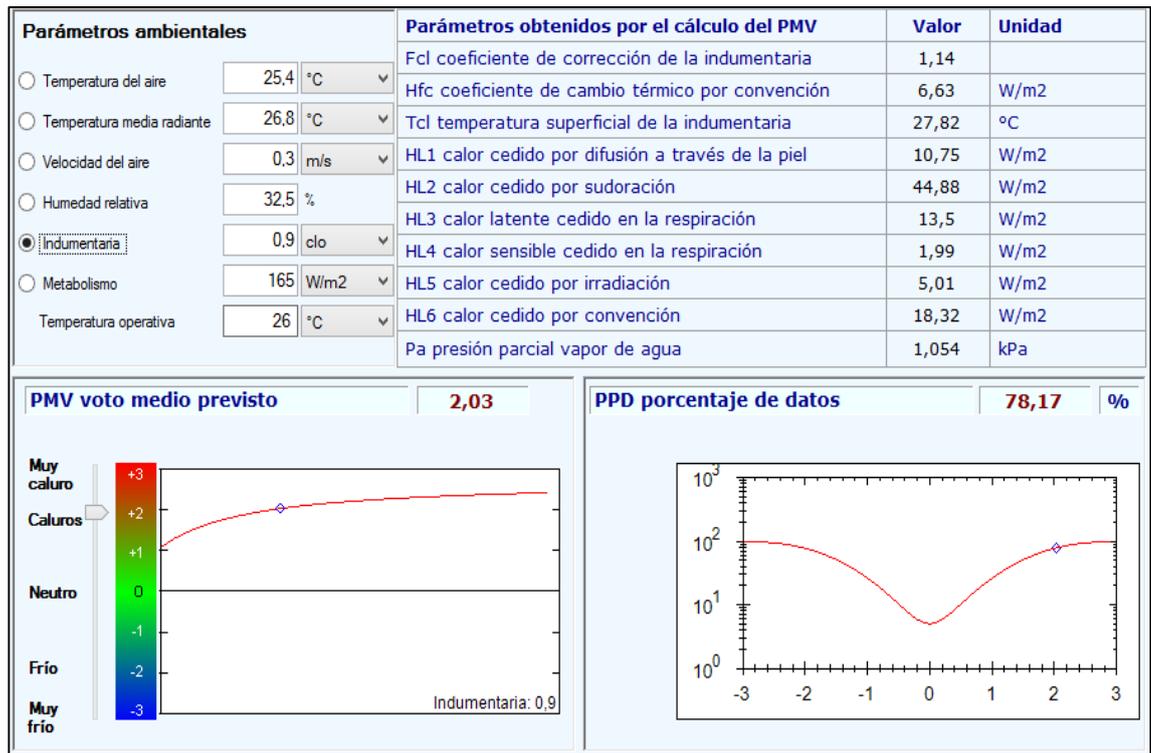


Tabla No. 69 Turno 2 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD

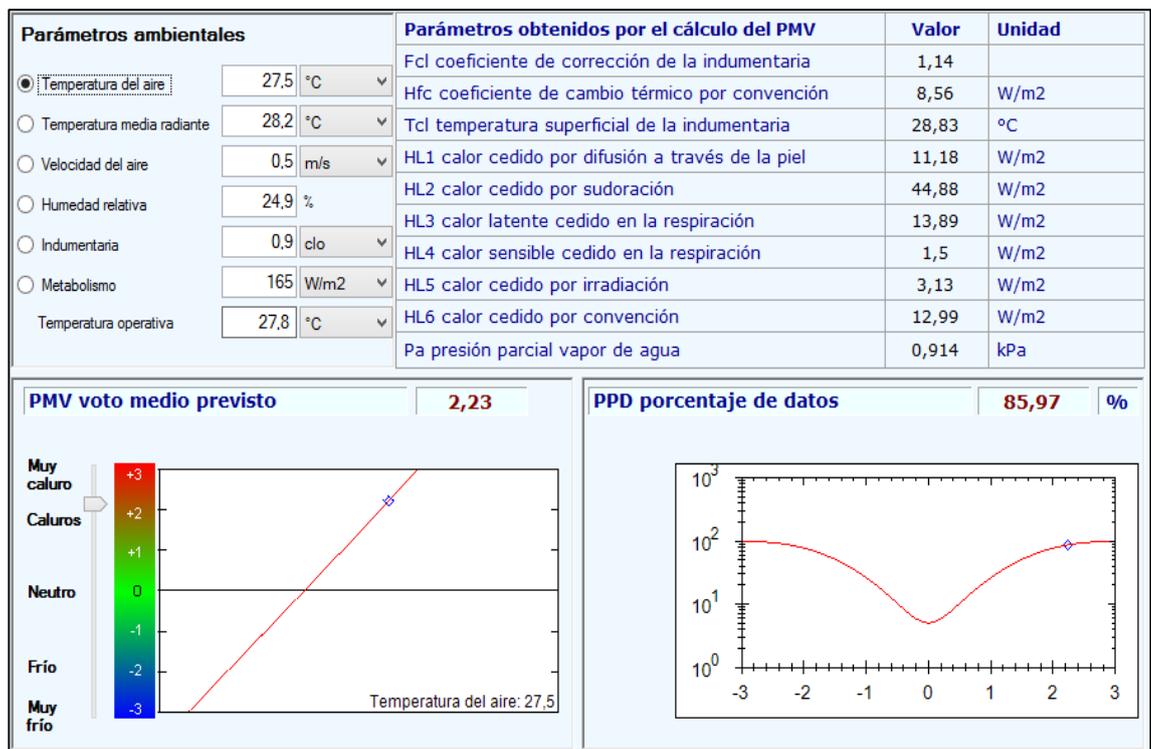


Tabla No. 70 Turno 3 Operador de prensa, Cálculo PMV y PPD

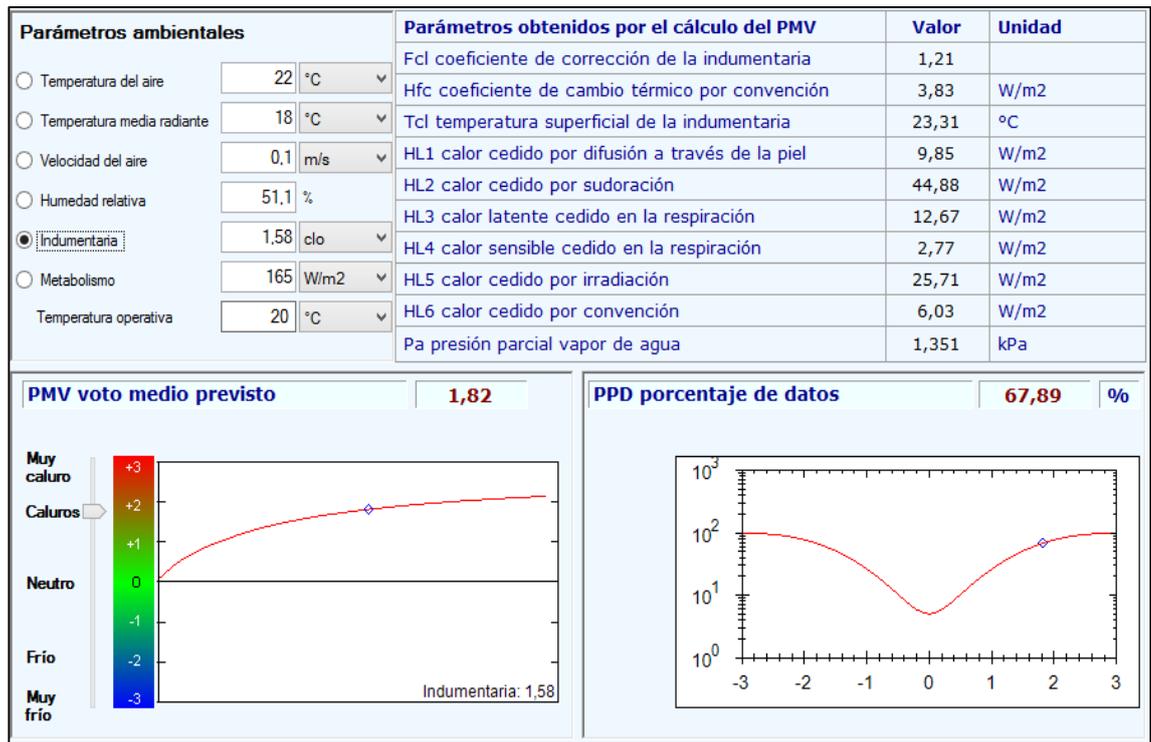


Tabla No. 71 Turno 3 Operador de estiradora móvil, Cálculo PMV y PPD

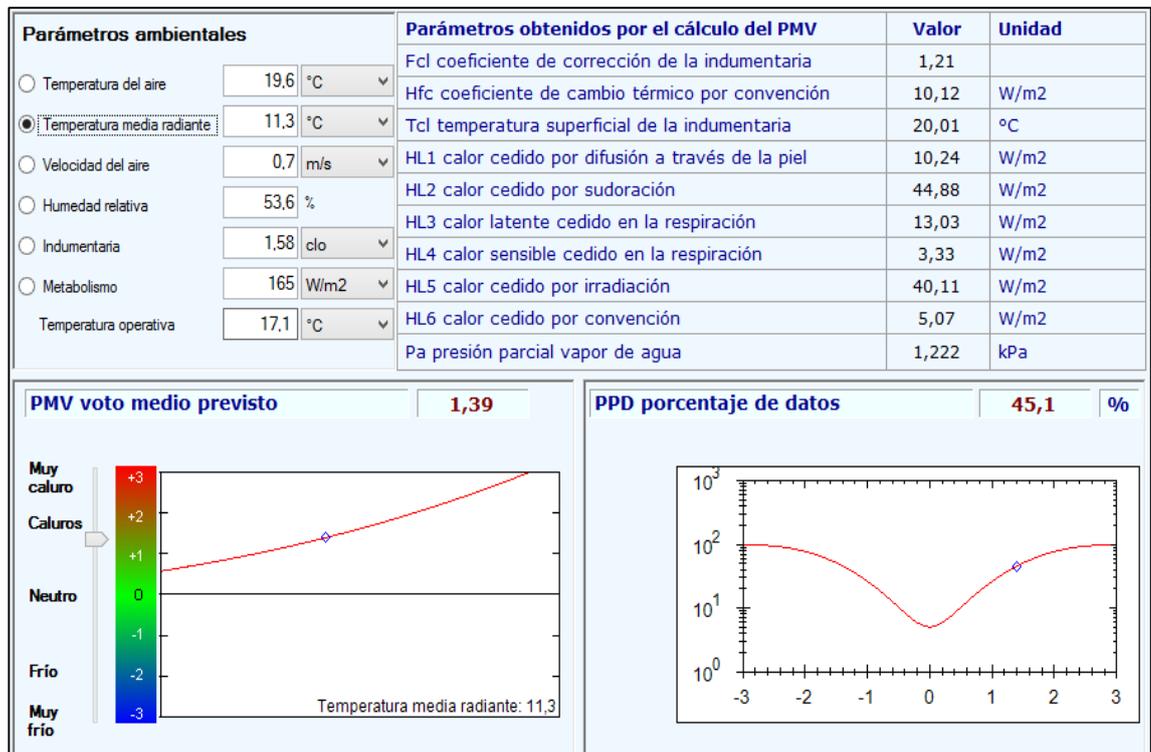


Tabla No. 72 Turno 3 Operador de estiradora fija, Cálculo PMV y PPD

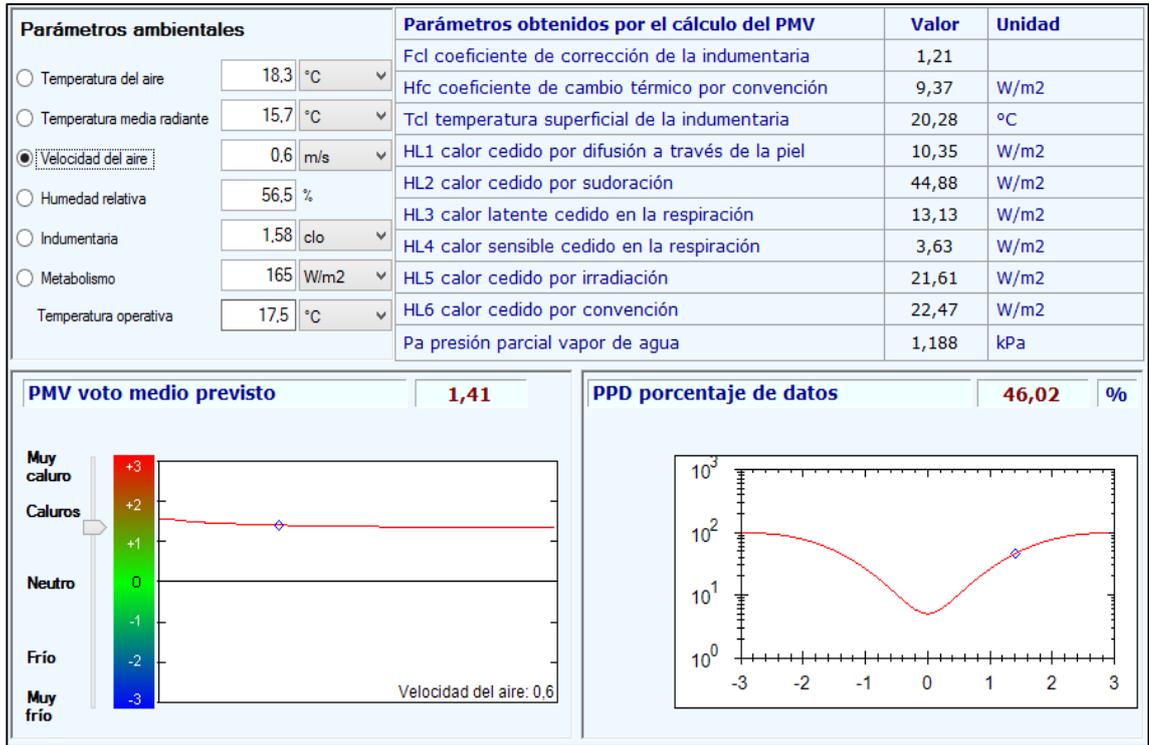


Tabla No. 73 Turno 3 Supervisor, Cálculo PMV y PPD

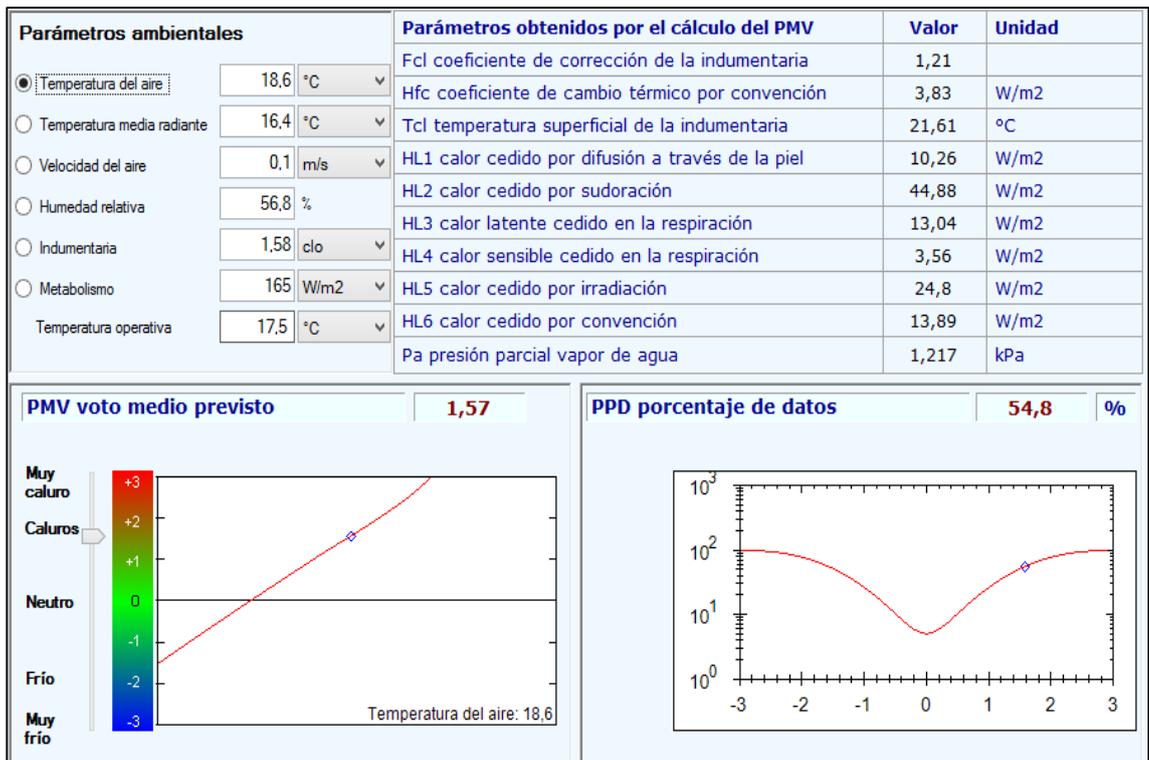


Tabla No. 74 Turno 3 Operador de sierra, Cálculo PMV y PPD

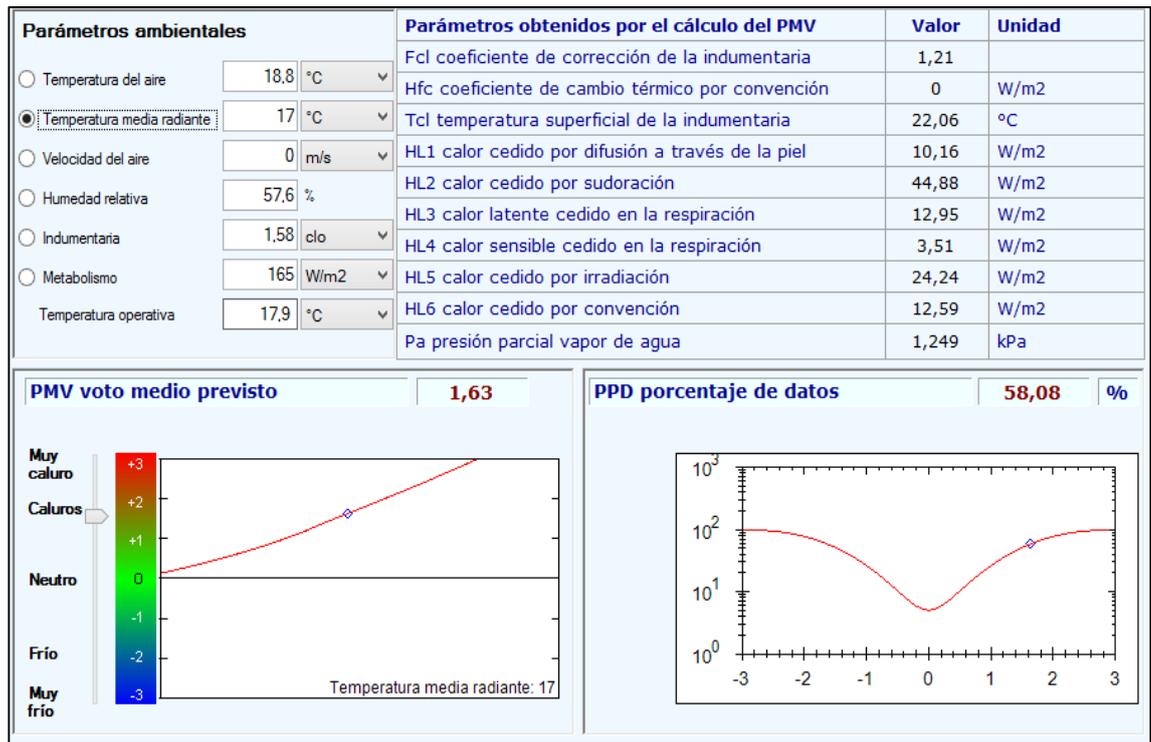


Tabla No. 75 Turno 3 Ayudante de sierra 1, Cálculo PMV y PPD

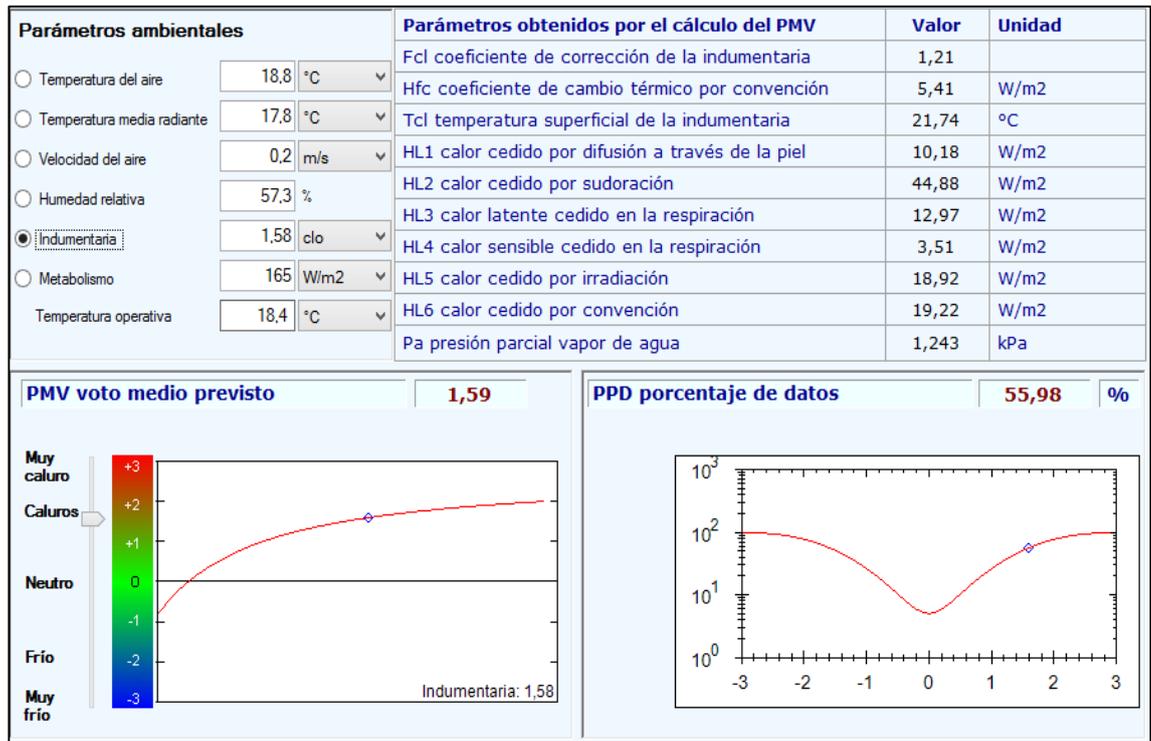


Tabla No. 76 Turno 3 Ayudante de sierra 2, Cálculo PMV y PPD

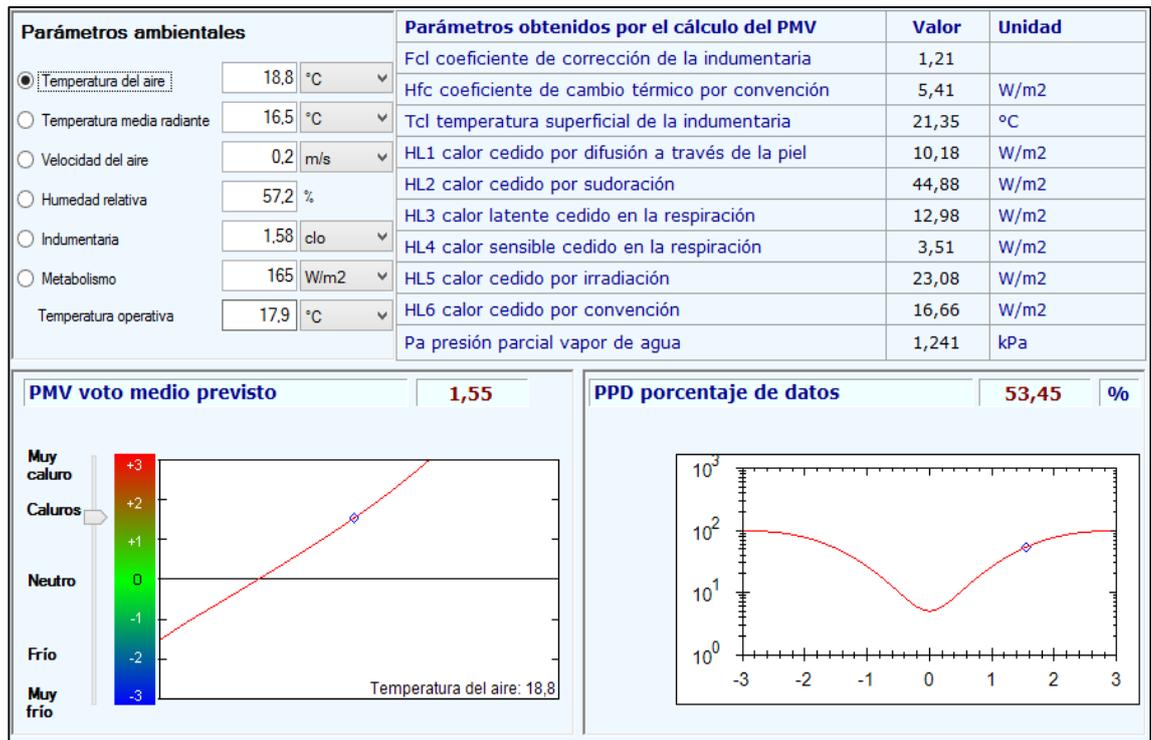
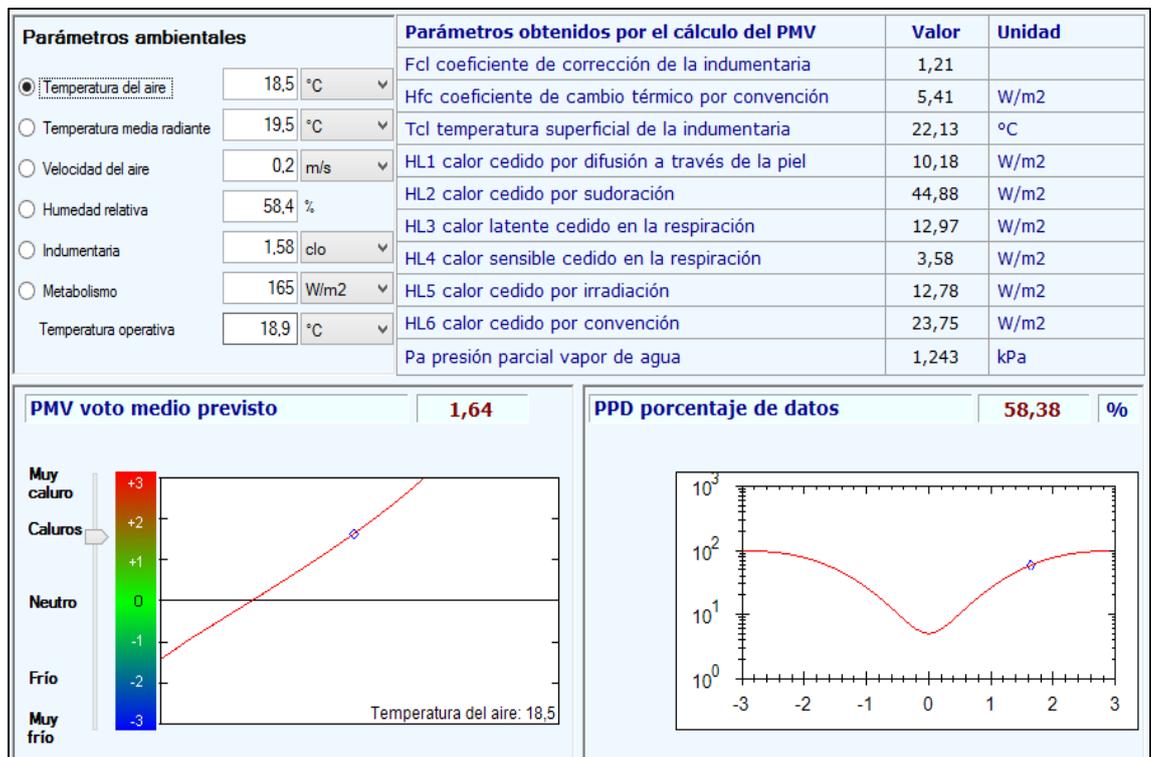


Tabla No. 77 Turno 3 Operador de montacargas, Cálculo PMV y PPD



Anexo 17: Características de los ventiladores-extractores

**Ventiladores Axiales para Paredes**  
**Transmisión por Correa y Directa**

**GREENHECK**  
*Valorizando el Aire.*

Julio  
2004

## Una Línea Completa de Ventiladores de Pared

Desde ventilación en general hasta de uso industrial, el rango de capacidades de construcción y funcionamiento ofrecidos en este catálogo representa la línea más amplia de ventiladores axiales de pared en la industria.

El funcionamiento abarca un rango entre los 300 psm y 87,000 psm con presiones estáticas de hasta 1.0 pulg. ca. Los tamaños van de 8 pulg. hasta 54 pulg. para transmisión directa y de 20 pulg. hasta 72 pulg. para transmisión por correa.

Sin importar el tamaño del ventilador, funcionamiento o uso, todos los ventiladores de pared de Greenheck están construidos para que funcionen con los mismos altos estándares de confianza y resistencia.

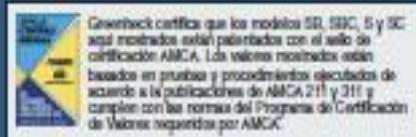
Todos los modelos están disponibles para extracción o suministro. Las aspas están disponibles en acero ó aluminio. Los marcos de transmisión y los paneles son construidos para corresponder al nivel de uso y al tamaño del motor, desde el modelo más pequeño hasta el ventilador de uso industrial más grande.

## Accesorios y Opciones

Muy pocos ventiladores de pared se instalan sin accesorios. Greenheck ofrece una línea completa de accesorios para seguridad, fácil instalación y protección contra el clima. Estos van desde protectores hasta cubiertas de instalación en pared y de compuertas a protectores de intempería. También están disponibles interruptores y acabados especiales.

## AMCA Sonido y Aire

El funcionamiento catalogado está asegurado. Todos los tamaños de ventiladores están probados en nuestro Laboratorio acreditado por AMCA, y todos los modelos están patentados para llevar el sello de AMCA de funcionamiento de Sonido y Aire.



*Este catálogo está diseñado para ser una guía independiente para su selección, aplicación e instalación de un ventilador axial de pared.*

Cada selección de un ventilador tiene que cumplir con los requisitos del trabajo específico. Volumen de aire, nivel de sonido, costo, tamaño, contaminantes en la corriente de aire, nivel de uso y el acceso al servicio determinan su selección final. Este catálogo le ayuda a tomar las decisiones necesarias para eliminar las alternativas rápidamente. El tamaño del ventilador adecuado y la construcción son igualados automáticamente al funcionamiento requerido.

Es un planteamiento de paso a paso que utiliza la misma lógica que encuentra en nuestro programa de selección por computadora (CAPS). Los dos son diseñados para la selección de un ventilador más eficiente.



# AXIALES PARA PAREDES

## CONTENIDO



### SELECCIÓN BÁSICA ..... 4 VENTILADORES DE TRANSMISIÓN POR CORREA

Tamaño de 20-30 pulg., con capacidades de hasta 87,000 psm y presión estática de 1 pulg.

• Selección del Ventilador .....	5
• Número del Modelo .....	6
• Funcionamiento - Hélices de Acero Galvanizado .....	6
• Funcionamiento - Hélices de Aluminio Fundido .....	14
• Niveles de Funcionamiento/Construcción .....	18
• Datos Dimensionales .....	19



### VENTILADORES DE TRANSMISIÓN DIRECTA

Tamaño de 8 - 14 pulg., con capacidades de hasta 51,000 psm y presión estática de 1 pulg.

• Selección del Ventilador Axial .....	20
• Número del Modelo .....	20
• Funcionamiento - S1 .....	21
• Funcionamiento - S2 .....	22
• Funcionamiento - SCS .....	23
• Especificaciones de Construcción .....	24
• Datos Dimensionales .....	25



### INSTALACIÓN & ACCESORIOS

• Accesorios para el Ventilador Axial .....	26
• Dimensiones de la Cubierta de Pared .....	27
• Dimensiones para el Collar de Pared .....	28
• Puertas de Gravedad .....	29
• Cubierta para Pared con Suministro Filtrado .....	30
• Presión del Ventilador con Accesorios .....	31
• Arreglos de Montaje para Cubierta de Pared .....	32
• Opciones de Instalación .....	33
• Louvers, Difusores y Conversiones Métricas .....	34
• Motores y Accesorios Eléctricos .....	35

ESPECIFICACIONES TÍPICAS .....	36
--------------------------------	----

GARANTÍA .....	36
----------------	----



# SELECCIÓN BÁSICA



La primera consideración en cualquier selección de un ventilador es la cantidad de aire que será movido y la resistencia al este movimiento de aire. Tomando en cuenta criterios específicos de funcionamiento y aplicación, la selección de un ventilador usualmente requiere decisiones basadas en los siguientes criterios.

## Transmisión por Correa contra Directa

Ventiladores de transmisión por correa ofrecen la habilidad de ajustar la velocidad del ventilador para balancear el sistema si es necesario. También, ofrecen más flexibilidad en la selección de velocidades y motores. En una comparación de costo, los ventiladores de transmisión por correa son típicamente menos costosos que un ventilador de transmisión directa en un tamaño comparable con motores de baja velocidad.

Ventiladores de transmisión directa son la selección preferida para trabajos donde el acceso para el mantenimiento es difícil. El costo del mantenimiento es generalmente más bajo con los ventiladores de transmisión directa, ya que no existe correa o rodamientos que reponer y no haya piezas que ajustar.

## Ventiladores Grandes contra Pequeños

En la mayoría de las aplicaciones, puede ser que varios ventiladores cumplen con los requisitos de flujo de aire y presión especificada. Los ventiladores más grandes tienden a ser más lentos y generan menos ruido, también tienden a tener un costo inicial alto pero un costo de operación bajo. Los ventiladores pequeños, con su velocidad más alta, tienen curvas de funcionamiento más estables, un costo inicial más bajo, niveles de sonido más altos y un costo de operación más alto.

## Nivel de Sonido Bajo contra Presión Estática Alta

Los ventiladores seleccionados para presiones estáticas altas operan a velocidades más altas y producen velocidades del punto más alto que da lugar a niveles de sonido también más altos. Lo contrario sucede en aplicaciones de presión baja donde los ventiladores operan a velocidades más bajas generalmente produciendo niveles de sonido más bajos y son recomendables para aplicaciones con niveles de sonido sensibles.

Los datos de sonido mostrados en este catálogo son presentados en niveles de zonas para ayudar al diseñador del sistema a evaluar el volumen relativo de una selección de ventilador. Las zonas son lineales al oído humano. Un ventilador con un valor de diez zonas, por ejemplo, es dos veces más ruidoso que un ventilador con un valor de cinco zonas.

Los ventiladores u otro equipo que generen un nivel de sonido en un cuarto de 50 zonas (85 dBA) o más, están sujetos a las reglas y normas de OSHA.

## Tipo de Hélice

**Transmisión Directa** — Se ofrecen hélices en dos diseños de sujeción y en tres materiales de construcción. El primer diseño es una sujeción estándar y muy inclinada para las presiones estáticas bajas, una velocidad baja y niveles de sonido reducidos. El segundo diseño es una sujeción recta con una inclinación moderada para presiones estáticas más altas y velocidades más altas. La construcción estándar para ambos diseños es de acero. El aluminio es opcional para la resistencia a chips o partículas corrosivas. El tercer material es aluminio fundido para rangos más grandes de cabalaje de fuerza en cada tamaño de hélice.

**Transmisión Directa** — Las hélices para un tamaño dado del ventilador están diseñadas para la mejor combinación del funcionamiento del aire, HP del motor y velocidad del motor. Para aplicaciones de bajo sonido con transmisión directa, seleccione la velocidad más baja del motor que cumple con los requisitos del funcionamiento del aire. Las hélices son de acero, aluminio o aluminio fundido.

## Como los Accesorios Afectan la Presión Estática

Todos las pérdidas de presión que originan los accesorios deben ser consideradas al calcular la presión estática de un ventilador. En la mayoría de los casos, las compuertas, los protectores y los protectores de intemperie agregan realmente muy poco a la presión total del sistema. Esto significa que los ventiladores usualmente usados conjuntamente con los accesorios comunes se pueden especificar típicamente con capacidades de presión baja (menos de 3/8 pulg. ca).

Sin embargo, en los casos donde las velocidades de la corriente del aire excede 1500 ppm a través de la compuerta o donde se utilizan filtros, la pérdida de la presión estática puede ser significativa. Para información más específica sobre las pérdidas de la presión debido a los accesorios, refiera a la página 31.

## El Factor de Servicio del Motor

La corriente del aire enfria los motores de los ventiladores usualmente para paredes. Con un flujo ininterumpido del aire de enfriamiento, los motores pueden funcionar en su rango del factor de servicio (hasta 20% por encima de la potencia especificada en la placa de identificación del motor) sin presentar daños debido al sobrecalentamiento. Se recomienda menor sobrecarga para aplicaciones que usen motores totalmente encerrados o resistentes a la explosión.

Los tablas de funcionamiento con transmisión por correa en este catálogo muestran dos selecciones de velocidades para cada tipo de hélice (L o H) en un dado hp. La primera selección es un factor de servicio de 1.0 BHP.

La segunda selección de velocidad es a factor de servicio de 1.2 BHP.

Los tablas de funcionamiento para transmisión directa muestran niveles de Bhp con factores de servicio extendiendo hasta 1.2 BHP. Cuando la selección del factor de servicio de 1.2 BHP no es deseado para su aplicación, especifique el siguiente cabalaje de fuerza más alto.

## CAPS Programa de Selección de Productos por Computadora

El programa de selección de producto CAPS de Greenheck ofrece el método más eficiente y más eficaz para seleccionar un ventilador.

Los datos del funcionamiento incluyen todas las selecciones intermedias disponibles entre los puntos de funcionamiento catalogados incluyendo la potencia completa de sonido en ocho bandas, LwA y valores de zonas.

CAPS permite que el usuario compare hasta seis selecciones posibles en la pantalla. Las curvas del ventilador están también disponibles en pantalla ó para una copia en papel lista para salir a una impresora.

CAPS también proporciona especificaciones para 50Hz, funcionamiento e información dimensional en sistema Inglés/métrico.

El software de CAPS es gratis. Para más información acerca de como recibir una copia, contacte su representante local de Greenheck más cercano.

### Tipos de Hélices

Los requisitos del uso para el sonido y la presión estática determinan el tipo de hélices. Las hélices están disponibles en acero, aluminio ó aluminio fundido.

#### Hélices de Acero

La Hélices Tipo "L" es una hélice de acero (aluminio opcional) con un diseño de aspas extendidas o muy inclinadas. Estas hélices funcionan típicamente a un RPM más bajo y generan niveles de sonido bajos que hacen la mejor selección para los usos críticos de sonido ó los usos que requieren la mejor combinación del funcionamiento de aire y sonido.

La Hélice Tipo "H" es una hélice de acero (aluminio opcional) con aspas rectas y de inclinación moderada. Es diseñada para usos donde la hélice "L" no alcanza las presiones estáticas. Estas hélices típicamente funcionan a RPM más altos y generan niveles de sonido más altos que la hélice tipo "L".

#### Hélices de Aluminio Fundido

##### Hélices Tipo "L" — Sonido Bajo

Ventiladores con la hélice de aluminio fundido tipo "L" son diseñados para usos de presión baja/sonido bajo. Las aspas están muy inclinadas.

##### Hélices Tipo "H" — Presión Alta

Ventiladores con la hélice de aluminio fundido tipo "H" son diseñados para usos de alta presión. Las aspas son moderadamente inclinadas.

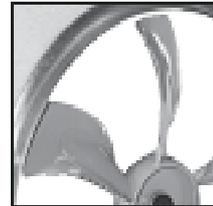
Vea las paginas 14 y 15 para el funcionamiento de hélices de aluminio fundido.

Hélices de Nivel de Funcionamiento 1&2

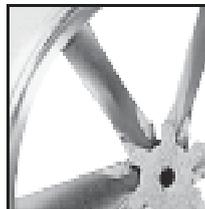


Fabricación Tipo L

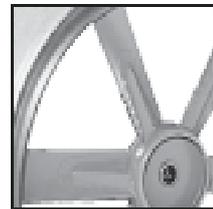
Hélices de Nivel de Funcionamiento 3



Fabricación Tipo L



Fabricación Tipo H



Fabricación Tipo H



Tipo L&H Aluminio Fundido

### Uso de la Tabla de Funcionamiento

La ilustración de abajo es una porción de una tabla típica de funcionamiento usada en este catálogo. Los datos mostrados ofrecen las mejores selecciones para cada tipo de hélice ("L" ó "H") relacionadas al sonido, RPM y presión estática.

Considere hélices tipo "L" primero para la mayoría de las aplicaciones

En muchas aplicaciones de pared se usa la hélice tipo "L". Cuando use las tablas de funcionamiento, primero revise las selecciones "L", porque ofrecen velocidades y niveles de sonido más bajos.

Número de Modelo	Motor HP	Vent. RPM	Max. BHP	"S" Sonido	PCM / Presión Estática en Pulgadas C.A.										
					0.000	0.100	0.125	0.150	0.200	0.250	0.300	0.375	0.500	0.625	
					PCM	PCM	PCM	PCM	PCM	PCM	PCM	PCM	PCM	PCM	PCM
<b>NIVEL 2</b>															
<b>LIMITE DE FUNCIONAMIENTO</b>															
Max RPM L - 987 H - 1148 Tamaño del Motor -143T															
					<b>TS = RPM</b>										
SE-2L24-5	1/2	811	0.50	15.5	6744	6962	6872	6677	6255	4820					
SE-2L24-5	1/2	863	0.50	17.4	7175	6545	6267	6167	5520	5245					
SE-2L24-5	1/2	961	0.50	18.5	6831	4041	4034	4420	4145	3645	3484	3574	1700	1100	
SE-2L24-5	1/2	1010	0.50	19.3	6211	4020	4010	4717	4470	4130	3901	3092	2108	1430	
SE-2L24-7	3/4	922	0.75	20	7755	7175	7010	6545	6211	6171	5230				

Muestra nivel de construcción basado en RPM y tamaño del marco del motor. Vea Página 16.

Note que cada BHP máx. está catalogado al factor de servicio 1.0 y 1.2. Vea página 4.

Rango de selección óptimo para la hélice tipo "L".

Rango de selección óptimo para la hélice tipo "H".



Greenheck certifica que los modelos SE y SSC aquí mostrados están patentados con el sello de certificación AMCA. Los valores mostrados están basados en pruebas y procedimientos ejecutados de acuerdo a las publicaciones de AMCA 211, 211 y cumplen con las normas del programa de certificación de valores por AMCA.



Modelos SE y SSC hecho certificación (UL&L FD) No. en 58855 Dependiendo de certificaciones adicionales.

TS es opción y tiene que ser especificado.



Ventiladores de Hélice de Pared Lateral  
Transmisión por Correa y Transmisión Directa

Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento



Lea y guarde estas instrucciones para referencia futura. Lea detenidamente antes de intentar montar, instalar, operar o mantener la unidad. ¡No seguir las instrucciones puede provocar lesiones personales o daños a la propiedad!

Al recibir la unidad, verifique que no tenga daños causados durante el transporte e informe inmediatamente al transportista. También verifique que se hayan incluido todos los accesorios.

**Instalación Típica**

**ADVERTENCIA:** Siempre desconecte, bloquee e identifique la fuente de energía antes de instalar o realizar mantenimiento. No desconectar la fuente de energía puede provocar un incendio, descargas eléctricas o lesiones graves.

Mueva el ventilador a la ubicación que desea y determine el método mediante el cual se montará el ventilador, como se muestra en las Figuras 1, 2 y 3. Las carcasas de montaje de pared opcionales (Figura 1) y los collares de montaje de pared (Figura 2) brindan un medio conveniente para montar los ventiladores de pared lateral a la vez que mantienen la distancia adecuada entre la hélice y el cortafuegos.

Fije el ventilador insertando un sujetador adecuado en cada uno de los orificios de montaje perforados en el panel del ventilador. Se debe tener cuidado de no doblar o deformar el panel del ventilador o los componentes de la transmisión durante la instalación.

Se debe verificar la compatibilidad de la capacidad de voltaje y amperaje del motor con el suministro eléctrico. El cableado del suministro al ventilador debe estar protegido con fusibles en forma apropiada y en conformidad con los códigos eléctricos locales y nacionales.

**REQUISITOS DE LA ABERTURA DE PARED**

El tamaño de la abertura de la pared y la distancia de la hélice al cortafuegos son dos dimensiones importantes para la instalación del ventilador. Los ventiladores que se montan en la pared requieren un tamaño de abertura (AP) distinto a los que se montan en collares o en carcasas de pared. La distancia de la hélice al cortafuegos (M) es importante para reducir la turbulencia y la vibración del cortafuegos, lo que puede traer como consecuencia el fallo prematuro del cortafuegos.

Tamaño del Ventilador	Tamaño del Cortafuegos en Pulg. Cuadradas	Abertura en la Pared (AP) Recomendada en Pulg. Cuadradas		M Min.
		Fig. 1 y Fig. 2	Fig. 3	
8	10 (25)	14 1/4 (37)	10 1/8 (27)	6 (15)
10	12 (30)	16 1/4 (41)	12 1/8 (32)	6 (15)
12	14 (35)	18 1/4 (46)	14 1/8 (37)	7 (18)
14	16 (41)	21 1/4 (54)	16 1/8 (42)	8 (20)
16	18 (45)	23 1/4 (59)	18 1/8 (47)	9 (23)
18	20 (51)	25 1/4 (64)	20 1/8 (52)	10 (25)
20	22 (56)	27 1/4 (69)	22 1/8 (57)	11 (28)
24	26 (66)	33 1/4 (85)	26 1/8 (67)	12 (30)
30	32 (81)	39 1/4 (101)	32 1/8 (83)	13 (33)
36	36 (91)	45 1/4 (115)	36 1/8 (93)	14 (36)
42	44 (112)	51 1/4 (131)	42 1/8 (110)	15 (38)
48	50 (127)	57 1/4 (147)	48 1/8 (126)	16 (41)
54	56 (142)	63 1/4 (162)	54 1/8 (140)	17 (43)
60	62 (157)	69 1/4 (177)	60 1/8 (155)	19 (48)
72	74 (188)	84 1/4 (215)	74 1/8 (189)	19 (48)

Todas las dimensiones están en pulgadas (mm).

Las Figuras 1 y 2 muestran la abertura de la pared (AP) necesaria para las instalaciones con una carcasa o collar de pared.

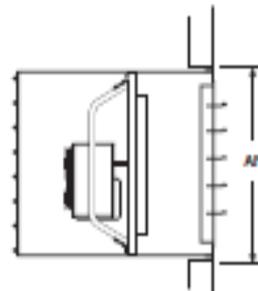


Figura 1 - Instalación con Carcasa de Pared



Figura 2 - Instalación con Collar de Pared

La Figura 3 muestra la abertura de pared (AP) recomendada y la distancia mínima (M) sugerida entre el ventilador y el cortafuegos para las instalaciones directas en la pared.

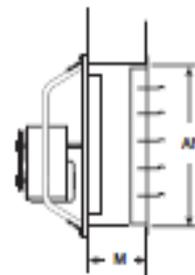


Figura 3 - Instalación Directa en la Pared

**ABRAZADERAS DE SOPORTE**

Las carcasas de pared que miden desde 42 con motores pesados y todas las carcasas de pared filtradas requieren soporte adicional.

## Verificaciones Previas al Arranque

Compruebe que todos los sujetadores y tornillos de fijación estén apretados. Esto es especialmente importante para los tornillos de fijación del rodamiento.

La hélice debe girar libremente y no rozar el venturi del panel del ventilador. Se debe comprobar la dirección de giro de la hélice encendiendo momentáneamente la unidad. El giro debe ser en la misma dirección que indica la colocación de giro que se encuentra en la unidad o como se muestra en la Figura 4.

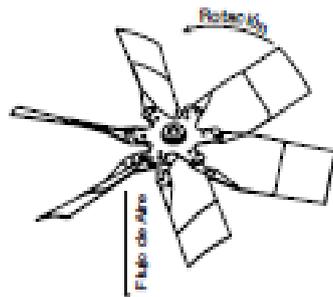


Figura 4 - Giro de la Hélice

Para instalaciones trifásicas, el giro del ventilador se puede invertir simplemente intercambiando dos de los tres conductores eléctricos. Para instalaciones monofásicas siga el diagrama del cableado que se encuentra en el motor.

## PARA VENTILADORES DE TRANSMISIÓN POR CORREA

La polea ajustable del motor se prefiere en fábrica para las RPM que se especifican para el ventilador. La velocidad del ventilador se puede aumentar cerrando la polea ajustable o disminuir al abrirla. Dos o tres poleas de paso variable con ranura se deben ajustar el mismo número de pasadas para abrirlas. Cualquier aumento en la velocidad del ventilador representa un aumento sustancial en los caballos de fuerza que se requieren del motor. Verifique siempre el amperaje de carga del motor y compárelo con el de la placa de identificación cuando cambie la velocidad del ventilador.

## Mantenimiento

**ADVERTENCIA:** Siempre desconecte, bloquee e identifique la fuente de energía antes de instalar o realizar mantenimiento. No desconectar la fuente de energía puede provocar un incendio, descargas eléctricas o lesiones graves.

Una vez que se ha puesto en funcionamiento el ventilador, se debe fijar un programa de mantenimiento periódico para preservar su confiabilidad y rendimiento. Los artículos que se deben incluir en este programa son:

CORREAS, RODAMIENTOS, SUJETADORES, TORNILLOS DE FIJACIÓN, LUBRICACIÓN Y LA ELIMINACIÓN DE POLVO Y SUCIEDAD.

## CORREAS

Las fallas prematuras de las correas frecuentemente se deben a una tensión inadecuada de éstas (ya sea muy apretadas o muy sueltas) o a un mal alineamiento de las poleas. La tensión adecuada para operar una correa en V es la más baja, en la cual las correas no se correrán en las máximas condiciones de carga. Para la tensión inicial, la deflexión adecuada de la correa en la mitad del centro de las poleas es 0,4 mm (1/64 de pulgada) por cada pulgada de abertura de la correa. Por ejemplo, si la abertura de la correa es de 163 mm (6 1/4 pulgadas), la deflexión de la correa debe ser de 5 mm (una pulgada) al usar una presión moderada con el pulgar en el medio de la transmisión. Consulte la Figura 5.

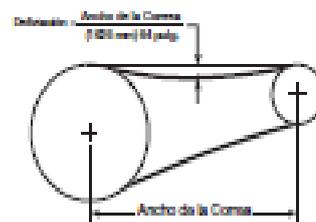


Figura 5 - Tensión de la Correa

Verifique la tensión de la correa dos veces durante las primeras 24 horas de operación y periódicamente después de ello. Para ajustar la tensión de la correa, simplemente suelte los cuatro sujetadores (dos a cada lado del disco de motor) y deslice el disco de motor lejos del eje del ventilador hasta que obtenga la tensión adecuada de la correa. En algunos ventiladores, se deben soltar los sujetadores que fijan el motor al disco de motor para ajustar la correa.

Es muy importante que las poleas de transmisión permanezcan en la alineación correcta luego de realizar los ajustes. Alinear mal las poleas podría provocar ruido de desgaste de las correas, vibraciones y pérdida de energía prematuras. Consulte la Figura 6.

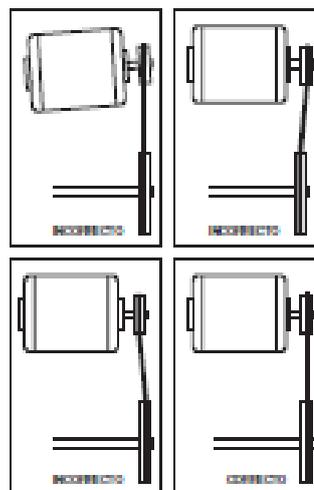


Figura 6 - Alineación de las Poleas

## RODAMIENTOS (Sólo para ventiladores de transmisión por correa)

Los rodamientos son las piezas móviles más importantes del ventilador y se deben inspeccionar a diario. Se debe verificar que los collares inmovilizadores, los tornillos de fijación y los sujetadores que fijan los rodamientos al disco de presión estén apretados. En un ambiente limpio con temperaturas sobre los 0° C (32° F) y bajo los 63° C (200° F), los rodamientos del eje del ventilador con adaptadores de grasa se deben lubricar dos veces al año usando una grasa a base de litio de alta calidad. Si hay condiciones ambientales inusuales, temperaturas bajo 0° C (32° F) y sobre 63° C (200° F), humedad o contaminantes, se requiere una lubricación más frecuente.

Con la unidad funcionando, agregue grasa muy lentamente con una pistola engrasadora manual hasta que se forme una gota delgada de grasa en el obturador. Tenga cuidado de no desajustar el obturador lubricando excesivamente o al aplicar demasiada presión. Los rodamientos sin adaptadores de grasa están lubricados de por vida.

## SUJETADORES Y TORNILLOS DE FIJACIÓN

Toda vibración del ventilador tiene una tendencia a soltar los sujetadores mecánicos. Una inspección periódica debe incluir la revisión del apriete de todos los sujetadores y tornillos de fijación. Se debe prestar especial atención a los tornillos de fijación que sujetan la hélice al eje y el eje a los rodamientos. Los tornillos de fijación del rodamiento sueltos provocarán la falla prematura del eje del ventilador.

## LUBRICACIÓN

Consulte el párrafo sobre rodamientos para obtener información sobre la lubricación de rodamientos. Muchos motores de caballos de fuerza fraccionales instalados en los ventiladores más pequeños están lubricados de por vida y no requieren atención adicional. Los motores equipados con orificios para aceite se deben lubricar de acuerdo con las instrucciones del fabricante impresas en el motor. Use un aceite para máquinas SAE 20 de alto grado y tenga cuidado de no lubricar en exceso. Los motores que se proporcionan con adaptadores de grasa se deben engrasar de acuerdo con las instrucciones impresas en el motor.

## ELIMINACIÓN DE POLVO Y SUCIEDAD

Las aberturas de enfriamiento con obstrucciones de suciedad en la carcasa del motor, contaminan el lubricante de los rodamientos y se acumulan en las palotas de la hélice causando desequilibrio severo si se dejan sin inspección. La superficie exterior del motor, el panel del ventilador y la hélice se deben limpiar completamente en forma periódica. Tenga precaución y no permita que agua ni solventes ingresen al motor o a los rodamientos. No se deben rociar los motores ni los rodamientos con vapor o agua.

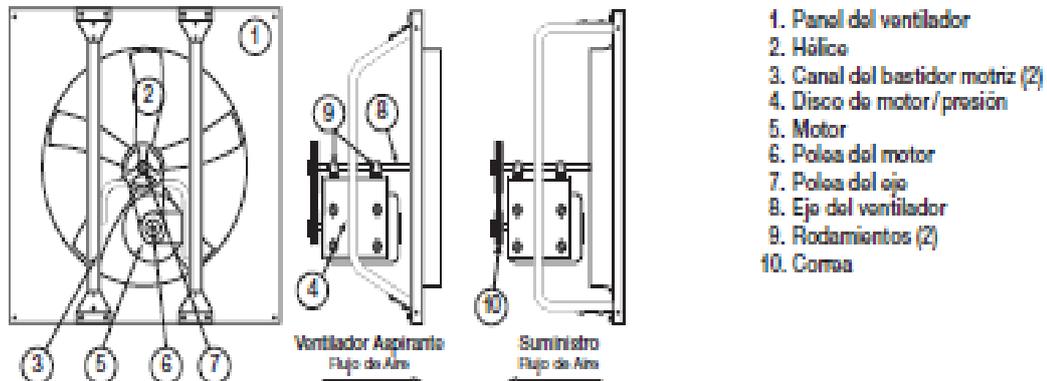
## Solución de Problemas

PROBLEMA	CAUSA	MEDIDAS CORRECTIVAS
<b>FLUJO DE AIRE REDUCIDO</b>	La resistencia del sistema está demasiado alta.	Verifique que los reguladores de contrapeso estén funcionando adecuadamente. Retire las obstrucciones en la red de conductos. Limpie los filtros sucios. Verifique que exista el aire de suministro adecuado para los ventiladores aspirantes o el aire de extracción para los ventiladores de suministro.
	El ventilador está muy cerca del cortafuegos.	Aumente la distancia entre el ventilador y el cortafuegos.
	La unidad está funcionando hacia atrás.	Consulte la sección Verificaciones Previas al Arranque.
	La velocidad del ventilador es demasiado baja.	Aumente la velocidad del ventilador.
	La hélice tiene demasiada suciedad.	Limpie la hélice.
<b>RUIDO EXCESIVO</b>	Rodamientos	Apretar los collares de los rodamientos y los tornillos de fijación. Lubrique los rodamientos. Cambie los rodamientos defectuosos.
	Transmisión de la correa en V	Apretar las poleas en el motor y el eje del ventilador. Ajuste la tensión de la correa. Alinee las poleas. Cambie las correas o las poleas desgastadas. Consulte la sección Mantenimiento.
	Vibración excesiva	Limpie la acumulación de suciedad de la hélice. Compruebe que todos los tornillos de fijación y los sujetadores estén apretados. Verifique que los rodamientos no estén desgastados. Corrija el desequilibrio de la hélice. Verifique que los cortafuegos, los protectores o la red de conductos no estén sueltos.
	Motor defectuoso	Cambie el motor.

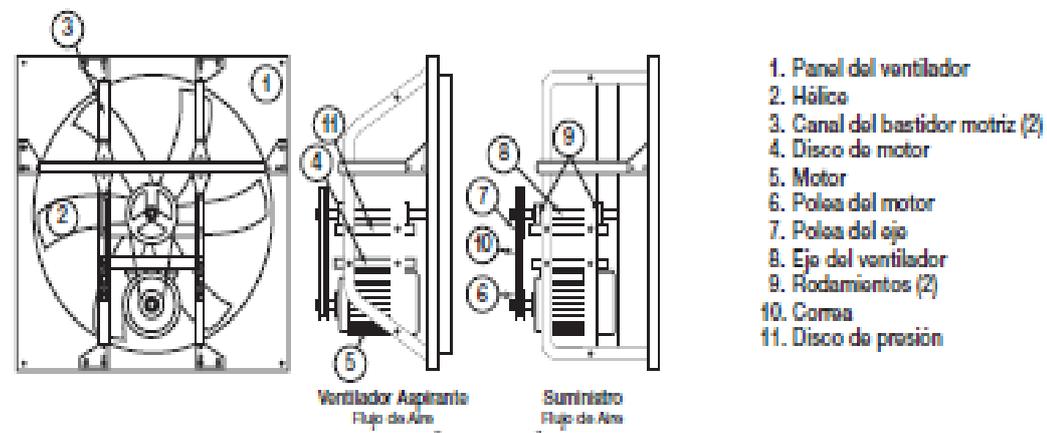
El empuje de carga del motor se debe verificar y comparar con la placa de identificación para evitar daños graves al motor cuando se aumenta la velocidad.

## Lista de Partes (Transmisión por Correa)

### • SB-1L/H Y SBC-2L/H

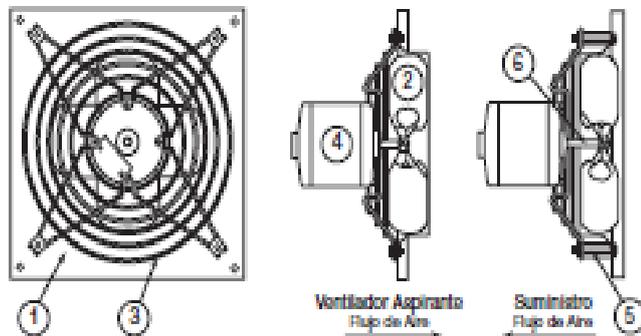


### • SB-3L/H Y SBC-3L/H



## Lista de Partes (Transmisión Directa)

- S1 (MIDE DE 8 A 12 - VELOCIDADES DE MOTOR D, G y E)

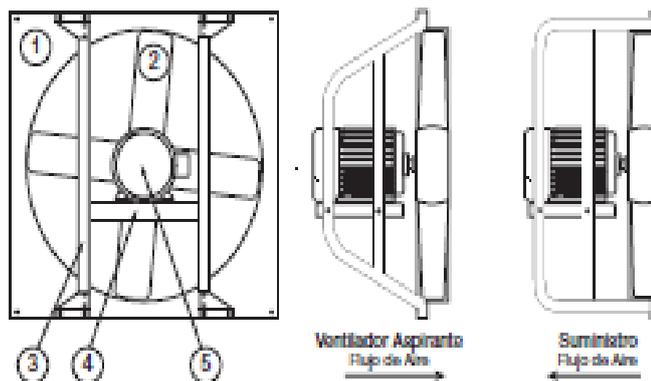


1. Panel del ventilador
2. Hélice
3. Soporte del bastidor motor/motor
4. Motor
5. Bloques ascendentes (4), sólo para ventiladores de suministro
6. Extensión del eje, sólo para ventiladores de suministro

- S1 (MIDE DE 12 A 24 - VELOCIDADES DE MOTOR A, B y C)

- S2

- SC3



1. Panel del ventilador
2. Hélice
3. Canales del bastidor motor (2)
4. Disco de motor
5. Motor

## GARANTÍA

Greenheck garantiza que este equipo está libre de defectos de material y de mano de obra durante un periodo de un año a partir de la fecha de compra. Toda unidad o pieza que se demuestre que presenta defectos durante el periodo de garantía se reemplazará según nuestro criterio cuando se devuelva a nuestra fábrica, previo pago de su transporte. Los motores están garantizados por su fabricante durante un periodo de un año. Si se demuestra que los motores que proporcione Greenheck presentan defectos durante este periodo, se deben devolver a la estación de mantenimiento de motores autorizada más cercana. Greenheck no será responsable de ningún costo de eliminación o instalación.

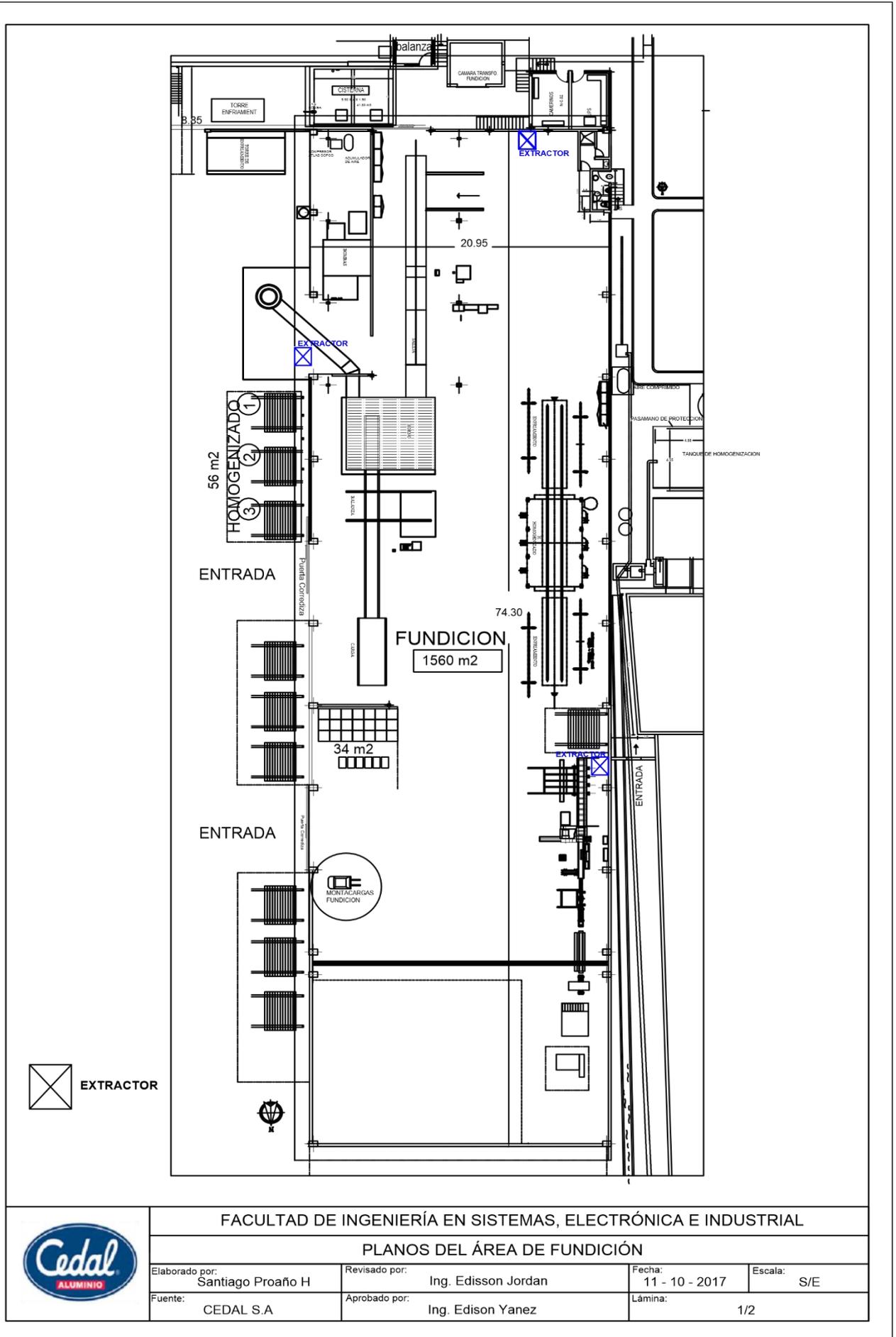
Como resultado de nuestro compromiso de mejorar constantemente, Greenheck se reserva el derecho de cambiar las especificaciones sin previo aviso.



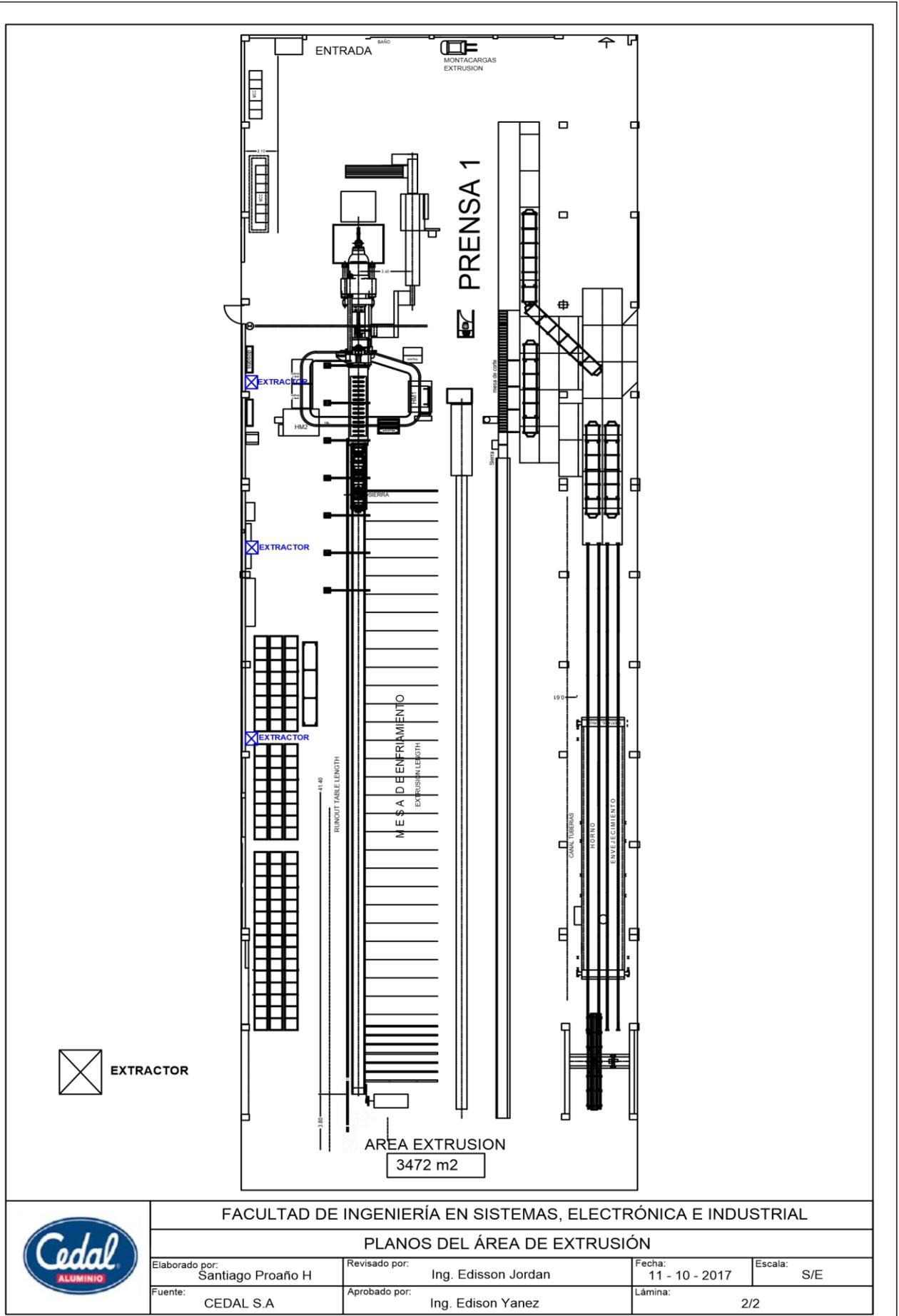
P.O. Box 419 • Schofield, WI 54476-0419 • 715.863.6171 • greenheck.com

KOM Hélice de Panel lateral Mod. 4 de febrero de 2007  
Copyright © 2007 Greenheck Fan Corp.

# Plano 1: Distribución de extractores en el área de fundición



**Plano 2:** Distribución de extractores en el área de extrusión



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

PLANOS DEL ÁREA DE EXTRUSIÓN

Elaborado por: Santiago Proaño H	Revisado por: Ing. Edison Jordan	Fecha: 11 - 10 - 2017	Escala: S/E
Fuente: CEDAL S.A	Aprobado por: Ing. Edison Yanez	Lámina: 2/2	

