

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL / DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL

Tema: “ESTRÉS TÉRMICO Y SU INCIDENCIA EN LA FATIGA NORMAL
DE LOS TRABAJADORES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA
CURTIDURÍA HIDALGO”

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de
Magister en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental

Autor: Ing. Edison Patricio Jordán Hidalgo, Mg.

Tutor: Ing. María Gracia Calisto Ramírez, Mg.

Ambato – Ecuador

2017

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato

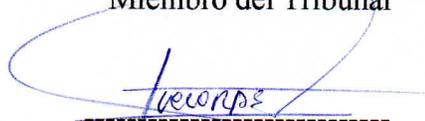
El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por la Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia Magister, e integrado por los señores Ingeniero Víctor Rodrigo Espín Guerrero Magister, Ingeniero Víctor Manuel Pérez Rodríguez Magister, Ingeniero César Aníbal Rosero Mantilla Magister, designados por el Consejo Académico de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “ESTRÉS TÉRMICO Y SU INCIDENCIA EN LA FATIGA NORMAL DE LOS TRABAJADORES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA CURTIDURÍA HIDALGO”, elaborado y presentado por el Ingeniero Edison Patricio Jordán Hidalgo Magister, para optar por el Grado Académico de Magister en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
Presidente del Tribunal



Ing. Víctor Rodrigo Espín Guerrero, Mg.
Miembro del Tribunal



Ing. Víctor Manuel Pérez Rodríguez, Mg.
Miembro del Tribunal



Ing. César Aníbal Rosero Mantilla Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “ESTRÉS TÉRMICO Y SU INCIDENCIA EN LA FATIGA NORMAL DE LOS TRABAJADORES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA CURTIDURÍA HIDALGO”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Edison Patricio Jordán Hidalgo Magister, Autor bajo la Dirección de la Ingeniera María Gracia Calisto Ramírez Magister, Directora del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ingeniero Edison Patricio Jordán Hidalgo Magister

C.C. 1801792845

AUTOR



Ingeniera María Gracia Calisto Ramírez Magister

C.C. 0601281041

DIRECTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ingeniero Edison Patricio Jordán Hidalgo Magister

C.C. 1801792845

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A la Unidad Académica de Titulación	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
AGRADECIMIENTO	xix
DEDICATORIA	xx
RESUMEN EJECUTIVO	xxi
EXECUTIVE SUMMARY.....	xxiii
GLOSARIO	xxv
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
TEMA DE INVESTIGACIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1. Contextualización	1
1.2.2. Análisis crítico	7
1.2.3. Prognosis.....	9
1.2.4. Formulación del problema	9
1.2.5. Interrogantes	10
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	10
OBJETIVOS.....	11

1.4.1. Objetivo general:.....	11
1.4.2. Objetivos específicos:	11
CAPÍTULO II	12
MARCO TEÓRICO.....	12
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	12
FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	15
FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA.....	15
FUNDAMENTACIÓN ADMINISTRATIVA.....	15
FUNDAMENTACIÓN LEGAL	16
CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	19
Categorías fundamentales.....	22
2.7.1 Categorías fundamentales de la variable independiente y dependiente	22
2.7.2 Higiene Industrial	22
2.7.3 Prevención de Riesgos Laborales	24
2.7.4 Tipos de Riesgos.....	25
2.7.5 Estrés Térmico	26
2.7.6 Seguridad Industrial.....	33
2.7.7 Ambiente Laboral	34
2.7.8 Condiciones de trabajo.....	36
2.7.9 Fatiga Normal	38
HIPÓTESIS	42
SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	42
CAPÍTULO III.....	43
METODOLOGÍA	43
ENFOQUE	43
MODALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	43

TIPOS O NIVELES DE INVESTIGACIÓN	45
3.3.1 Investigación aplicada.....	45
3.3.2 Exploratorio	45
3.3.3 Descriptivo.....	45
POBLACIÓN Y MUESTRA	45
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	46
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	48
VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	48
RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.	49
PLAN PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	50
CAPÍTULO IV.....	51
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	51
4.1 CURTIDURÍA HIDALGO	51
4.2 PROCESO PRODUCTIVO DE CURTIDURÍA HIDALGO	57
4.2.1. Recepción de materia prima y salado de pieles	57
4.2.2. Zona Húmeda.....	58
4.2.3. Zona Seca.....	64
4.3 TÉCNICAS DE OBSERVACIÓN.....	70
4.3.1 Lista de control para el estrés debido al calor.....	70
4.3.2 Lista de control para la fatiga normal	76
4.4 TÉCNICAS DE CUESTIONARIO PARA ESTRÉS TÉRMICO.....	77
4.4.1 Datos Generales	77
4.4.2 Estado Térmico Personal	80
4.4.3 Ambiente Térmico	82
4.4.4 Estado Emocional	83

4.5 EVALUACIÓN DEL AMBIENTE TÉRMICO	85
4.5.1 Estimación del aislamiento térmico del conjunto de ropa	86
4.5.2 Cálculo del Índice WBGT	89
4.5.3 Medida o estimación de la energía metabólica.....	91
4.5.4 Cálculo de los índices de confort térmico.....	98
4.5.5 Análisis de resultados del confort térmico.....	110
4.6 EVALUACIÓN DE LA FATIGA NORMAL	112
4.6.1 Cuestionario de Fatiga Física y Cognitiva	112
4.5.2 Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga de H. Yoshitake.....	113
4.6.3 Cuestionario de fatiga del SOFI-SM	119
4.6.4 Resultado final de fatiga	123
4.7 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	124
4.7.1 Planteamiento de la hipótesis.....	124
4.7.2 Estimador estadístico	124
4.7.3 Nivel de significancia y regla de decisión	124
4.7.4 Cálculo de Chi - cuadrado	125
CAPÍTULO V	127
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	127
5.1 CONCLUSIONES.....	127
5.2 RECOMENDACIONES	128
CAPÍTULO VI.....	130
PROPUESTA.....	130
6.1 Tema:.....	130
6.2 Datos informativos:	130
6.3 Antecedentes de la propuesta	130
6.4 Justificación.....	131

6.5	Objetivos de la propuesta	132
6.5.1	Objetivo general.....	132
6.5.2	Objetivos específicos	132
6.6	Análisis de factibilidad	132
6.6.1	Política	132
6.6.2	Socio - Cultural.....	133
6.6.3	Tecnología	133
6.6.4	Organización.....	133
6.6.5	Legal	133
6.7	Fundamentación	134
6.7.1	La práctica de la Higiene Industrial.....	134
6.7.1	La ventilación industrial	135
6.7.2	Tipos de ventiladores	136
6.8	Desarrollo de la propuesta ventilación	140
6.8.1	Selección del ventilador.....	140
6.8.2	Diseño de losetas y paredes de hormigón.....	145
6.9	Costo económico del diseño de ventilación	151
6.10	Desarrollo de la propuesta fatiga.....	152
6.10.1	Causas de la fatiga	153
6.10.2	Los esfuerzos físicos.....	153
6.10.3	La postura del trabajo	158
6.10.4	La manipulación de cargas	168
6.11	Conclusiones y Recomendaciones de la propuesta	174
	BIBLIOGRAFÍA	176
	ANEXOS	187
	Anexo 1 Clasificación de los niveles de consumo metabólico.....	188

Anexo 2	Tabla de los valores de referencia del WBGT.....	190
Anexo 3	Lista de control: Heat Stress Safety Checklist.....	191
Anexo 4	Lista de control para la Fatiga Normal.	194
Anexo 5	Cuestionario para Estrés Térmico.....	195
Anexo 6	Aislamiento térmico para combinaciones habituales de prendas	196
Anexo 7	Aislamiento térmico para combinaciones habituales de prendas ...	197
Anexo 8	Características del equipo Delta OHM HD 32.3	198
Anexo 9	Registro de mediciones del índice WBGT	204
Anexo 10	Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD	221
Anexo 11	Cálculo PMV y PPD.....	238
Anexo 12	Cuestionario de Fatiga Física y Cognitiva.....	255
Anexo 13	Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga de H. YOSHITAKE	256
Anexo 14	Cuestionario SOFI-SM.....	258
Anexo 15	Distribución Chi-cuadrado X^2	259
Anexo 16	Detalle de las instalaciones de la Curtiduría Hidalgo.....	260
Anexo 17	Características de los Ventiladores axiales para paredes Greenhack	261
Anexo 18	Manual de instalación, operación y mantenimiento de los ventiladores.....	265
Anexo 19	Sitios en los que se colocarán los ventiladores en la Curtiduría Hidalgo	268
Anexo 20	Presupuesto de la obra civil para colocar los ventiladores	269
Anexo 21	Pausas Activas Ejercicios	270

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 2.1 Períodos de actividad, de conformidad al (TGBH).....	18
Tabla No. 2.2 Escala de sensación térmica de siete niveles.....	32
Tabla No. 2.3 Estructura matricial de la Seguridad Industrial.....	35
Tabla No. 3.1 Unidades de observación.....	45
Tabla No. 3.2 Operacionalización de la variable independiente.....	46
Tabla No. 3.3 Operacionalización de la variable dependiente.....	47
Tabla No. 3.4 Recolección de la información.....	49
Tabla No. 4.1 Reconocimiento del peligro	71
Tabla No. 4.2 Capacitación.....	72
Tabla No. 4.3 Prácticas de trabajo	74
Tabla No. 4.4 Ropa y equipo de protección personal	75
Tabla No. 4.5 Lista de Control para el Estrés Debido al Calor.....	76
Tabla No. 4.6 Resistencia Térmica de trabajadores de la curtiduría.....	86
Tabla No. 4.7 Nivel de consumo metabólico. Clase 2.....	92
Tabla No. 4.8 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso pigmentadora	93
Tabla No. 4.9 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso plancha	94
Tabla No. 4.10 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso acabados...	95
Tabla No. 4.11 Registro de mediciones del índice WBGT, caldera	96
Tabla No. 4.12 Resumen Registro de mediciones del índice WBGT	97
Tabla No. 4.13 Escala de sensación térmica de siete niveles.....	98
Tabla No. 4.14 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso salado de cueros	101
Tabla No. 4.15 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso bombos	102

Tabla No. 4.16	Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso descarnado.....	103
Tabla No. 4.17	Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso dividido	104
Tabla No. 4.18	Resumen de mediciones para el cálculo de PMV y PPD.....	105
Tabla No. 4.19	Cálculo PMV y PPD. Arrastre de pieles	106
Tabla No. 4.20	Cálculo PMV y PPD. Proceso pigmentadora.....	107
Tabla No. 4.21	Cálculo PMV y PPD. Proceso acabados	108
Tabla No. 4.22	Cálculo PMV y PPD. Caldera.....	109
Tabla No. 4.23	Resultados del confort térmico.....	110
Tabla No. 4.24	Cuestionario de Fatiga Física y Cognitiva	114
Tabla No. 4.25	Resultados del cuestionario de Fatiga de Yoshitake	116
Tabla No. 4.26	Dimensiones del cuestionario SOFI-SM.....	119
Tabla No. 4.27	Dimensiones e ítems del SOFI-SM.....	120
Tabla No. 4.28	Perfiles de fatiga esperables con SOFI-SM	120
Tabla No. 4.29	Resultado y cálculos de la aplicación del SOFI-SM.....	121
Tabla No. 4.30	Resultado de las dimensiones del SOFI-SM.....	122
Tabla No. 4.31	Resultado final de la fatiga.....	124
Tabla No. 4.32	Frecuencias observadas (O)	125
Tabla No. 4.33	Frecuencias esperadas (E)	125
Tabla No. 4.34	Cálculo del Chi - cuadrado.....	126
Tabla No. 6.1	Renovación de aire por hora	137
Tabla No. 6.2	Tipos de ventiladores axiales	138
Tabla No. 6.3	Tipos de ventiladores centrífugos	139
Tabla No. 6.4	Presión estática para ventiladores	141
Tabla No. 6.5	Cantidad de cable a utilizar	152

Tabla No. 6.6	Costo diseño de ventilación	152
Tabla No. 6.7	Pausas Activas Ejercicios # 1.....	156
Tabla No. 6.8	Pausas Activas Ejercicios # 2.....	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 2.1 Metodología de aplicación de la Higiene Industrial	22
Figura No. 2.2 Evaluación de los riesgos de Estrés Térmico y Sobrecarga Térmica	28
Figura No. 2.3 Medidor de Índice WBGT	31
Figura No. 4.1 Ubicación Curtiduría Hidalgo.....	51
Figura No. 4.2 Vista frontal de la Curtiduría Hidalgo	52
Figura No. 4.3 Organigrama estructural de la empresa	52
Figura No. 4.4 Diagrama de flujo Proceso Productivo Curtiduría Hidalgo.....	57
Figura No. 4.5: Apilado y salado de pieles crudas.....	58
Figura No. 4.6: Recogida de pieles pelambradas.....	59
Figura No. 4.7: Descarnado de pieles	59
Figura No. 4.8: Dividido de pieles	60
Figura No. 4.9: Fulones del proceso de curtido	60
Figura No. 4.10: Perchado del wet blue.....	61
Figura No. 4.11: Preparación de máquina escurridora.....	61
Figura No. 4.12: Rebajado del cuero	62
Figura No. 4.13: Fulones del proceso de recurtido	62
Figura No. 4.14: Perchado de cueros	63
Figura No. 4.15: Perchado y secado de cueros	64
Figura No. 4.16: Mollizado y zarandeado.....	64
Figura No. 4.17: Estacado de cueros.....	65
Figura No. 4.18: Proceso de lijado.....	65
Figura No. 4.19: Proceso de desempolvado.....	66
Figura No. 4.20: Proceso de colocación de base.....	67
Figura No. 4.21: Prensado y/o planchado	67

Figura No. 4.22: Pigmentado	68
Figura No. 4.23: Pintado y lacado.....	68
Figura No. 4.24: Medida del cuero	69
Figura No. 4.25: Medida del cuero	69
Figura No. 4.26: Iclo de Trabajador zona húmeda.....	87
Figura No. 4.27: Iclo de Trabajador zona seca	87
Figura No. 4.28: Indumentaria de los trabajadores	88
Figura No. 4.29: Equipo Delta OHM HD 32.3	91
Figura No. 6.1 Interacción entre las personas y el medio ambiente	135
Figura No. 6.2 Interacción entre las personas y el medio ambiente	142
Figura No. 6.3 Nomenclatura de selección del ventilador	143
Figura No. 6.4 Selección del ventilador ideal	143
Figura No. 6.5 Selección del ventilador ideal	144
Figura No. 6.6 Hélices de funcionamiento tipo1 del ventilador SB-1L30-7	144
Figura No. 6.7 Perspectiva del diseño de soporte de los ventiladores	149
Figura No. 6.8 Control de temperatura TC-900E2HP	149
Figura No. 6.9 Contactor Schneider Electric 220v	150
Figura No. 6.10 Selector 3 posiciones Schneider	151
Figura No. 6.11 Tablero de distribución	151
Figura No. 6.12 Pausas activas laborales	155
Figura No. 6.13 Posturas forzadas	159
Figura No. 6.14 Postura neutra cabeza y cuello I	160
Figura No. 6.15 Postura neutra cabeza y cuello II	160
.....	161
Figura No. 6.16 Postura neutra cabeza y cuello III.....	161
Figura No. 6.17 Postura neutra cabeza y cuello IV.....	161

Figura No. 6.18	Postura neutra hombro y brazo I.....	162
Figura No. 6.19	Postura neutra hombro y brazo II	162
Figura No. 6.20	Postura neutra antebrazo, muñeca y mano I	163
Figura No. 6.21	Postura neutra antebrazo, muñeca y mano II.....	163
Figura No. 6.22	Postura neutra antebrazo, muñeca y mano III.....	164
Figura No. 6.23	Postura neutra antebrazo, muñeca y mano IV	164
Figura No. 6.24	Postura neutra tronco I.....	165
Figura No. 6.25	Postura neutra tronco II.....	165
Figura No. 6.26	Postura neutra tronco III	166
Figura No. 6.27	Postura neutra tronco IV	166
Figura No. 6.28	Postura neutra tronco V	166
Figura No. 6.29	Postura neutra otras posturas I.....	167
Figura No. 6.30	Postura neutra otras posturas II.....	168
Figura No. 6.31	Planificar el levantamiento	170
Figura No. 6.32	Colocar los pies, adoptar postura levantamiento	171
Figura No. 6.33	Obtención de bandas.....	171
Figura No. 6.34	Agarre Giros Carga.....	172
Figura No. 6.35	Arrastre de pieles	172
Figura No. 6.36	Depósito de la carga.....	173

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No 1. 1 Relación Causas- Efectos.....	7
Gráfico No. 2.1 Red de inclusiones conceptuales.....	19
Gráfico No.2.2 Constelación de Ideas Variable Independiente	20
Gráfico No. 2.3 Constelación de Ideas Variable Dependiente.....	21
Gráfico No. 4.1: Reconocimiento del peligro	71
Gráfico No. 4.2: Capacitación.....	72
Gráfico No. 4.3: Prácticas de trabajo	74
Gráfico No. 4.4: Prácticas de trabajo	75
Gráfico No. 4.5: Sexo de los trabajadores.....	78
Gráfico No. 4.6: Peso de los trabajadores	78
Gráfico No. 4.7: Estatura de los trabajadores	79
Gráfico No. 4.8: Edad de los trabajadores	79
Gráfico No. 4.9: Tiempo en la fábrica	80
Gráfico No. 4.10: Percepción de la temperatura	81
Gráfico No. 4.11: Evaluación afectiva.....	81
Gráfico No. 4.12: Preferencia térmica	82
Gráfico No. 4.13: Aceptabilidad personal.....	82
Gráfico No. 4.14: Tolerancia personal.....	83
Gráfico No. 4.15: Grado de estrés.....	84
Gráfico No. 4.16: Estado de ánimo	84
Gráfico No. 4.17: Valores límite del índice WBGT	90
Gráfico No. 4.18: PPD en función del PMV.....	100
Gráfico No. 4.19: PMV- Procesos Curtiduría Hidalgo	111
Gráfico No. 4.20: Evolución PPD- Curtiduría Hidalgo	111
Gráfico No. 4.21: Resultados finales Confort Térmico	112

Gráfico No. 4.22: ¿Se ha sentido fatigado?.....	113
Gráfico No. 4.23: Resultados cuestionario Yoshitake	116
Gráfico No. 4.24: Fatiga con estándar mujeres.....	117
Gráfico No. 4.25: Tipos de fatiga mujeres.....	117
Gráfico No. 4.26: Fatiga con estándar hombres.....	118
Gráfico No. 4.27: Tipos de fatiga hombres.....	119
Gráfico No. 4.28 Resultado en porcentaje de las dimensiones del SOFI-SM..	123
Gráfico No. 6.1 Posturas de trabajo Curtiduría Hidalgo.....	158

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la meta de mi vida, por su guía y amistad en este camino.

A la Virgen María, por ser madre y protectora de mi familia.

A Virna, mi esposa, compañera y amiga de mis locuras.

A mis hijas: Carolina, Nicole y Michelle, por su apoyo, dedicación y amor.

A los propietarios de la Curtiduría Hidalgo, por su ayuda para la realización de esta investigación.

A la Ing. María Gracia Calisto, por sus conocimientos y ayuda para culminar el presente trabajo.

A todos los integrantes de la FISEI, gratos compañeros de trabajo.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres, que desde la eternidad, siempre me guían y a mis mujeres: Virna, Carolina, Nicole y Michelle, por su fuerza y alegría; que ponen la chispa en mi vida.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL
TEMA:

“ESTRÉS TÉRMICO Y SU INCIDENCIA EN LA FATIGA NORMAL DE
LOS TRABAJADORES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA
CURTIDURÍA HIDALGO”

Autor: Ing. Edison Patricio Jordán Hidalgo, Mg.

Directora: Ing. M. Sc. María Gracia Calisto Ramírez

Fecha: 06 de enero de 2017

RESUMEN EJECUTIVO

La finalidad del presente trabajo es la evaluación del estrés térmico y determinar su influencia en la fatiga normal de los trabajadores del área de producción de la Curtiduría Hidalgo de la ciudad de Ambato; en esta empresa se ha evidenciado una baja en la producción y la presencia de temperaturas no confortables y fatiga en los trabajadores. Se utilizó para la medición el procedimiento de evaluación propuesto por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), los métodos de medición usados fueron los propuestos por las normas UNE EN 27243 y UNE EN ISO 7730; se analizó todos los puesto de trabajo del área de producción, determinándose los índices de aislamiento térmico de la ropa de los obreros; se realizó la medición del índice WBGT y para el cálculo de los índices PMV y PPD se realizó con el software DeltaLog10. Para evidenciar la presencia de fatiga se aplicó los cuestionarios del SOFI-SM y de Yoshitake. Los resultados obtenidos determinan que no existe estrés térmico, pero si hay la presencia de discomfort térmico en todas las áreas de producción de la curtiduría y la aplicación de los cuestionarios determinan la existencia de fatiga en el 41 % de los empleados. La propuesta de la investigación incluye el diseño para la instalación de ventiladores en el área de producción de la empresa, selección del ventilador y accesorios, obra civil para su colocación y determinación del costo de colocación. Para la fatiga se diseña pausas activas y métodos de entrenamiento y

evaluación para posiciones forzadas y manipulación de cargas que existen en este tipo de empresas.

Descriptor: Estrés térmico, confort térmico, fatiga normal, índice WBGT, PMV, PPD, cuestionario SOFI-SM, cuestionario Yoshitake. Ventiladores, pausas activas, posiciones forzadas, manipulación de cargas.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL
THEME:

**"THERMAL STRESS AND ITS INCIDENCE IN THE NORMAL
FATIGUE OF THE WORKERS OF THE HIDALGO CURTIDURÍA
PRODUCTION AREA"**

Author: Ing. Edison Patricio Jordán Hidalgo, Mg.

Director: Ing. M. Sc. María Gracia Calisto Ramírez

Date: December 30, 2016

EXECUTIVE SUMMARY

The purpose of the present work is the evaluation of thermal stress and determine its influence on the normal fatigue of the workers of the area of production of the Curtiduría Hidalgo of the city of Ambato; This company has shown a drop in production and the presence of uncomfortable temperatures and fatigue in workers. The evaluation procedure proposed by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) was used for the measurement, the measurement methods used were those proposed by UNE EN 27243 and UNE EN ISO 7730; All the workstations of the area of production were analyzed, being determined the indices of thermal insulation of the clothes of the workers; We performed the measurement of the WBGT index and for the calculation of the PMV and PPD indices was performed with the software DeltaLog10. To prove the presence of fatigue, the SOFI-SM and Yoshitake questionnaires were applied. The results obtained determine that there is no thermal stress, but if there is the presence of thermal discomfort in all areas of tannery production and the application of questionnaires determine the existence of fatigue in 41% of employees. The research proposal includes the design for the installation of fans in the production area of the company, selection of the fan and accessories, civil works for their placement and determination of the cost of placement. For fatigue

is designed active pauses and methods of training and evaluation for forced positions and handling of loads that exist in this type of companies.

Descriptors: Thermal stress, thermal comfort, normal fatigue, WBGT index, PMV, PPD, SOFI-SM questionnaire, Yoshitake questionnaire. fans, active pauses, forced positions, handling of loads.

GLOSARIO

Confort Térmico: Es cuando las personas no experimentan sensaciones ni de calor ni de frío, al permanecer en un ambiente determinado, es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrolla.

Clo: Unidad de medida empleada para determinar el aislamiento térmico de la ropa, que permite mantener una temperatura estable y cómoda de la piel.

Consumo Metabólico: (M) Es la cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo, es una unidad básica para conocer el estrés térmico

Estrés Térmico: Sensación de malestar que se experimenta cuando la permanencia en un ambiente determinado exige esfuerzos desmesurados a los mecanismos del cuerpo para mantener la temperatura interna.

Humedad Absoluta: Cantidad de vapor de agua que contiene el aire por unidad de volumen

Humedad relativa: Relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener.

Índice PMV: (Voto Medio Estimado) Refleja el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto a una escala de sensación térmica de 7 valores.

Índice PPD: (Porcentaje Estimado de Insatisfechos) Predice el valor medio de los votos sobre la sensación térmica que emitiría un grupo numeroso de personas sometidas al mismo ambiente térmico.

Índice WBGT: (Wet Bulb Globe Thermometer) Índice de temperatura de globo negro y termómetro húmedo, es el que relaciona las variables meteorológicas con el estrés térmico que padecen las personas de acuerdo a la actividad que hacen y al medio en que se encuentran

Tasa Metabólica: Es una conversión de energía química en energía mecánica y térmica y como tal, constituye una medida del coste energético asociado al esfuerzo muscular y proporciona un índice numérico de actividad.

Temperatura de bulbo húmedo: Es un termómetro de mercurio que tiene el bulbo envuelto en un paño de algodón empapado de agua, que se emplea para medir la temperatura húmeda del aire

Temperatura de bulbo seco: Es la temperatura medida con un termómetro convencional de mercurio cuyo bulbo se encuentra seco.

Temperatura radiante media: Es la temperatura única y uniforme de sus cerramientos con la cual se transfiere calor por radiación desde o hacia una persona situada en el interior del mismo.

INTRODUCCIÓN

El calor es utilizado en forma intensiva en la mayoría de las industrias, para la producción de trabajo y/o climatización en las máquinas y son estas las que vuelven a producir más calor que se disipa al medio laboral y los primeros en recibirlo son los trabajadores que la absorben y a este calor hay que añadirle el calor metabólico que ellos producen por su actividad, configurándose las condiciones óptimas para producir estrés térmico y como consecuencia de esto fatiga en los obreros.

La fatiga normal viene a ser el desgaste que sufre el organismo provocado por el alto consumo de energía, produciéndose una pérdida de la capacidad funcional y una sensación de malestar, que desencadena una serie de consecuencias negativas para la persona y las empresas, llegando a formar una enfermedad profesional y accidentes de trabajo.

En la presente investigación, que está estructurada en capítulos, se aborda en primer lugar una investigación del estado del arte respecto al estrés térmico y la fatiga, recalcando los problemas de bajo rendimiento que dio origen a la propuesta.

En el segundo capítulo se aborda sobre la base teórica del estrés térmico y el discomfort térmico en base al método de propuesto por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH); para la evaluación de la fatiga se explica los cuestionarios de SOFI-SM y de Yoshitake, que van a determinar la existencia o no de este síntoma.

El proceso metodológico a seguir y las categorías involucradas en la categorización de las variables dependientes e independientes son explicadas en el tercer capítulo.

El desarrollo total de la investigación con la aplicación de encuestas, listas de chequeo y el uso de las normas UNE EN 27243 y UNE EN ISO 7730 y la obtención de los resultados de los cuestionarios de fatiga, están en el cuarto

capítulo, seguido del quinto capítulo con las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

En el sexto capítulo se desarrolla la propuesta que consiste en dar soluciones concretas a los problemas encontrados; se concluye el trabajo con la bibliografía y los anexos que complementan la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

TEMA DE INVESTIGACIÓN

“Estrés térmico y su incidencia en la fatiga normal de los trabajadores del área de producción de la Curtiduría Hidalgo”

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

La industria a nivel mundial utiliza en forma intensiva el calor, ya sea para: realizar trabajo, calentamiento y climatización de procesos, a su vez las máquinas térmicas al producir, lo primero que generan es calor el cual se transfiere al medio laboral en el que se encuentran los trabajadores que reciben este calor, al cual hay que añadirle el calor metabólico que ellos generan al realizar sus actividades y además hay que sumarle las condiciones variables del ambiente que rodea a las fábricas, se producen las condiciones adecuadas del estrés térmico.

La ciencia y la tecnología han estudiado los métodos adecuados para evitar este estrés térmico, pero medir la temperatura del ambiente y controlar el calor representan un gran problema, ya que por la naturaleza variable de las industrias y la no uniformidad de sus condiciones de producción, no se puede dar métodos uniformes de aplicación para la generalidad de las empresas y se deben realizar estudios particulares para cada tipo de empresa y aún en un mismo tipo de industria las características que los rodea, hace muy difícil la aplicación de condiciones generales de control del calor y temperatura incidente en las personas, debiéndose particularizar el estudio para cada empresa.

En algunos procesos de las industrias se requiere o se producen mucho calor y existen actividades donde se realiza un esfuerzo físico importante y estas condiciones de trabajo pueden provocar algo más serio que la incomodidad por el

excesivo calor y originar fatiga laboral, con altos riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores. En ocasiones especialmente graves pueden llevar a la muerte.

La fatiga laboral y normal, vendría a ser el desgaste que sufre un organismo, provocado por un consumo de energía y oxígeno superior al normal y que se caracteriza por generar una pérdida en la capacidad funcional y producir una sensación de malestar que puede desencadenar consecuencias negativas para la persona y para la empresa (OHSAS, 2012) .

El calor se constituye en uno de los peligros más graves para la salud, pues nuestro cuerpo no va a funcionar con normalidad, necesita mantener invariable la temperatura en su interior en torno a los 37°C. Cuando la temperatura central del cuerpo supera los 38°C ya se pueden producir daños a la salud y, a partir de los 40,5°C, la muerte (Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, INSHT, 2013).

No se encuentran muchas estadísticas sobre morbilidad por exposiciones a sobrecargas térmicas, pero en países con alto grado de industrialización como el Japón se tiene, que en periodos comprendidos entre el 2001 y 2003, se tuvo que 483 personas se ausentaron del trabajo por más de cuatro días por problemas relacionados con el calor y de estas 63 murieron por estas causas (NIOSH).

Según datos del INSHT en el año 2009 se produjeron 53 accidentes laborales causados por calor, el 20 % de los mismos requirieron hospitalización. La causa del problema no es sólo la elevada temperatura, sino la acumulación excesiva de calor en el organismo, que se puede producir tanto por las altas temperaturas, como por el calor que genera el cuerpo en actividades físicas intensas.

Se trata de un malestar que se suele experimentar cuando la permanencia en un ambiente excesivamente caluroso exige esfuerzos desmesurados a los mecanismos de los que dispone el organismo para mantener la temperatura interna en 37 grados centígrados. Es decir, se produce por la carga de calor que recibe y acumula el cuerpo y que resulta de la interacción con el espacio ambiental en el que el individuo se encuentra, la ropa que lleva y la actividad física que realiza (CTAIMA, 2007).

Muchos empleos requieren trabajar en ambientes calurosos, tanto en exteriores como en interiores. El calor y el esfuerzo físico, afectan la refrigeración del cuerpo y si no se puede enfriar por sí mismo, el confort térmico desaparece y al

tratarse con rapidez, se empiezan a desarrollar problemas como: sarpullidos de la piel y mareos hasta convulsiones y pérdida de la conciencia. Los primeros síntomas, como son fatiga excesiva, letargo, irritabilidad, falta de coordinación y confusión, pueden causar accidentes serios. Estos síntomas pueden convertirse rápidamente en afecciones serias que incluyen convulsiones y pérdida de la conciencia y derivar en la llamada fatiga normal.

La fatiga normal es considerada como un grave problema que afecta a la salud de los trabajadores, reduce su rendimiento, contribuye a la baja productividad y aumenta el riesgo de sufrir accidentes de trabajo, aumentando así no solo los costos operacionales sino también la latencia del período de licencias médicas (Carrasco, 2014).

El calor excesivo es un estresor en potencia, con probabilidades de generar costos fisiológicos y psicológicos, particularmente para aquellas personas que desarrollan actividades que requieren de gran esfuerzo físico. Fisiológicamente el estrés producido por el calor da como resultado un aumento en el flujo sanguíneo y en el pulso, mayores demandas de oxigenación y fatiga. Psicológicamente, puede perturbar el funcionamiento afectivo normal y aumentar significativamente la irritabilidad (Valerio, 2005).

Si la temperatura corporal y la frecuencia cardiaca se incrementan, acarrear malestares, desinterés por la actividad y sed. Cuando las pérdidas de agua alcanzan entre los dos y los cuatro litros, la capacidad de trabajo físico disminuye notablemente y se producen serias afectaciones fisiológicas (Valerio, 2005).

Por esta razón se aconseja capacitar a los trabajadores sobre los riesgos que entraña el calor, cuidar la aclimatación, ventilación y temperatura del espacio de trabajo, facilitar la hidratación de los trabajadores, fomentar el uso de prendas que eviten la acumulación de calor, adaptar el ritmo y los horarios de trabajo y establecer pausas durante la jornada cuando se traten de puestos de mucha actividad física.

Las diversas entidades a nivel mundial como la OIT, OSHA, NIOSH, etc., han creado normativas de prevención para lograr el confort térmico en las empresas, su aplicación es un factor necesario a la hora de proponer un diseño que será usado para evitar los accidentes y enfermedades profesionales en los trabajadores.

Dentro de este contexto, se encuentran los estudios realizados sobre confort térmico y estrés térmico, para diversos casos, que van desde el estudio realizado en cocinas de hospitales (Barba, 2011), hasta de trabajadores en los altos hornos de las fundiciones industriales (Camacho Fagúndez, 2013); los cuales concluyen que las causas, por la que se produce el estrés térmico son las siguientes:

- Cuerpo es incapaz de auto enfriarse
- Temperatura del aire
- Flujo del aire
- Humedad
- Aclimatación
- Hidratación
- Vestimenta
- Condiciones médicas

Produciéndose algunos efectos que dependen del tipo de trabajo, entre estos tenemos: erupciones cutáneas, calambres, síncope por calor, deshidratación, agotamiento por calor, golpe de calor, que al no ser tratados adecuadamente pueden producir la muerte.

La ley ecuatoriana expide el Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo, Decreto No. 2393 Registro Oficial No. 249, en el Art. 54. CALOR, (Decreto Ejecutivo, 1986) indica que:

1. En aquellos ambientes de trabajo donde por sus instalaciones o procesos se origine calor, se procurará evitar el superar los valores máximos establecidos en el numeral 5 del artículo anterior.
2. Cuando se superen dichos valores por el proceso tecnológico, o circunstancias ambientales, se recomienda uno de los métodos de protección según el caso:
 - a) Aislamiento de la fuente con materiales aislantes de características técnicas apropiadas para reducir el efecto calorífico.
 - b) Apantallamiento de la fuente instalando entre dicha fuente y el trabajador pantallas de materiales reflectantes y absorbentes del calor según los casos, o cortinas de aire no incidentes sobre el trabajador. Si la

visibilidad de la operación no puede ser interrumpida serán provistas ventanas de observación con vidrios especiales, reflectantes de calor.

c) Alejamiento de los puestos de trabajo cuando ello fuere posible.

d) Cabinas de aire acondicionado

e) (Reformado por el Art. 29 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se regularán los períodos de actividad, de conformidad al (TGBH), índice de temperatura de Globo y Bulbo Húmedo, cargas de trabajo (liviana, moderada, pesada)

En cambio el tipo de fatiga está vinculado a actividades laborales, es decir que está relacionada con el trabajo y depende directamente de las características del entorno laboral a las que se encuentra expuesto el sujeto y, específicamente, del tipo de demandas impuestas por la tarea. Está caracterizada por la presencia de fatiga física y mental, por lo cual puede disminuir hasta en 50% su productividad laboral y en sus actividades diarias (Medina, 2013).

El reglamento 2393 es de estricto cumplimiento para todas las industrias del país, pero en la investigación realizada se determina que no existen estudios realizados del estrés térmico y de la fatiga normal para todas las actividades industriales del país, entre estas las curtiembres, por lo expuesto se crea la necesidad de realizar el estudio respectivo y su aplicación en las industrias, para cuidar el bienestar de los trabajadores y no incurrir en procesos legales por incumplimiento.

En Ecuador, la actividad industrial es mucha y variada, teniendo a la curtición de pieles como una de las industrias fundamentales en la economía ecuatoriana, especialmente en la Provincia de Tungurahua, que es donde se localiza el 80 % de las curtiembres del país. El proceso de obtención del cuero a partir de las pieles de diversos animales, especialmente vacuno y ovino, consta de diferentes procesos en algunos de los cuales se hace uso del calor para la transformación de la materia prima, entre estos tenemos: el pelambre, rendido, piquelado, curtido y recurtido en los procesos húmedos y el estacado o togliado, pigmentado en máquina, prensado y planchado en los procesos secos y sobre todo en la generación de vapor para calentar estos procesos.

Es en estas actividades en las que se busca el confort térmico para los trabajadores de la curtiembre, sobre todo para evitar problemas por el calor, bajar la productividad de la empresa y evitar la fatiga laboral.

La Curtiduría Hidalgo, es una de estas empresas, realiza su labor industrial con poco personal, que tiene que cambiar constantemente de actividad en el día, sometándose a las diversas temperaturas de los procesos y a las fuentes de calor y varias veces cambia de galpón teniendo el golpe del aire ambiente, lo que está produciendo que los trabajadores comiencen a sufrir los efectos de estrés térmico. Las actividades de la curtiembre además les lleva a realizar trabajos forzados con las pieles y/o cueros, que sumados al factor temperatura, se puede presentar los síntomas de fatiga laboral; razón por la cual el estudio propuesto es de gran importancia y relevancia para sus actividades industriales.

1.2.2. Análisis crítico

Árbol de Problemas

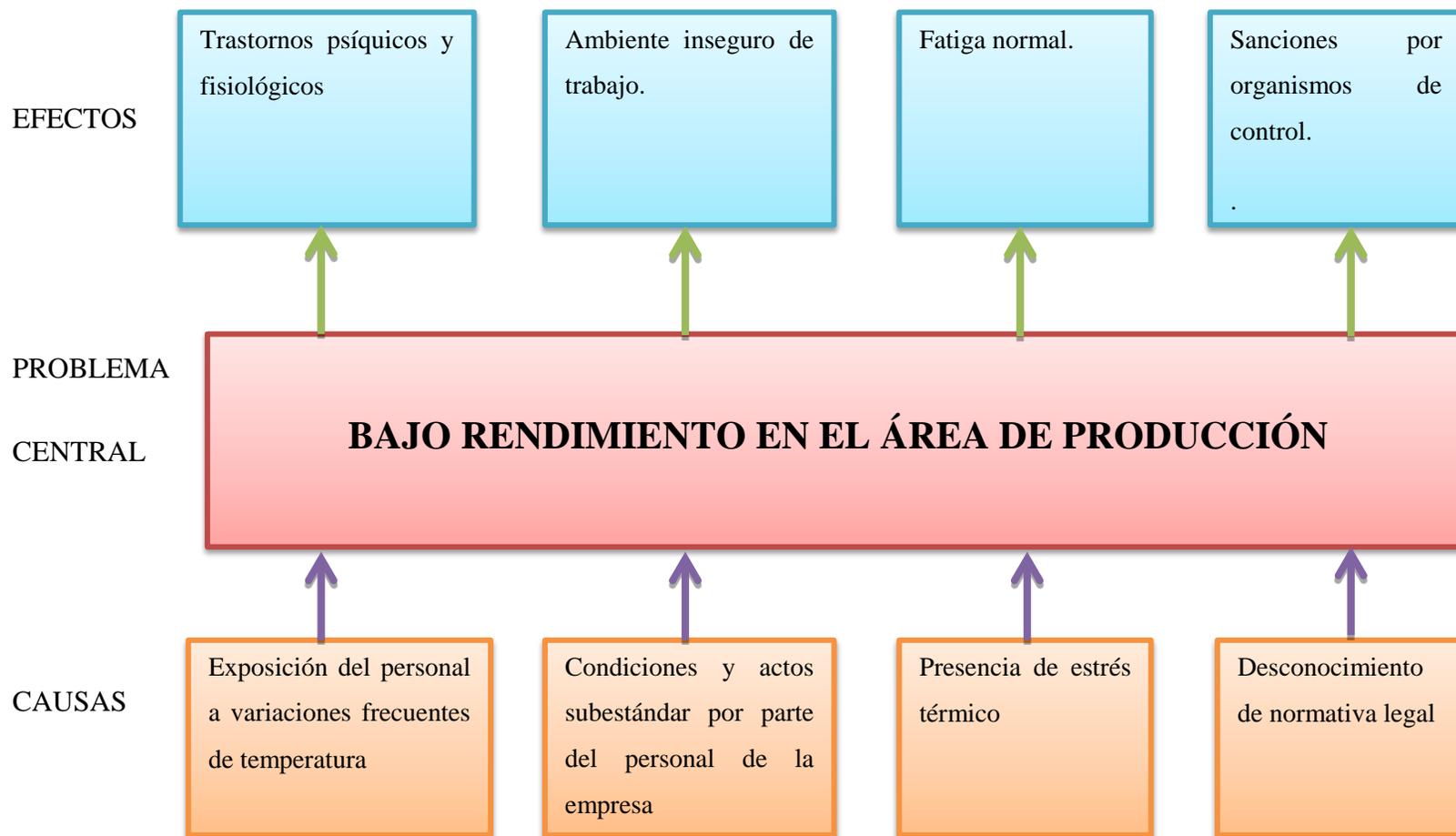


Gráfico No 1. 1 Relación Causas- Efectos
Elaborado por: Investigador

El trabajo en curtidurías está relacionado con el manejo de las pieles de los animales hasta su transformación en cueros listos para la venta, para esto se deben pasar por una serie de procesos que implican el uso del calor, para producir las reacciones químicas en los bombos y altas temperaturas para acondicionar y mejorar la presencia del cuero en la parte seca de la curtiembre, lo que conlleva de acuerdo al gráfico No. 1, a la exposición del personal a estas variaciones frecuentes de calor en la misma jornada; dando por resultado la presencia de los trastornos psíquicos como malestar, irritabilidad y disminución del rendimiento, pudiendo llegar a los trastornos fisiológicos como: disminución del rendimiento, perturbaciones metabólicas y sobrecargas del sistema cardiovascular.

Al producirse los continuos cambios de temperatura por los diferentes trabajos que realizan al mismo tiempo los trabajadores en este tipo de curtiembres pequeñas, se presentan condiciones y actos subestándar, pues no toman atención a los detalles, la temperatura de la empresa varía considerablemente, no hay ventilación adecuada y no limpian adecuadamente cada proceso, el piso se vuelve muy resbaloso, deben disminuir el ritmo de trabajo pues tienen muchos obstáculos en el piso de la fábrica y en los procesos de acondicionamiento y planchado se toman muchas pausas para reacondicionarse, volviéndose la mayoría de los procesos inseguros.

Las curtiembres tienen dos áreas muy bien definidas; la parte húmeda que consta del proceso de ribera, enzimado, piquelado, curtido y recurtido que se realiza en los bombos de curtición y la parte seca que corresponde al zarandeado, acondicionado, estacado, pigmentado, prensado, lijado, lacado y medida del cuero y en estas dos áreas existen variaciones constantes de temperatura, humedad y movimiento del aire, que no han sido estudiadas, las cuales están produciendo diversos síntomas, como: disminución de la capacidad de respuesta, cansancio físico, afecciones psicológicas, dolor de cabeza embotamiento, etc.; estas afecciones a la salud pueden agravar dolencias previas, además la preeminencia de trabajo manual con grandes esfuerzos físicos, procesos repetitivos, que limitan su capacidad de análisis y de toma de decisiones, hacen presumir la existencia de fatiga normal, que se ve reflejada en ausentismo de la empresa y presencia de enfermedades (cardiovasculares, respiratorias, renales, cutáneas, diabetes, etc.).

Al tener la presencia de todos los factores descritos anteriormente, se presentan los accidentes de trabajo por la variación de las condiciones óptimas de labor y como el reglamento 2393 De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo, exige a las empresas para dar óptimas condiciones de trabajo a los obreros, caso contrario los organismos de control del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (I.E.S.S.) y del Ministerio de Trabajo, emitirán sanciones a las empresas.

1.2.3. Prognosis

De no dar atención a las sobrecargas fisiológicas por variaciones de calor que se producen en la Curtiduría Hidalgo, se corre el riesgo que los trabajadores tengan permanentes trastornos psíquicos, psíquicos-fisiológicos y fisiológicos, lo que induciría a que se presente ambientes de trabajo inseguros, lo que produciría la existencia de fatiga normal, que reducirían la productividad, teniendo como consecuencia la no entrega a tiempo del cuero procesado llegando a tener insatisfacción de los clientes, los mismos que recurrirán a otras curtiembres, dado el caso coyuntural de la mucha oferta y poca demanda, por la que está pasando al industria del cuero en la actualidad.

De persistir la falta de un estudio de estrés térmico de la empresa, se producirá las sanciones correspondientes por parte de las auditorias que realiza el I.E.S.S. y el Ministerio de Trabajo, a más que sería un argumento en contra de la curtiduría ante el Municipio ambateño y el estricto control que está teniendo con la actividad de las pieles.

Se debe dar solución por parte de la empresa al problema de sobrecargas por golpe de calor que se presenta, la fábrica se verá en la obligación de cancelar fuertes sumas de dinero por los accidentes que eventualmente se puedan presentar y el pago de las enfermedades que van a presentarse en los trabajadores, a más del ausentismo que esto provoca, ya que al faltar un solo obrero se trastocaría la producción diaria incrementándose las pérdidas.

1.2.4. Formulación del problema

¿Cómo incide el estrés térmico en las perturbaciones por calor de los trabajadores y en la presencia de fatiga normal en el área de producción en la Curtiduría Hidalgo?

1.2.5. Interrogantes

- ¿Cuál será el mejor método para analizar las condiciones de estrés térmico?
- ¿Cuál será el proceso de análisis apropiado para lograr obtener los resultados acertados de la fatiga normal?
- ¿Se puede proponer una solución factible al problema planteado?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

Delimitación de contenidos:

Área académica: Ingenierías

Línea de investigación: Sistemas de control

Sub-línea de investigación: Seguridad y prevención de riesgos laborales

Delimitación espacial:

La investigación se llevó a cabo en los espacios físicos de la Curtiduría Hidalgo, ubicada en el sector del Pisque Bajo de la ciudad de Ambato.

Delimitación temporal:

El desarrollo del proyecto se realiza en los cinco meses posteriores a su aprobación por el Consejo de Posgrados de la F.I.S.E.I.

Unidades de observación:

- Gerente
- Administrativos
- Técnico
- Empleados
- Máquinas
- Procesos

JUSTIFICACIÓN

La investigación de este tema es de **interés** porque sirve de referente para el personal de la Curtiduría Hidalgo y de otras curtidurías locales y nacionales, ya que no existen

estudios realizados sobre este riesgo. Es de interés para la universidad porque de esta forma se está poniendo en práctica la teoría aprendida en las clases y se obtienen propuestas de solución; por supuesto es de interés para el investigador ya que se va a obtener parámetros reales de la actividad de las curtidurías y proponer mejoras para evitar las sobrecargas por calor y su incidencia en la fatiga normal.

Los principales **beneficiarios** directos de este trabajo son las curtidurías en general y en particular la Curtiduría Hidalgo, los trabajadores de estas empresas, la Universidad Técnica de Ambato y el investigador que propone el tema.

El trabajo de investigación tiene **utilidad teórica** porque se acude a fuentes de información bibliográfica actualizada y especializada sobre el tema. Mientras que la **utilidad práctica** se demuestra con una propuesta de solución al problema investigado.

El trabajo de grado es **original** porque abarca áreas de seguridad e higiene industrial y ocupacional en empresas de curtiembre, que no se han realizado con anterioridad.

La **factibilidad** de esta investigación se sustenta en las leyes que se debe cumplir, que son de carácter obligatorio, misma que están a cargo del I.E.S.S. y del Ministerio de Trabajo que vela por la salud y seguridad de los trabajadores. Además se tiene la predisposición del gerente de la empresa en facilitar las instalaciones para la realización del presente estudio, se cuenta con los equipos especializados para las mediciones respectivas.

OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general:

Determinar la incidencia del estrés térmico de los trabajadores del área de producción de la Curtiduría Hidalgo en la fatiga normal.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Evaluar el estrés térmico en las diferentes áreas de producción de la Curtiduría Hidalgo
- Determinar los parámetros que inciden en la fatiga normal de los trabajadores de producción de la empresa.
- Proponer una alternativa de solución al problema de baja productividad por la presencia de estrés térmico y fatiga normal.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La importancia del estrés térmico y de la fatiga norma laboral en la industria, se ven reflejado en diversos estudios realizados a nivel de investigación y de tesis, de la recopilación realizada se presentan a continuación las más importantes.

Dunia Camacho (Camacho Fagúndez, 2013), en su estudio para el área de fundición de una empresa metalmecánica, indica que de su investigación se desprende que la aclimatación al calor hace que el cuerpo sea capaz de tolerar mejor sus efectos, ya que favorece los mecanismos de termorregulación fisiológica, aumenta la producción del sudor, disminuye su contenido en sales y aumenta la vasodilatación periférica. Así, la temperatura central del cuerpo no se eleva tanto; es por ello que el trabajador desarrolla un proceso de aclimatación natural que condiciona la base fisiológica necesaria para lograr una inmediata adaptación a las condiciones climáticas en el área de Fundición y, por lo tanto, la persona entrenada almacena menos calor durante el ejercicio y llega a un estado térmico antes, y a una temperatura interna menor, que una no entrenada. Pero esta ventaja de entrenamiento para la termorregulación se observa sólo si el individuo está plenamente hidratado durante el ejercicio.

Mediante las mediciones realizadas a los trabajadores en su puesto de trabajo se detectó taquicardia e hipotensión. La alteración se explica así: la termorregulación del organismo aumenta el gasto cardíaco para compensar el volumen sanguíneo circulante menor, el hecho produce hipotensión relaciona con la posición erecta y con la dilatación de arterias y venas que a su vez, permitiría la transferencia de calor interno al exterior. La instalación industrial carece de entradas y salidas de aire natural, porque se ubica en una zona de alto tránsito y además, como se fabrican productos alimenticios, se contraindica la inyección de aire por el riesgo de contaminar producto. No existe una adecuada reposición de líquidos y electrolitos. Se observaron fuentes de agua para el consumo de los trabajadores pero la ingesta de agua, aumenta la sudoración y por ende

la pérdida de electrolitos, son las conclusiones del trabajo investigativo de la publicación de Enfermería en Costa Rica (Arce-Espinoza & Rojas -Súarez, Junio 2007), sobre trabajadores expuestos a sobrecarga térmica en Costa Rica.

Francisco Vighi Arroyo (Arroyo, 2013) en su cátedra de Termotecnia, indica que: “Los ambientes térmicos requieren un estudio, conocimiento y adecuado tratamiento desde la perspectiva en el campo de la Seguridad Industrial, debido a los efectos que altas o bajas temperaturas y la aportación incontrolada de calor pueden provocar en el individuo y en su actividad laboral, dando lugar a riesgos profesionales. La influencia de ambientes con temperaturas alejadas de las habituales en los locales de trabajo, se aprecia en los índices de productividad, y en la tasa de siniestros y, especialmente, en las consecuencias sobre la salud de las personas. Su cuantificación en general y en especial para una actividad concreta son difíciles de definir y se basan generalmente en evaluaciones teóricas o de laboratorio, además de estadísticas y datos experimentales, deduciéndose una relación directa o causal entre la temperatura y los efectos producidos.”

En su trabajo de investigación de Maestría de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional en la E.P.N., Fausto Miguel Peñafiel Villarreal (Peñafiel, 2013), expone: “EDESA es una empresa que se dedica a la fabricación de piezas sanitarias de cerámica para el mercado nacional e internacional; los trabajadores del área de vaciado, realizan actividades en su mayoría manuales, se plantea las preguntas inherentes al riesgo, evaluación del mismo, cuantificación de la carga metabólica, determinación del régimen de trabajo asociado al estrés térmico, para reducir la exposición de los trabajadores a niveles aceptables; en sus conclusiones indica que dichos trabajadores están bajo condiciones de estrés térmico, ya que el índice WBGT alcanzó un valor de 31,6 °C y el límite permisible es de 25 °C, para lo cual implementaron medidas de gestión de riesgo, que permitieron controlar la sobreexposición laboral al estrés térmico, sin afectar los niveles de productividad en la empresa”.

En el trabajo “Manejo integral de la exposición ocupacional a sobrecarga térmica” (Álvarez & Pineda, 2008), se concluyen lo siguiente: “sobre Efectos Psíquicos: analizando los estudios de investigación que tienen como objetivo describir los efectos psíquicos de la sobrecarga térmica en los trabajadores, específicamente en el

desempeño, se evidencia que la disminución de este es proporcional a la exposición del calor y que la mayor afección se presenta a nivel perceptual, observándose también impacto en la esfera cognitiva. En cuanto a los Efectos Fisiológicos de la sobrecarga térmica, se tiene que los efectos más destacados son: calambres por calor, síncope de calor, agotamiento por calor y golpe de calor”.

H. A Carrasco (Carrasco, 2014), en su estudio sobre la fatiga, indica: “la fatiga es un elemento que se tiende a dejar de lado ya que es necesario cumplir con ciertas tareas dentro de la jornada laboral, sin embargo, el desempeño de la tarea es la que se ve alterada cuando la persona se encuentra fatigada, especialmente cuando es posible morir en el desarrollo de tal tarea. Los efectos de la fatiga incluyen: productividad disminuida, pérdida de atención, sensación subjetiva de cansancio y somnolencia; y entre los signos que la fatiga presenta se pueden encontrar: baja concentración, aburrimiento, sensación de falta de descanso, micro sueños (breves episodios de sueño que pueden ser tan breves como unos pocos segundos). Es evidente entonces, que ciertas ocupaciones tendrán como consecuencia inevitable la fatiga, sin embargo, el desafío de la gestión de fatiga es, si estas condiciones son aceptadas, identificar las áreas que se deben analizar y de esa forma prevenir la aparición de esta”.

El movimiento manual de carga se da debido a que en el proceso de ingreso de pieles crudas que llegan para el pelambrado se manipula pieles con un peso mayor a 25 kg, que es el valor máximo según la norma máximo, estas pieles son descargadas manualmente ya sea para pesaje o almacenamiento, es un trabajo diario que ocasiona fatiga y cansancio en los trabajadores que lo realizan. Y Con la aplicación del método de Yoshitake que permite evaluar fatiga laboral se concluye que en un 69% del personal presenta síntomas de fatiga mixta, mientras que un 41% presenta fatiga física; es lo que indica Magaly Sisalema en su trabajo efectuado en la Curtiduría Tungurahua (Sisalema, 2014).

De los antecedentes investigativos expuestos anteriormente se puede inferir que la investigación propuesta “Estrés térmico de los trabajadores del área de producción de la Curtiduría Hidalgo y su incidencia en la fatiga laboral”, va ser de trascendencia tanto para la empresa como para la universidad y el público en general, por ser novedosa,

científicamente realizable y por qué no se tiene antecedentes investigativos en este tipo de industrias.

FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Este proyecto de investigación se enmarca dentro del paradigma filosófico crítico–propositivo: crítico porque hace un análisis crítico del problema y propositivo porque propone una solución a un problema de investigación.

Este enfoque privilegia la interpretación, comprensión y explicación de los fenómenos sociales en perspectiva de totalidad. Busca la esencia de los mismos al analizarlos inmersos en una red de interrelaciones e interacciones, en la dinámica de las contradicciones que generan cambios cualitativos profundos (L. Herrera, A., & G., 2008).

FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA

El trabajo de investigación se sustenta en la Tecnología ya que la tecnología es el conjunto de conocimientos técnicos, ordenados científicamente, que permiten diseñar y crear bienes o servicios que facilitan la adaptación al medio y satisfacen las necesidades de seguridad de las personas y además la técnica es un conjunto de saberes prácticos o procedimientos para obtener un resultado, requiere de destreza manual e intelectual.

Uno de los problemas estratégicamente más importantes de la Unión Europea (UE), por su incompatibilidad con un desarrollo sostenible y su elevado coste social, económico y empresarial son los daños a las personas, las instalaciones y el medio ambiente causados por los accidentes industriales. Las empresas europeas y españolas necesitan de procesos con mayor valor añadido y mismo tiempo absolutamente respetuosos con las personas y el medio ambiente. Además las nuevas tecnologías y nuevas formas de trabajo introducen nuevos riesgos cuya prevención y control es necesario resolver para garantizar la sostenibilidad de los procesos. El reto está claro: disponer de sistemas industriales seguros y sostenibles en todo su ciclo de vida (OBSIE, 2005).

FUNDAMENTACIÓN ADMINISTRATIVA

Cuando la administración estimula a que los empleados trabajen más y con mejor calidad, la organización cuenta con relaciones humanas eficaces; cuando el ánimo y la

eficiencia se deterioran, se considera que las relaciones humanas no son eficaces. El movimiento de las relaciones humanas surgió de los primeros intentos por descubrir, de manera sistemática, los factores sociales y psicológicos que crearían relaciones humanas eficaces.

Según el esquema de organización de la empresa, los servicios de seguridad tienen el objetivo de establecer normas y procedimientos, poniendo en práctica los recursos posibles para conseguir la prevención de accidentes y controlando los riesgos laborales, consecuentemente el normal desenvolvimiento de las actividades de los trabajadores y aumento de la productividad de las empresas.

FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación se sustenta legalmente de entre otros en:

1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR

CAPÍTULO VI

Trabajo y Producción, Sección Tercera: Formas de Trabajo y su Retribución, Art. 326, numeral 5 y 6 que menciona: “toda persona tiene derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, higiene y bienestar” (Constituyente, 2008), los presentes artículos dictados por la constitución son hechos para el mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, y al realizar un estudio de confort térmico en la empresa Curtiduría Hidalgo ayuda para velar la integridad física y mental de los trabajadores reduciendo los riesgos laborales.

2. REGLAMENTO DEL INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Además el Ecuador es miembro de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), el que tiene en vigencia el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (Comunidad Andina, 2005), y su reglamento de aplicación donde establece: la obligatoriedad de contar con una política de prevención de riesgos laborales. Artículo 5.-El Servicio de Salud en el Trabajo deberá cumplir con las siguientes funciones: c) Observar los factores del medio ambiente de trabajo y de las prácticas de trabajo que puedan afectar a la salud de los trabajadores, incluidos los comedores, alojamientos y las instalaciones sanitarias, cuando estas facilidades sean proporcionadas por el

empleador; h) Vigilar la salud de los trabajadores en relación con el trabajo que desempeñan.

3. REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO

En el reglamento general del Seguro General de Riesgos del Trabajo, (Resolución C.D. 513) en su tercer anexo, en el Objetivo de la investigación y análisis del accidente del trabajo, literal d), indica: Constatar que los empleadores provean de ambientes saludables y seguros a sus trabajadores. (IESS, C.D. 513, 2016).

4. REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

El Reglamento de Salud y Seguridad de los Trabajadores y Mejoramiento del Ambiente de Trabajo, Decreto Ejecutivo 2393 (DE 2393), en el propio reglamento general y en las recomendaciones específicas efectuadas por los servicios técnicos de prevención, a fin de evitar los efectos adversos de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, así como también de las condiciones ambientales desfavorables para la salud de los trabajadores (Decreto Ejecutivo, 1986). Indica en el Art. 54. CALOR:

1. En aquellos ambientes de trabajo donde por sus instalaciones o procesos se origine calor, se procurará evitar el superar los valores máximos establecidos en el numeral 5 del artículo anterior.
2. Cuando se superen dichos valores por el proceso tecnológico, o circunstancias ambientales, se recomienda uno de los métodos de protección según el caso:
 - a. Aislamiento de la fuente con materiales aislantes de características técnicas apropiadas para reducir el efecto calorífico.
 - b. Apantallamiento de la fuente instalando entre dicha fuente y el trabajador pantallas de materiales reflectantes y absorbentes del calor según los casos, o cortinas de aire no incidentes sobre el trabajador. Si la visibilidad de la operación no puede ser interrumpida serán provistas ventanas de observación con vidrios especiales, reflectantes de calor.
 - c. Alejamiento de los puestos de trabajo cuando ello fuere posible.
 - d. Cabinas de aire acondicionado
 - e. (Reformado por el Art. 29 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se regularán los períodos de actividad, de conformidad al (TGBH), índice

de temperatura de Globo y Bulbo Húmedo, cargas de trabajo (liviana, moderada, pesada), conforme al siguiente cuadro:

Tabla No. 2.1 Períodos de actividad, de conformidad al (TGBH).
Cargas de trabajo (liviana, moderada, pesada) (Industrial, 2014).

Carga de Trabajo	Liviana	Moderada	Pesada
Kcal / h	0 - 200	200 – 350	> 350
75 % de trabajo continuo	30.0	26.7	25.0
25 % de descanso cada hora	30.6	28.0	25.9
50 % de trabajo cada hora	31.4	29.4	27.9
50 % de descanso cada hora			
25 % de trabajo	32.2	31.1	30.0
75 % de descanso cada hora			
Distribución de tiempos de trabajo y descanso	TGBH (° C)		

CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

Red de inclusiones conceptuales

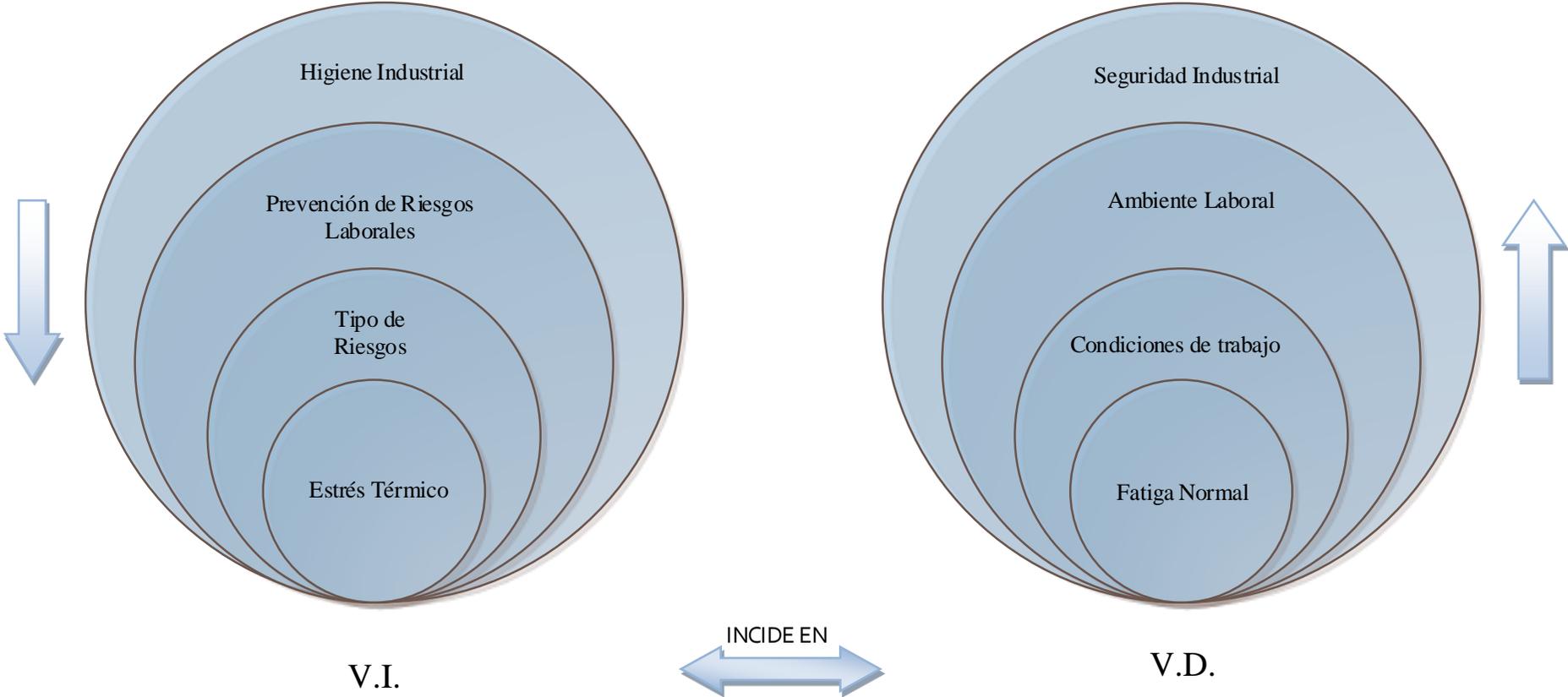


Gráfico No. 2.1 Red de inclusiones conceptuales
Elaborado por: Investigador

Constelación de ideas Variable Independiente

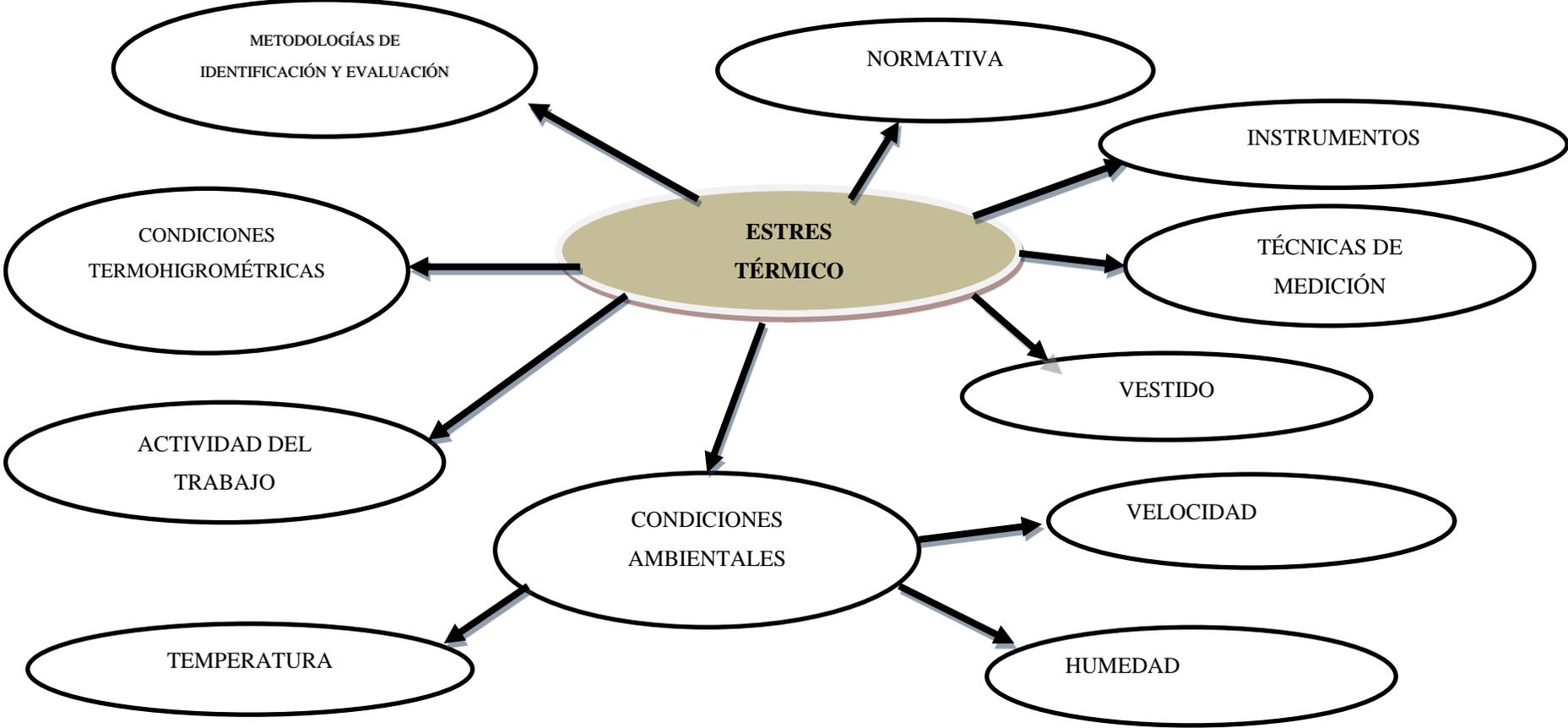


Gráfico No.2.2 Constelación de Ideas Variable Independiente
Elaborado por: Investigador

Constelación de Ideas Variable Dependiente

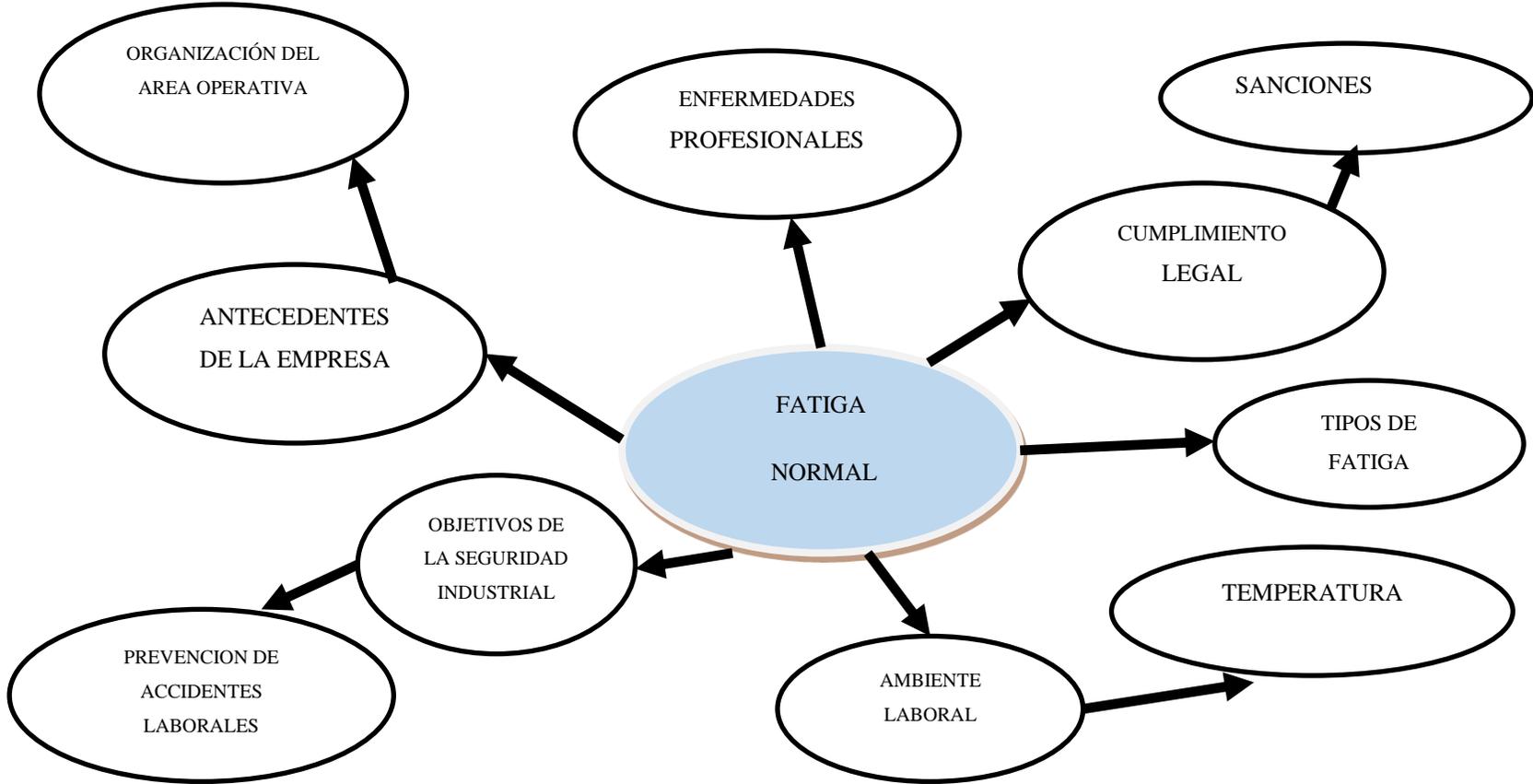


Gráfico No. 2.3 Constelación de Ideas Variable Dependiente
Elaborado por: Investigador

Categorías fundamentales

2.7.1 Categorías fundamentales de la variable independiente y dependiente

Trata sobre la fundamentación teórica del Gráfico 2.1 y 2.2, se desarrolla los conceptos de estrés térmico y los de la variable independiente: fatiga normal.

2.7.2 Higiene Industrial

La Higiene Industrial es la disciplina preventiva que estudia las condiciones del medio ambiente de trabajo, identificando, evaluando y controlando los contaminantes de origen laboral. Puede definirse como la técnica no médica de prevención de enfermedades profesionales; por lo tanto se trata de una actuación de tipo preventivo y carácter técnico.

Metodología de Actuación

La actuación en Higiene Industrial se basa en un esquema metodológico que es aplicable a cualquier situación en la que un contaminante pueda encontrarse en el medio ambiente laboral.



Figura No. 2.1 Metodología de aplicación de la Higiene Industrial (Universitat de Valencia, 2012)

- Un contaminante es una energía, un producto químico o un ser vivo presente en el medio laboral, que en cantidad o concentración suficiente

puede alterar la salud de las personas que entran en relación o contacto con él.

- **Identificación:** habitualmente los contaminantes no son percibidos por nuestros sentidos, por ello será preciso conocer las condiciones de trabajo y su peligrosidad.

Tras ser relacionados los contaminantes y las probabilidades de exposición a dichos agentes, se debe describir el número de personas afectadas y en qué momento se produce dicha exposición.

Medición: una vez conocido el contaminante, el siguiente paso es averiguar la concentración del mismo en ese ambiente de trabajo, mediante una medición, y junto con el tiempo de exposición determinar la dosis que recibe el personal expuesto.

- **Valoración:** los resultados hallados de las mediciones deben compararse con valores de referencia con o normativa vigente, que nos indicará si nos encontramos en una situación es segura o en una situación peligrosa.
- Si como consecuencia de la evaluación surge una situación peligrosa, se deben adoptar medidas que hagan disminuir el riesgo hasta situaciones seguras y realizar correcciones.
- **Control periódico:** siempre que se modifique el proceso, se introduzca una nueva sustancia o se genere algún daño a la salud se debe evaluar nuevamente el riesgo higiénico.

¿Qué contaminantes pueden modificar el medio ambiente laboral?

Un contaminante es cualquier factor cuya presencia en un determinado ambiente y circunstancia constituyen o desencadenan contaminación. La contaminación puede presentarse de 2 formas:

- Si el contaminante se encuentra en un medio al cual no pertenece.
- Si se encuentra presente a niveles superiores a los que habitualmente está presente en el medio ambiente.

Para que un contaminante ocasione daños a la salud tienen que concurrir una serie de factores:

- La concentración del agente contaminante en el ambiente de trabajo. A mayor concentración más daño.
- Vía de entrada: al respirar, por contacto con la piel.
- El tiempo de exposición.
- Características personales de cada individuo: cada persona posee unas características que le permiten defenderse de una forma u otra.
- La relatividad de la salud: no siempre estamos en las mismas condiciones de salud.
- Las condiciones de trabajo: referidos a todos los factores que limitan la estancia del contaminante en el entorno de trabajo. (Universitat de Valencia, 2012)

2.7.3 Prevención de Riesgos Laborales

La Prevención de Riesgos Laborales (PRL) consiste en un conjunto de actividades que se realizan en la empresa con la finalidad de descubrir anticipadamente los riesgos que se producen en cualquier trabajo. Esta anticipación permite que se puedan planificar y adoptar una serie de medidas preventivas que evitarán que se produzca un accidente laboral. La PRL se basa en estas ideas: (OSLAN Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales, 2009)

- Un accidente laboral no es un suceso inevitable, algo que suceda irremediamente, por casualidad o “porque tenía que pasar”.
- Un accidente laboral es la manifestación de que algo no ha ido bien en el desarrollo de una tarea, de que ha habido un fallo.
- Si la tarea está bien estudiada de antemano, sabiendo cómo hay que hacerla y qué medios hay que emplear, también se podrán prever los riesgos que puedan aparecer.
- Por lo tanto, cuanto mejor estudiada esté una tarea, más fácil será evitar que se produzcan “fallos” (accidentes) durante la misma.
- La legislación actual se basa en el derecho de los trabajadores a un trabajo en condiciones de seguridad y salud, lo que implica a su vez un deber del empresario para conseguir esa protección.

Para prevenir los riesgos en el trabajo, la herramienta fundamental de los técnicos especialistas en PRL es la evaluación de riesgos. La Evaluación de Riesgos es un estudio técnico en el que:

- Se estudian las condiciones de un puesto de trabajo.
- Se identifican los peligros a los que se expone el trabajador por trabajar en esas condiciones. Puede que haya peligros que puedan ser eliminados fácilmente en esta fase; el resto, tendrán que ser evaluados.
- Según el tiempo a que esté expuesto a cada uno de esos peligros y la gravedad de los daños que puedan causar, se intenta medir el riesgo a que está sometido el trabajador.
- Con esto, se obtiene una lista de riesgos que puede ordenarse por su mayor o menor gravedad.
- Finalmente, se propondrán unas medidas preventivas para eliminar o reducir los riesgos de ese puesto de trabajo.

Tras esta primera fase en la que se detectan y miden los riesgos, la empresa deberá planificar cómo ir adoptando progresivamente las medidas que los técnicos especialistas en PRL han propuesto.

Organización de la Prevención de Riesgos Laborales en la empresa

La legislación de PRL permite que las empresas organicen la PRL de diversas formas, llamadas modalidades de organización preventiva. En empresas muy pequeñas y de escasos riesgos, el propio empresario puede llevar a cabo las actividades de PRL. Sin embargo, esto no es lo habitual: lo más frecuente es que estas actividades tengan que ser encargadas a técnicos especialistas en PRL, con la debida formación.

2.7.4 Tipos de Riesgos

Los riesgos laborales se pueden clasificar del siguiente modo:

1.- Riesgos Físicos: Su origen está en los distintos elementos del entorno de los lugares de trabajo. La humedad, el calor, el frío, el ruido, la iluminación, las presiones, las vibraciones, etc. pueden producir daños a los trabajadores.

- 2.- Riesgos Químicos: Son aquellos cuyo origen está en la presencia y manipulación de agentes químicos, los cuales pueden producir alergias, asfixias, etc.
- 3.- Riesgos Mecánicos: Viene de la operación de todo tipo de maquinarias, de la utilización de herramientas manuales, entre otras y pueden producir: cortes, abrasiones, punciones, contusiones, golpes por objetos desprendidos o proyectados, atrapamientos, aplastamientos, quemaduras.
4. Riesgos Biológicos: Se pueden dar por la posible infectación a microorganismos que puede dar lugar a enfermedades.
- 5.- Riesgos Ergonómicos: Se refiere a los que involucran a puestos de trabajo, maquinaria y a equipos que se manipulan en las labores.
- 6.- Factores psicosociales: Es todo aquel que se produce por exceso de trabajo, un clima social negativo, etc., pudiendo provocar una depresión, fatiga profesional, etc.

2.7.5 Estrés Térmico

Cuando hace calor, trabajar puede resultar bastante incómodo o incluso agobiante, especialmente si no corre el aire y si además, la humedad del ambiente es alta. En algunos procesos de trabajo que requieren o producen mucho calor (trabajos con hornos, fundiciones, etc.) o en actividades donde se realiza un esfuerzo físico importante, o donde es preciso llevar equipos de protección individual, las condiciones de trabajo pueden provocar algo más serio que la incomodidad por el excesivo calor y originar riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores. En ocasiones especialmente graves pueden llevar a la muerte.

El calor es un peligro para la salud porque nuestro cuerpo, para funcionar con normalidad, necesita mantener invariable la temperatura en su interior en torno a los 37 °C. Cuando la temperatura central del cuerpo supera los 38 °C ya se pueden producir daños a la salud y, a partir de los 40,5 °C, la muerte. Los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores originados al trabajar en condiciones calurosas, se deben a que puede producirse una acumulación excesiva de calor en el cuerpo, independientemente de que su causa sean las condiciones ambientales, el trabajo físico realizado o el uso de equipos de protección individual.

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

Al trabajar en condiciones de estrés térmico, el cuerpo del individuo se altera. Sufre una sobrecarga fisiológica, debido a que, al aumentar su temperatura, los mecanismos fisiológicos de pérdida de calor (sudoración y vasodilatación periférica, fundamentalmente) tratan de que se pierda el exceso de calor. Si pese a todo, la temperatura central del cuerpo supera los 38 °C, se podrán producir distintos daños a la salud, cuya gravedad estará en consonancia con la cantidad de calor acumulado en el cuerpo.

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 semicerrados, 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. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

Metodologías con criterio objetivo

Se presenta a continuación el gráfico que resume el procedimiento de evaluación del estrés térmico, propuesto por La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 2011)

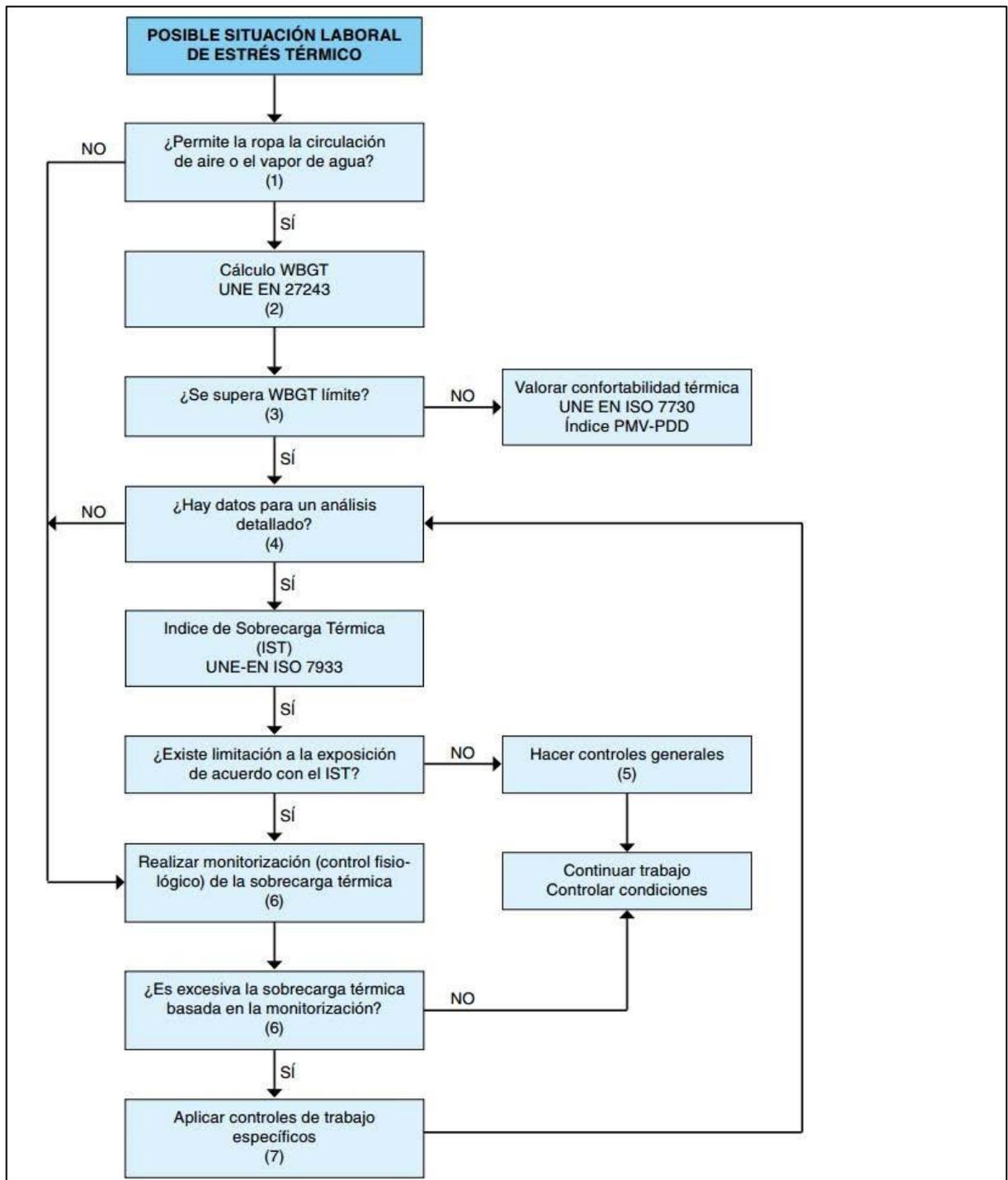


Figura No. 2.2 Evaluación de los riesgos de Estrés Térmico y Sobrecarga Térmica
 Fuente: (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 2011)

Aislamiento térmico de conjuntos de ropa

La ropa o vestimenta juega un papel de aislamiento o protección contra la pérdida de calor corporal hacia el ambiente o contra la adquisición de calor ambiental. Es decir, ella misma no proporciona calor, sólo aísla. En condiciones calurosas la ropa debe ser ligera para permitir al trabajador perder el exceso de calor corporal generado durante el trabajo (facilitar la pérdida de calor seco, por convección fundamentalmente, y la evaporación del sudor).

Cuando los trabajadores lleven o deban llevar ropa de protección impermeable frente a otros peligros del ambiente, se puede producir una situación de riesgo por estrés térmico debido al calor, aunque las condiciones ambientales no sean muy extremadas (sin que el calor sea intenso y/o la humedad relativa alta).

El aislamiento de la ropa es independiente del material de que esté hecha, es decir, de la fibra textil. Sin embargo, si depende del aire (que habrá estado en contacto con la piel y, por tanto, estará a su temperatura) que quede atrapado en la trama de las fibras del tejido. Es mejor llevar varias capas de ropa que una sola muy gruesa.

El aislamiento térmico que proporciona la ropa (resistencia a la pérdida de calor seco corporal) se expresa mediante el aislamiento básico o aislamiento intrínseco de la vestimenta, (ICL), cuyo valor, para distintas prendas de vestir viene recogido en tablas. Sus unidades son $m^2\text{°C}/W$. Además, es muy frecuente expresar ICL en unidades “clo”; donde un clo es el aislamiento térmico requerido para mantener a una persona, en estado sedentario, confortable a 21 °C.

Sin embargo, la postura y los movimientos del cuerpo del trabajador, así como la penetración de aire frío a través de las aberturas de la ropa, o incluso a través del tejido cuando la velocidad del aire es alta, facilitan la pérdida de calor por convección y pueden hacer variar el aislamiento térmico de la vestimenta. Este efecto se conoce como “efecto de bombeo” y puede hacer disminuir el aislamiento térmico entre el 5% y el 50%. (Satirnet, 2015)

Índice WBGT

El criterio de referencia técnico tomado para valorar las posibles situaciones de estrés térmico es el de la UNE-EN ISO 27243, de enero de 1995, que recoge la

metodología del índice WBGT (Índice de temperatura Globo y Bulbo Húmedo) para estimar el estrés térmico del hombre en el trabajo. Este índice es fácil determinar en un ambiente industrial.

Se aplica para la evaluación del efecto medio de calor sobre un hombre durante un período representativo de su actividad; no se aplica para la evaluación del estrés térmico sufrido durante períodos muy cortos, ni para la evaluación del estrés térmico en ambientes calurosos próximos a las zonas de confort.

Para medir los factores ambientales, se mide el índice WBGT y luego se compara el WBGT obtenido con una gráfica o una tabla de doble entrada (carga de trabajo y régimen de trabajo descanso) que especifica los WBGT límites para cada situación concreta.

La determinación del índice WBGT requiere la medida de dos parámetros derivados, temperatura húmeda natural y temperatura de globo y la medida de un parámetro básico, temperatura del aire. (UNE-EN ISO 27243, 1995)

- **Sensor de temperatura húmeda natural:** es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto por una muselina húmeda que está ventilado de forma natural, es decir, se sitúa en el ambiente sin ventilación forzada.
- **Sensor de temperatura de globo:** es la temperatura indicada por un sensor de temperatura situado en el centro de un globo negro mate.
- **Sensor de la temperatura del aire:** es la temperatura del aire, medido por cualquier método adecuado

Se puede utilizar cualquier instrumento de medida del índice WBGT, que después de la calibración de los rangos de medida especificados, proporcionen los grados de precisión especificados en la norma UNE-EN ISO 27243:1995. Un ejemplo de estos instrumentos se lo tiene en la figura siguiente.



Figura No. 2.3 Medidor de Índice WBGT
(SIMATEG: Equipos Técnicos)

Medida o estimación de la energía metabólica

La cantidad de calor producida en el interior de un 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). El consumo metabólico se puede determinar:

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

Debido a la naturaleza del índice WBGT es suficiente estimar el consumo metabólico de acuerdo a las tablas de referencia (ANEXO 1)

Valores de referencia del índice WBGT

Estos se especifican en la tabla del Anexo 2, están basados en datos de la literatura científica. Si estos valores son superados, es necesario:

- bien reducir el estrés térmico en el lugar de trabajo mediante métodos apropiados (control del ambiente, del nivel de actividad, de la cantidad de tiempo permanecido en el ambiente y utilizando protección individual);
- bien realizar un análisis detallado del estrés térmico de acuerdo con métodos más elaborados

Confort térmico

La sensación térmica experimentada por un ser humano está relacionada, principalmente, con el equilibrio térmico global de su cuerpo. Tal equilibrio depende de la actividad física y de la vestimenta del sujeto, así como de los parámetros ambientales: temperatura de aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad del aire. Si estos factores han sido estimados o medidos, la sensación térmica global del cuerpo puede ser estimada mediante el cálculo del voto medio estimado PMV.

Voto 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, (ver Tabla 2.2), 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 térmico moderado, el sistema termorregulador tratará de modificar automáticamente la temperatura de la piel y la secreción de sudor para mantener el equilibrio térmico. (UNE-EN ISO 7730, 2006)

Tabla No. 2.2 Escala de sensación térmica de siete niveles
(UNE-EN ISO 7730, 2006)

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

Porcentaje Estimado Medio de Insatisfechos (PPD)

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. Para el propósito de la norma UNE-EN ISO 7730, las personas térmicamente insatisfechas son aquellas que votarán muy caluroso, caluroso, fresco o frío, sobre la escala de 7 niveles de sensación térmica incluidas en la Tabla 2.2.

2.7.6 Seguridad Industrial

La Seguridad Industrial es una actividad técnica administrativa encaminada a evitar los accidentes de trabajo, mediante el cumplimiento de disposiciones obligatorias que previenen y limitan los riesgos de toda actividad industrial.

La seguridad industrial se encarga entre otros aspectos de: la protección contra accidentes capaces de producir daños a las personas, a los bienes o al medio ambiente derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento o rehecho de los productos industriales. A esta unidad administrativa le corresponde efectuar el control y seguimiento del cumplimiento reglamentario de los productos e instalaciones que forman parte de sus áreas de actuación. La Seguridad Industrial es en su conjunto, una unidad real, con cierta estructuración interna, compleja que en su estructura y en sus lineamientos fundamentales se rige por los principios ya expresados.

Esta materia se estructura, según tres niveles relativos al ámbito que cubren y según varios pilares de vertebración de su estudio. Los tres niveles hacen referencia a:

- Seguridad laboral u ocupacional
- Seguridad de los productos industriales
- Seguridad de los procesos y las instalaciones industriales concretas (empresas, servicios, instalaciones...)

En cuanto a los pilares de estudio podemos señalar las líneas siguientes

- Análisis según el origen físico del riesgo
- Metodologías generales de seguridad y principios de aplicación genéricos (como los conceptos de Coste-Beneficio, uso de Normativa, etc.)
- Metodologías específicas de diversas áreas (Alta Tensión, Baja Tensión, Máquinas, etc.)
- Aplicaciones a realidades industriales o para industriales

En la Tabla No. 2.3 (Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, 2015) se presenta una estructura matricial de la seguridad industrial que permite

visualizar los campos de estudio de la Seguridad, en el eje horizontal se encuentran los orígenes del riesgo, que en dicho cuadro no presenta una clasificación exhaustiva de materias, aunque sí se señalan las más significativas.

2.7.7 Ambiente Laboral

El ambiente laboral de la empresa es un factor que tiene una gran incidencia en la seguridad, el desempeño y en la productividad del trabajador. Un ambiente laboral inapropiado, puede desde llevar a un empleado a sufrir accidentes y por ende a tener bajo rendimiento, lo cual resulta económicamente costoso para la empresa.

Las empresas descuidan el ambiente laboral porque consideran que se requiere mucha inversión para algo que no es primordial, pero se equivocan rotundamente, puesto que los costos de un ambiente laboral pésimo harán que el desempeño y productividad de los empleados disminuya considerablemente, lo que resultará más costoso que si se hubiera invertido en el mejoramiento del ambiente laboral.

Para que un trabajador rinda y alcance todo su potencial, debe tener las condiciones adecuadas. No basta con que tenga el entrenamiento y las herramientas necesarias. Hace falta también que se siente cómodo en su trabajo, en el medio, con sus compañeros de trabajo y sobre todo, con sus jefes o líderes. Desafortunadamente muchas empresas tratan a sus empleados como una mercancía más, olvidando que son humanos y que tienen necesidades especiales, necesidades que si no son satisfechas, no rendirán al 100% como espera la empresa.

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud. El estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de inconfort, sin que exista riesgo para la salud. (INSHT NTP 322, 1997)

Tabla No. 2.3 Estructura matricial de la Seguridad Industrial.

Efectos de la seguridad sobre	Público en general	ACCIDENTES MAYORES						Efectos de la inseguridad Sobre bienes e instalaciones
	Usuarios no profesionales	SEGURIDAD DE PRODUCTOS E INSTALACIONES						
	Profesionales	SEGURIDAD LABORAL Y OCUPACIONAL						
		Físico	Mecánico	Químico	Biológico	Ergonómico	Psicosocial	
	ORÍGENES DEL RIESGO (Clasificación no exhaustiva)							

	<p>ACCIDENTES MAYORES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificación de emergencias y posible evacuación - Daños ambientales - Incendios, Inundaciones, Terremotos, etc. 	
	<p>SEGURIDAD DE PRODUCTOS E INSTALACIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Directivas de seguridad del país - Reglamentos nacionales e internacionales - Diseño y prestaciones de los productos con seguridad incorporada 	
	<p>SEGURIDAD LABORAL Y OCUPACIONAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leyes Generales de Protección: limitación de efectos - Desarrollo Reglamentario: Normativa obligatoria - Normas voluntarias y códigos de práctica de carácter sectorial - Organismos inspectores 	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Destrucción o indisponibilidad de la instalación industrial. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> Repercusiones mercantiles Alarma Social </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> Eventos iniciadores </div> <p>(Costes de siniestrabilidad) Accidentes menores</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Propagación de accidentes</p>

Con menor frecuencia pueden encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico. El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles.

2.7.8 Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo en la empresa son aquellas por las cuales los trabajadores ofrecerán los mejores servicios y producirá los mejores productos, diferenciándolo de la competencia y generando la utilidad necesaria para llevar una empresa saludable, muchas son las condiciones que se necesitan para optimizar el ambiente laboral, entre se tiene:

- Instalaciones y servicios internos para incrementar el bienestar de sus colaboradores.
- Un buen ambiente que colabore de lleno a maximizar el potencial de cada una de las personas en la empresa.
- Una buena infraestructura que brinde seguridad a los trabajadores.

Muchos expertos en seguridad incluso han llegado a concluir que la mayor vulnerabilidad en la empresa esta justamente dentro de ella. Es muy alto el porcentaje de accidentes y enfermedades que suceden en lo interno y por tanto el plan de seguridad deberá contemplar una estrategia de gestión de riesgos, para detectar, medir y evaluar la peligrosidad de la empresa.

Uno de los aspectos que contempla la Ley de Prevención de Riesgos Laborales consiste en optimizar las condiciones de trabajo; para ello no sólo se

deben tener los medios, métodos y/o técnicas que permiten identificar cuáles son estas condiciones de trabajo, sino que además se tiene que poder valorar su grado de adecuación: desde identificar situaciones muy desfavorables que se tienen que modificar con urgencia, a situaciones donde las condiciones de trabajo, en principio, son adecuadas.

Ya desde los inicios de la Ergonomía se realizaron, y siguen realizándose, continuos esfuerzos para la elaboración de herramientas que sirvan para conocer y valorar estas condiciones de trabajo, lo que ha dado lugar a un gran número de métodos de evaluación. Existe una gran variedad de métodos que se pueden clasificar de la siguiente forma: por su nivel de especificidad, en métodos específicos y generales; por su nivel de subjetividad, en objetivos y subjetivos; y según su facilidad de uso, en simples o rápidos y laboriosos.

La mejora de un puesto de trabajo se basa en el conocimiento de las condiciones de trabajo presentes en dicho puesto, entendiendo como tales el conjunto de factores, tanto de la propia tarea como del entorno en que ésta se realiza, que pueden afectar a la salud de los trabajadores. Toda evaluación de una situación de trabajo implica que estos factores deben considerarse por sí solos y en su conjunto, teniendo siempre en cuenta su incidencia sobre el elemento humano del sistema. Aunque en la realidad es el conjunto de condiciones de trabajo el que determina una situación, para facilitar su análisis podemos establecer una clasificación de factores en las siguientes categorías: (NIOSH 182, 1988)

- Condiciones de Seguridad: Son aquellas condiciones materiales que vienen determinadas por la maquinaria, los equipos o las instalaciones.
- Contaminantes Ambientales: Se entiende como tales aquellos contaminantes físicos, químicos o biológicos, presentes en ciertas actividades y que pueden llegar a ocasionar distintas enfermedades profesionales.
- Medio ambiente de trabajo: Incluyen las características ambientales presentes en todo trabajo como son la iluminación y las condiciones termohigrométricas, que por un lado inciden directamente en el confort

de un puesto de trabajo y por otro pueden ser agravantes de otros factores.

- Exigencias del puesto: Todo trabajo exige del individuo un esfuerzo físico y mental, que condicionará la aparición de la fatiga. Si conocemos "a priori" el grado de esfuerzo que va a exigir el desarrollo de una tarea determinada, podremos prevenir la aparición de la fatiga.
- Organización del trabajo: Se incluyen aquí factores como la jornada de trabajo, el ritmo de trabajo, la comunicación con superiores y compañeros, etc., en cuanto que son factores determinantes no sólo de la patología laboral clásica y de la fatiga, sino también de la motivación, la satisfacción en el trabajo, etc...
- Organización de la Prevención: Son los mecanismos que permiten poner en práctica la prevención de los riesgos profesionales.

2.7.9 Fatiga Normal

La fatiga laboral vendría (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 2011) a ser el desgaste que sufre un organismo, provocado por un consumo de energía y oxígeno superior al normal y que se caracteriza por generar una pérdida en la capacidad funcional y producir una sensación de malestar que puede desencadenar consecuencias negativas para la persona y para la empresa.

Tipos de fatiga

1. La fatiga fisiológica: la cual es debida al esfuerzo, a la carga de trabajo, y que se recupera con el descanso.
2. La fatiga patológica: la cual no es solo consecuencia del esfuerzo, ni se recupera con el descanso o el sueño. Y se debe a varias causas de origen laboral, psicológico y social.
3. Fatiga neurosensorial (fatiga perceptiva): Este tipo de fatiga se presenta cuando la actividad realizada por el trabajador requiere un excesivo uso de los órganos de los sentidos (especialmente el visual y el auditivo). Es el caso de los trabajadores con funciones secretariales o de personas que deben trabajar en ambientes ruidosos.

4. Fatiga física y muscular (fatiga motora): Se presenta en aquellos lugares de trabajo en donde el empleado debe realizar labores de tipo físico y muscular por ejemplo, levantar objetos pesados, ejercer fuerza sobre alguna fuente, etc.

Clasificación de la Fatiga Muscular:

- Fatiga aguda: La cual aparece durante una sesión de esfuerzo físico.
 - Fatiga subaguda: Ocurre después de uno o varios ciclos relativamente intensos de labor.
 - Fatiga aguda muscular o sobre esfuerzo muscular: La cual generalmente ocurre después de un esfuerzo físico que excede el nivel de tolerancia al esfuerzo en el músculo.
 - Fatiga crónica: Aparece después de varios ciclos en los que la relación que hay entre el entrenamiento y la recuperación se va desequilibrando, ocasionando un cuadro sistemático de fatiga, que conlleva al descenso del rendimiento laboral.
5. Fatiga mental (fatiga psicológica): Se define así a la fatiga mental como la alteración, o disminución de la eficiencia funcional mental provocada por la resistencia del organismo a la repetición inmediata y como una necesidad del organismo de alternancia. Se considera característica de aquellos puestos de trabajo donde la concentración, la memoria y demás procesos cognoscitivos superiores son básicos.
 6. Fatiga de habilidades: Se encuentra asociada a la disminución en la atención, precisión y concentración en aquellas actividades laborales que requieren uso de determinada habilidad. El nivel de desempeño y la producción disminuyen considerablemente.

Fases de la fatiga:

- a. Fase de Alarma: la persona percibe la fatiga porque siente cansancio, a la vez que soporta una serie de cambios fisiológicos como un aumento de la tensión muscular, de la frecuencia cardíaca, de la respiración, y de la sudoración.

- b. Fase de Resistencia: intento de sobreponerse al cansancio con ansiedad y tensión, mientras se continúa gastando energía.
- c. Fase de Agotamiento: cuando se acaba la energía adaptativa disponible. Aquí la fatiga tiene un efecto acumulativo en su conjunto, y avanza hacia un proceso de envejecimiento.

Fatiga industrial o laboral.-

Es el tipo de fatiga vinculado a actividades laborales, y está caracterizada por:

- Presencia de síntomas y signos tanto de fatiga física y mental
- Tendencia a la cronicidad
- Su implicación a todos los niveles profesionales
- Elevados aspectos subjetivos y psicosomáticos

Causas de la fatiga:

- Relaciones (motivación, falta de reconocimiento, personalidad de trabajador)
- Ritmo (velocidad, repetición)
- Cantidad de trabajo (saturación, imposición)
- Problemas personales
- Entorno físico (ruido, iluminación, agentes químicos, temperaturas)
- Horario (turnos de trabajo)
- Otros (posturas de trabajo, hábitos alimenticios, nivel intelectual)

Síntomas fatiga industrial:

Los síntomas más frecuentes que se manifiestan en las organizaciones respecto a la fatiga son:

- Dificultad para la concentración
- Dificultad para respirar
- Pasividad
- Palpitaciones
- Extenuación
- Falta de aire
- Músculos tensos
- Articulaciones rígidas

- Somnolencia
- Sudoración
- Pesadez (bostezos continuos)
- Dolor
- Agotamiento
- Adormitado
- Entumecimiento
- Falta de interés

Consecuencias de la fatiga normal:

Debido a esto se experimenta un mayor ausentismo en trabajadores fatigados; mayor probabilidad de accidentes laborales en personas fatigadas; incremento del riesgo de enfermedades cardiovasculares en los afectados y disminución del estado de alerta aun durante turnos diurnos.

La fatiga industrial no controlada se transforma en el síndrome de fatiga crónica de difícil manejo médico y de frecuentes recaídas que incluso ocasionan una baja en la resistencia del sistema inmunológico (Norma OHSAS 18001, 2015).

Métodos de medición de la fatiga

Varios son los métodos de medición de la fatiga, especialmente cuando se circunscribe al ámbito mental, para el caso de estudio planteado que es para la fatiga normal, se escoge los métodos de estudio de Yoshitake y el cuestionario de evaluación multidimensional de la fatiga laboral "Swedish Occupational Fatigue Inventory" SOFI.

Cuestionario de Yoshitake

También conocido como Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga de H. Yoshitake. Agrupa treinta ítems que, según las recomendaciones del autor pueden representar alteraciones funcionales propias de los estados de fatiga. Construida y validada a partir del análisis factorial, identifica tres factores que denomina tipos de trabajo:

- Tipo 1: Profesiones no caracterizadas ni por exigencias puramente físicas, ni puramente psíquicas (exigencias de tipo mixto). Ítems 1 al 10.

- Tipo 2: Profesiones caracterizables por exigencias básicamente de contenido psíquico. Ítem 11 al 20.
- Tipo 3: Profesiones caracterizadas por exigencias eminentemente físicas. Ítem 21 al 30.

Se consideran fatigados los que respondan afirmativamente a 6 ó más síntomas en el caso de los hombres, y 7 ó más en el de las mujeres 8.

Cuestionario SOFI

Variable cuantitativa que se evalúa en función de la versión española modificada del Swedish Occupational Fatigue Inventory (SOFI-SM). Se valora la percepción del sujeto sobre su nivel de fatiga relacionada con el trabajo tanto a nivel global como en seis dimensiones diferenciadas: falta de energía, cansancio físico, discomfort físico, falta de motivación, somnolencia e irritabilidad.

HIPÓTESIS

“El estrés térmico inciden significativamente en la fatiga normal de los trabajadores del área de producción de la Curtiduría Hidalgo.”

SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

Variable independiente:

Estrés térmico

Variable dependiente:

Fatiga Normal

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

ENFOQUE

La presente investigación es cuali-cuantitativa, porque según información presentada por Investigación cuantitativa y cualitativa (Fernández & Pértegas Díaz, 2002), manifiesta:

“La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. La investigación cualitativa evita la cuantificación. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas. La diferencia fundamental entre ambas metodologías es que la cuantitativa estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas y la cualitativa lo hace en contextos estructurales y situacionales”.

En este proyecto se realiza una investigación de los factores de estrés térmico y su relación con la fatiga laborales; la información proporcionada por los trabajadores sirve de referencia para interpretar con el sustento científico y profesional así como los datos obtenidos en la fábrica dan el tratamiento estadístico de los datos con los que se plantea soluciones al problema.

MODALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación utilizará esta modalidad porque se acudirá a fuentes bibliográficas con información secundaria obtenidas en libros, revistas, publicaciones, folletos; así como fuentes de información primaria obtenidas en

documentos sólidos y confiables: publicaciones de papers y artículos científicos, libros, tesis de pre y pos grado, publicaciones estadísticas, módulos, artículos de internet;; como se manifiesta en Fundamentos de la Investigación Documental y la Monografía (Morales, 2007):

“La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos.”

Esta bibliografía recopila el pensamiento científico de diversos autores que abordan temas como confort térmico, estrés térmico, temperatura, humedad, velocidad, actividad, vestido, normativas, información estadística, y más datos, conceptos y definiciones que ayudarán a soportar teóricamente el estudio.

También la presente investigación se enmarca como de campo porque la obtención de los datos del sitio de trabajo y las medidas que influyen en las variables de temperatura se lo realizará en sus lugares de trabajo en donde se obtendrá información sobre el problema investigado. En referencia a lo mencionado en el trabajo Tipos de Investigación (Grajales, 2000), donde se indica:

“El lugar donde se desarrolla la investigación, si las condiciones son las naturales en el terreno de los acontecimientos tenemos una investigación de campo, como los son las observaciones en un barrio, las encuestas a los empleados de las empresas, el registro de datos relacionados con las mareas, la lluvia y la temperatura en condiciones naturales.”

Por último la investigación, también tiene una modalidad cuasi experimental, pues según, el Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica (F.G., 2006), se manifiesta:

“Este diseño es “casi” un experimento, excepto por la falta de control en la conformación inicial de los grupos, ya que al no ser asignados al azar los sujetos, se carece de seguridad en cuanto a la

homogeneidad o equivalencia de los grupos, lo que afecta la posibilidad de afirmar que los resultados son producto de la variable independiente o tratamiento”.

Con lo mencionado esta modalidad de investigación será utilizada porque además de la investigación se planteará una propuesta de solución con un modelo operativo viable sobre el problema investigado.

TIPOS O NIVELES DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Investigación aplicada

Supone el uso de los métodos de la investigación-acción-participación, es decir, relación directa con el conglomerado empresarial afectado por la problemática. Se aplica además un plan de muestreo para la recolección de información referente a diferentes mediciones de confort térmico intolerables encontrados en la empresa.

3.3.2 Exploratorio

Porque permite sondear un problema poco investigado en el sector curtidor de la provincia y el país.

3.3.3 Descriptivo

Porque permite comparar, estudiar y describir modelos de comportamientos visualizados en las variables: confort térmico, perturbaciones por calor y productividad.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Tabla No. 3.1 Unidades de observación

POBLACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Administrativos	4	19 %
Operarios	17	81 %
TOTAL	21	100 %

No se toman en cuenta a los administrativos, ya que el objeto de la investigación son los trabajadores de producción. Al ser el número de operarios inferior a 100, no se tiene necesidad de trabajar con una muestra representativa, tomándose a la totalidad de la población para realizar el estudio.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla No. 3.2 Operacionalización de la variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Estrés Térmico</p> <p>El estrés térmico es la <u>sensación de malestar</u> que se experimenta cuando la <u>permanencia en un ambiente determinado exige esfuerzos desmesurados</u> a los <u>mecanismos</u> de que dispone el <u>organismo para mantener la temperatura interna</u>, que resulta de la interacción entre las <u>condiciones ambientales del lugar, la actividad física que realizan y la ropa que llevan</u></p>	Sensación de malestar	<p>Presencia de síntomas en el trabajo.</p> <p>Presencia de enfermedades y/o trastornos en el trabajo</p>	<p>¿Presencia de síntomas durante la jornada laboral?</p> <p>¿Se han presentado enfermedades o trastornos relacionados con el trabajo?</p>	<p>-Observación.- Listas de observación</p> <p>-Encuestas.- cuestionario individual</p>
	Permanencia en un ambiente exige esfuerzos desmesurados	<p>Grado de estrés.</p> <p>Cansancio físico.</p>	<p>¿La actividad que está realizando: le estresa, es normal, le relaja?</p> <p>¿Cómo se encuentra de estado físico?</p>	<p>-Observación.- Listas de observación</p> <p>-Encuestas.- cuestionario individual</p>
	Mecanismos del organismo para mantener la temperatura interna	<p>Intensidad del calor.</p> <p>Sudoración dolor de cabeza, confusión, aumento frecuencia cardiaca, disminución de la presión arterial</p>	<p>¿Cómo percibe la intensidad del calor?</p> <p>¿Cambio de los signos vitales?</p>	<p>-Observación.- Listas de observación</p> <p>-Mediciones.- Registro de medidas</p> <p>-Encuestas.- cuestionario individual</p>
	Condiciones ambientales del lugar, la actividad física que realizan y la ropa que llevan	<p>Humedad del ambiente.</p> <p>Temperatura del recinto</p> <p>Calidad del aire.</p> <p>Tipo de vestimenta</p>	<p>¿El ambiente es húmedo, algo húmedo, algo seco, muy seco?</p> <p>¿Cómo valora la sensación térmica?</p> <p>¿Cómo percibe la calidad del aire?</p> <p>¿Qué tipo de vestimenta usa en el trabajo?</p>	<p>-Observación.- Listas de observación</p> <p>-Encuestas.- cuestionario individual</p>

Elaborado por: Investigador

Tabla No. 3.3 Operacionalización de la variable dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN Fatiga Normal	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La fatiga normal vendría a ser el <u>desgaste que sufre un organismo, provocado por un consumo de energía y oxígeno superior al normal</u> y que se caracteriza por generar una <u>pérdida en la capacidad funcional</u> y producir una <u>sensación de malestar</u> que puede desencadenar <u>consecuencias negativas para la persona y para la empresa.</u>	Desgaste que sufre un organismo, provocado por un consumo de energía y oxígeno superior al normal	Consumo metabólico del trabajador	¿Se ha determinado el consumo metabólico de los trabajadores?	-Observación.- Listas de observación -Mediciones.- Registro de medidas -Encuestas.- cuestionario individual
	Pérdida en la capacidad funcional	Consumo metabólico del trabajador Deshidratación Enfermedades	¿Se ha determinado el consumo metabólico de los trabajadores? ¿Sufre de deshidratación? ¿Está constantemente enfermo?	-Observación.- Listas de observación -Mediciones.- Registro de medidas -Encuestas.- cuestionario individual
	Sensación de malestar	Monotonía, sobretiem po, sobrecargas Calambres, agotamien to y golpe de calor	¿Se han producido trastornos o alteraciones por monotonía, sobretiem po, sobrecargas y/o calambres, agotamiento o golpes de calor durante las jornadas de trabajo?	-Encuestas.- cuestionario individual
	Consecuencias negativas para la persona y para la empresa.	Eficiencia Efectividad	¿Ha variado la eficiencia del trabajo debido a las perturbaciones por fatiga que se producen en los procesos? ¿Se ha evidenciado disminución de la efectividad de la producción por las perturbaciones por calor y/o fatiga en los procesos de la empresa?	-Observación.- Listas de observación -Encuestas.- cuestionario individual

Elaborado por: Investigador

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

En la investigación los datos para tomar decisiones se obtendrán a partir de las siguientes técnicas, que conllevarán el uso de sus respectivos instrumentos:

- **La encuesta:** que empleará como instrumento el cuestionario individual; intervendrán el personal adscrito a la empresa, elaborado con preguntas cerradas que permite obtener información de los trabajadores sobre las condiciones de seguridad y salud industrial además de los riesgos presentes por estrés térmico y/o fatiga laboral de la empresa.
- **Observación directa:** Donde se tiene un contacto directo con los elementos o caracteres en los cuales se presenta el fenómeno que se pretende investigar, además y los resultados obtenidos se consideran datos estadísticos originales.
- **Registro de medidas:** Que se obtendrán directamente del proceso, mediante el uso de aparatos de medida de factores de confort térmico, constituyéndose como los datos estadísticos principales de la investigación.
- **Datos bibliográficos:** Que permiten obtener información especializada sobre riesgos físicos y condiciones de seguridad y salud ocupacional.

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Los instrumentos son sometidos a criterios de validez a través de la técnica de “juicio de expertos”. Mientras que la confiabilidad se lo hace con la aplicación de una “prueba piloto” a la población antes de su aplicación definitiva, y que permite detectar errores y corregirlos a tiempo

RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Tabla No. 3.4 Recolección de la información

Preguntas básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación
2. ¿De qué personas u objetos?	Personal de la empresa
3. ¿Sobre qué aspectos?	Sensación de malestar, permanencia en un ambiente exige esfuerzos desmesurados, mecanismos del organismo para mantener la temperatura interna, consecuencias negativas para la persona y para la empresa; desgaste que sufre un organismo provocado por un consumo de energía y oxígeno superior al normal, pérdida en la capacidad funcional, sensación de malestar, consecuencias negativas para la persona y para la empresa.
4. ¿Quién?	Investigador
5. ¿Cuándo?	Último trimestre del 2016
6. ¿Dónde?	Curtiduría Hidalgo
7. ¿Cuántas veces?	Dos
8. ¿Qué técnicas de recolección?	Encuesta Observación Medición con instrumentos Bibliografía especializada
9. ¿Con qué?	Cuestionario individual Listas de observación Registro de medidas Equipos especializados
10. ¿En qué situación?	En la planta

Elaborado por: Investigador

PLAN PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

Procesamiento de la información

- Se procede a la revisión crítica de la información recogida; es decir, limpieza de la información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- Se tabula utilizando cuadros según variables de cada hipótesis: cuadros de una sola variable, cuadro con cruce de variables independiente y dependiente, entre otras, según la necesidad de la misma.
- Se puede realizar un manejo de la información (a través de un reajuste de cuadros con casillas vacías o con datos reducidos cuantitativamente, los que no influyen significativamente en los análisis).
- Al final se obtendrá un estudio estadístico de datos para presentación de resultados a través de cuadros, gráficas y/o tablas.

Análisis e interpretación de resultados

- Análisis de los resultados obtenidos de los registros de medición, listas de chequeo (observación) y cuestionarios individuales (encuestas) que se utilizaron en el plan para la recolección de la información. Debe prestarse especial atención y enfatizar las relaciones que tendrán la variable dependiente en función de la independiente y cuáles son las características que mayormente les unen, en función de los objetivos y la hipótesis planteada.
- Interpretación de los resultados después de haber analizados teniendo como marco de referencia todos los conceptos analizados en el marco teórico, lo cual implica conocer a profundidad el mayor conocimiento de la variable independiente.
- Comprobación de la hipótesis, cuya verificación se lo hará con métodos estadísticos.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Siendo el motivo de la investigación las condiciones de estrés térmico del proceso productivo de la Curtiduría Hidalgo, se procede a describir: sus generalidades y los procesos productivos que esta tiene, haciendo referencia en los procesos donde se identifica variación de temperatura o niveles de fatiga.

4.1 CURTIDURÍA HIDALGO

La Curtiduría Hidalgo es una empresa familiar, catalogada como mediana empresa, está ubicada en la calle César Augusto Salazar, en el sector del Pisque Bajo, parroquia Izamba de la ciudad de Ambato. Curtiduría Hidalgo, los dueños son los encargados de la administración y de llevar a cabo la supervisión en la producción y venta de la misma, tiene una producción semanal de aproximadamente 250 pieles.



Figura No. 4.1 Ubicación Curtiduría Hidalgo
Fuente: Google Earth



Figura No. 4.2 Vista frontal de la Curtiduría Hidalgo
Fuente: El investigador

Organización de la empresa

En la figura No. 4.3, se puede ver el organigrama estructural de la curtiduría que al momento se cuenta con: un departamento financiero encargado de los estados financieros de la empresa, los roles de pago, mantener información oportuna del IESS, el manejo de inventarios etc.; el departamento de producción encargado de la elaboración del cuero, consta de 2 encargados de la producción y 15 trabajadores de planta; el departamento de recursos humanos encargado del personal con el que cuenta la empresa y el área de mantenimiento encargada de dar el mantenimiento preventivo a la maquinaria.

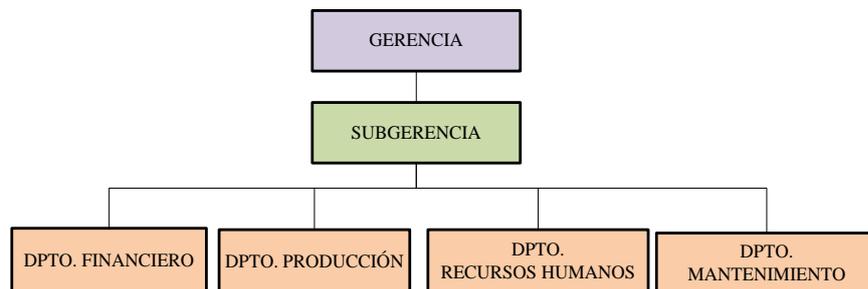


Figura No. 4.3 Organigrama estructural de la empresa
Fuente: El investigador

Descripción de los procesos de la empresa Curtiduría Hidalgo

La empresa se divide en tres áreas la zona húmeda, la seca y la de acabados para iniciar con el proceso el jefe de la zona húmeda recibe la una orden de producción de dependiendo de la clase de cuero que el cliente requiere luego se traslada con ayuda de los operarios y el uso de carretillas los cueros crudos salados de la bodega a la zona húmeda.

Zona húmeda. -Se pesan los cueros crudos en una balanza, se colocan el fulón de pelambre añadiendo agua a temperatura ambiente hasta una altura prudencial, se procede a los siguientes procesos:

Procesos de ribera: Se realiza en los fulones más grandes, de baja velocidad (3 a 4 rpm)

- **Humectación:** en donde se devuelve la humedad a las pieles que fueron saladas con anterioridad, se utilizan humectantes, bactericidas y detergentes.
- **Pelambre:** en donde dependiendo del peso de las pieles se aplica una receta que contiene básicamente cal y sulfuro el resultado de esto es la piel en tripa sin pelo en este estado la piel se puede podrir.
- **Descarnado:** se divide la piel en bandas y se saca las grasas de la piel con ayuda de una máquina.
- **Dividido:** separa la flor de la carnaza, mediante una máquina que posee una cuchilla horizontal. Aquí se obtienen 2 subproductos la flor y la carnaza

Proceso de curtido: Se utilizan fulones medianos de velocidad media (8 a 12 rpm)

- **Desencalado:** las pieles vuelen a los fulones y aquí se retira la cal del proceso anterior, para que no estorbe en la colocación de los químicos de curtiembre
- **Rendido:** se colocan enzimas pancreáticas que limpian la superficie de la piel y disminuyen el grosor y aumenta la superficie de la banda.
- **Piquelado:** se pone ácido sulfúrico para quemar la piel levemente y pueda receptor de mejor manera el curtiente.

- **Curtido:** se utiliza sales minerales de cromo para obtener el cuero denominado wet blue, el cual ya no se puede podrir
- **Escurrido;** se pasan las pieles por una máquina escurridora que saca el exceso de agua y posteriormente se perchan en la parte alta de la empresa.
- **Rebajado.-** Se clasifica las bandas de cuero (wet-blue) de acuerdo al porcentaje de daño que tengan y luego en la rebajadora se le da al cuero el calibre según el tipo de cuero a realizar(calzado, vestimenta o tapicería)

Proceso de recurtido: las pieles se las coloca en los fulones pequeños pero más veloces (18 a 22 rpm)

- **Neutralizado:** se utilizan químicos para lograr un pH neutro
- **Recurtido:** se colocan recurtientes que darán las propiedades finales al cuero o en su defecto dependiendo del tipo de producto se pone cromo
- **Engrasado:** se devuelve la flexibilidad al cuero, colocando varios tipos de grasas que pueden ser: minerales, vegetales, animales o sintéticas.
- **Teñido:** se le tiñe de un color de fondo a los cueros que luego van a ser pigmentados o se traspa el color a largo del espesor del cuero a los que van a cuero nobuck
- **Escurrido:** nuevamente se retira el exceso de agua con la máquina escurridora.
- **Secado a sol o a sombra:** el cuero se percha en los tendedores aéreos o en el pasto para eliminar el resto de humedad.
- **Desvenado y Vacío:** se lo hace en otra empresa

Zona seca: se cuentan y trasladan las bandas con el uso de carretillas a las máquinas correspondientes del al área seca en donde se realiza los siguientes procesos.

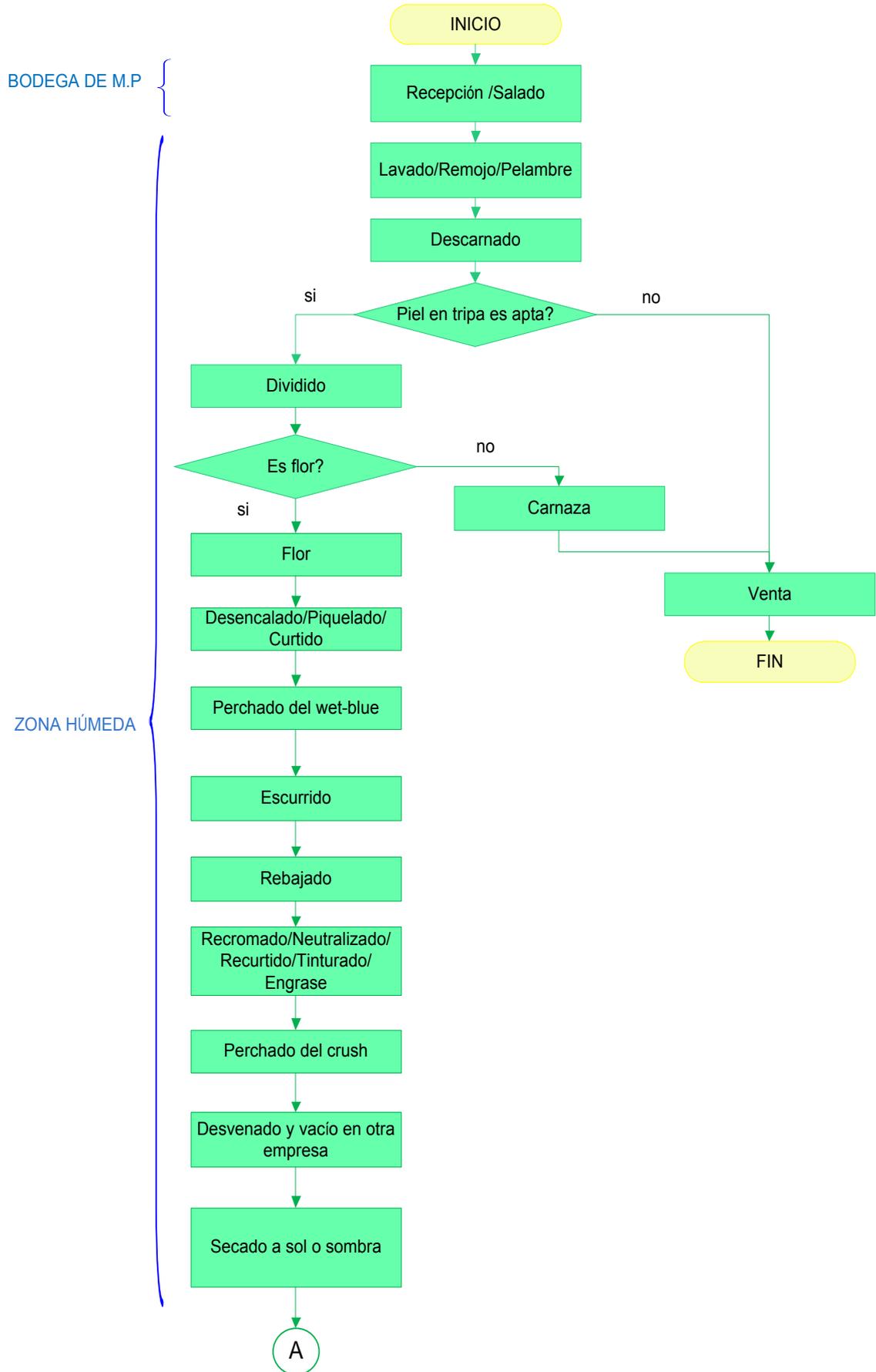
- **Ablandado:** Se obtienen bandas flexibles, se realizan en dos máquinas diferentes (molliza o fulón de zaranda) dependiendo del tipo de cuero que desea el cliente.

- **Estacado:** Se obtiene bandas de cuero estiradas y libres de arrugas, en la máquina denominada Toggli.
- **Lijado y desempolvado:** se pule con papel de lija tanto la flor para eliminar defectos, luego de esto con la desempolvadora se saca el polvo producido por la lijadora.

Zona de acabado: bajo la responsabilidad del Jefe de Acabado se prepara las recetas para la obtención del cuero terminado, luego de esto cuentan trasladan las bandas de cuero en crust a las máquinas correspondientes del área de acabado en donde se realizan los siguientes procesos.

- **Aplicar Base:** se realiza el sopleteado de ceras y pigmentos en la superficie
- **Prensado:** se obtiene un cuero con una mejor lisura dependiendo del tipo de cuero a elaborar.
- **Pigmentado y Prensado.-** Se realiza el sopleteado de pigmentos en la máquina respectiva que dan el color definitivo del cuero
- **Medido y Empacado.-** Las bandas saneadas se miden en dm^2 la superficie de cuero en cada banda. Se guarda en rollos de 8 bandas y se almacena en la bodega o se despacha a las fábricas.

En la figura No. 4.4, se muestra el diagrama de flujo del proceso para la elaboración de cuero de la Curtiduría Hidalgo



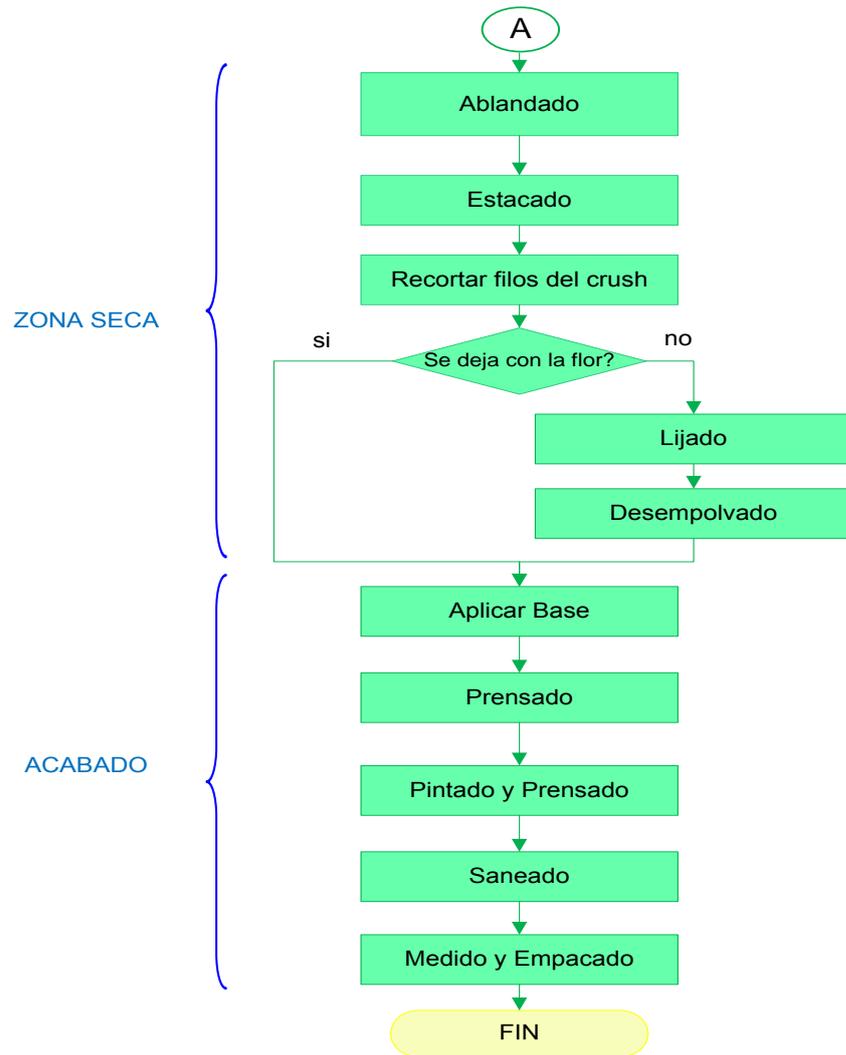


Figura No. 4.4 Diagrama de flujo Proceso Productivo Curtiduría Hidalgo
Fuente: El investigador

4.2 PROCESO PRODUCTIVO DE CURTIDURÍA HIDALGO

4.2.1. Recepción de materia prima y salado de pieles

La materia prima principal que se utiliza en la curtiduría es la piel de ganado bovino, la cual llega a la curtiduría por proveedores que la compran directamente de los camales existentes en las provincias de la sierra; cabe indicar que en la empresa no se procesan las pieles de la costa debido a su calidad. Los proveedores dejan las pieles en la empresa y si no van a ser utilizadas de manera inmediata, se procede a su salado, para retirar la humedad y preservarlas de la descomposición. Se identifica fatiga.



Figura No. 4.5: Apilado y salado de pieles crudas
Fuente: Curtiduría Hidalgo

4.2.2. Zona Húmeda

En esta área se tienen tres grandes procesos: de ribera, curtido y recurtido, aquí se emplea grandes cantidades de agua y es la zona de utilización de químicos; está cubierta por un trabajador fijo y tres flotantes, que se acercan al momento de cargar las pieles en los fulones y en la descarga de las mismas, a parte de la utilización de las máquinas. Se identifica temperatura y fatiga.

Proceso de ribera

a) Remojo/Pelambre

Las pieles son colocadas en el fulón –el más grande de todos y más lento-, en donde en primer lugar se les rehumecta, colocando agua, humectantes, detergentes y dispersantes, luego se enjuagan y se procede a colocar básicamente cal y sulfuro que se encargan del depilado de la piel, para evitar la acción de descomposición también se añade bactericida

b) Descarnado

Una vez pelambradas las pieles, los operarios cortan la piel en tripa obteniéndose dos bandas, que son llevadas a la máquina descarnadora, que posee un cilindro neumático de agarre y cuchillas helicoidales filosas, para retirarle grasa, gorduras y piltrafas del lado carne de la piel, aquí se obtiene residuo llamado descarne y la piel lista para el siguiente proceso.



Figura No. 4.6: Recogida de pieles pelambradas
Fuente: Curtiduría Hidalgo



Figura No. 4.7: Descarnado de pieles
Fuente: Curtiduría Hidalgo

c) Dividido

Esta operación es absolutamente mecánica, dos obreros colocan la piel en la máquina descarnadora -la cual posee una cuchilla horizontal que gira- y en el otro lado se obtienen dos sub productos, el de arriba se llama la flor y el de abajo es la carnaza que generalmente va a ser vendida para gelatina o huesos de perro.



Figura No. 4.8: Dividido de pieles
Fuente: Curtiduría Hidalgo

Proceso de curtido

d) Desencalado/Purgado /Piquelado/Curtido

En la Figura No. 4.9, se pueden observar los dos fulones curtidores que posee la fábrica en los cuales se realiza el desencalado, purgado, piquelado y curtido con estos procesos se logra la transformación de la piel en cuero, que es un producto imputrescible, como se realiza con sales de cromo, se obtiene el wet blue o húmedo azul. Existe temperatura y fatiga



Figura No. 4.9: Fulones del proceso de curtido
Fuente: Curtiduría Hidalgo

b) Perchado

Se saca el wet-blue del fulón de curtido y se coloca cada banda en los caballetes durante 24 horas para estabilizar las reacciones físicas/químicas como se indica en la figura siguiente:



Figura No. 4.10: Perchado del wet blue
Fuente: Curtiduría Hidalgo

c) Ecurrado

Se escurrir las bandas de cuero en la máquina escurridora, este proceso consiste en reducir el contenido de humedad de la piel. Existe fatiga



Figura No. 4.11: Preparación de máquina escurridora
Fuente: Curtiduría Hidalgo

d) Rebajado

El cuero con una humedad del 20%, es llevado a la máquina rebajadora donde se disminuye el espesor de las bandas, para que el cuero tenga ya el calibre correspondiente a su producto al que se vaya a destinar. Existe fatiga



Figura No. 4.12: Rebajado del cuero
Fuente: Curtiduría Hidalgo

Proceso de recurtido

a) Neutralizado/Recurtido/Engrasado/Teñido/Fijado

Estos procesos se lo hacen en el fulón recurtidor, que son los más pequeños pero a su vez los más veloces, aquí: el neutralizado lleva los cueros a pH 7, el recurtido le da las propiedades finales al cuero, el engrasado devuelve la flexibilidad al producto, el teñido da fondo al cuero o lo traspasa de color dependiendo si es cuero normal o nobuck y el fijado permite que todos los productos se queden en el cuero. Se identifica temperatura y fatiga.



Figura No. 4.13: Fulones del proceso de recurtido
Fuente: Curtiduría Hidalgo

b) Perchado

Las bandas se sacan del fulón recurtidor y se apilan de manera estirada para el reposo durante 24 horas sobre los caballetes como se indica en la Figura No. 4.14, hasta el momento en que se vayan a usar en la fabricación para el terminado de las mismas. Esta operación tiene por objeto estabilizar las reacciones físicas/químicas que se producen en el wet-blue teñido.



Figura No. 4.14: Perchado de cueros
Fuente: Curtiduría Hidalgo

c) Desvenado y vacío

Debido a que la empresa no posee una máquina desvenadora, el desvenado es un proceso que es realizado fuera de la empresa el objetivo es estirar las fibras del cuero para que en los procesos posteriores la adhesión y elasticidad del mismo sea mayor.

En el secado al vacío también se usa maquinaria existente en otra empresa, en donde a través de unas placas y planchas evaporan una buena parte de agua que todavía mantiene el cuero, el secado al vacío impide que las fibras del cuero se peguen entre sí en exceso y que el cuero se endurezca. Posteriormente el cuero es colgado en una cámara o un túnel de secado mediante una regulación técnica de calefacción.

d) Secado al sol o a sombra

Posteriormente se cuelga el cuero en crust en un secadero aéreo en sombra o en el pasto al sol, para completar el secado, hasta tener un 16-17% de humedad relativa en el cuero en crust, como se muestra en la figura siguiente.



Figura No. 4.15: Perchado y secado de cueros
Fuente: Curtiduría Hidalgo

4.2.3. Zona Seca

En esta zona se prepara el cuero con diversos procesos que se le dan, dependiendo del tipo de producto final. Cabe indicar que no todos los cueros tienen el mismo tipo de procesos, sino que depende de la calidad del cuero y del producto solicitado por el cliente.

a) Ablandado

Se procede a ablandar el cuero en crust en la molliza o en el bombo de zaranda dependiendo del tipo de cuero a procesar y del artículo deseado, el cuero es ablandado para volverle a conferirle el aspecto natural. Si se utiliza la molliza, está golpea con sus placas dentadas contra el cuero (del lado carne y flor simultáneamente) produciendo el ablandado y estirándolo al mismo tiempo; en cambio si se usa la zaranda, es un fulón de mallas con pupos y el cuero se golpea contra estos.



Figura No. 4.16: Mollizado y zarandeado
Fuente: Curtiduría Hidalgo

b) Estacado

Luego del ablandado al que se sometió al cuero, este pierde área y para darle una estabilidad dimensional, se colocan dos bandas en cada lado de un lecho de mallas y estas se introducen en la estacadora de vapor, conocida también como Toggli o estacadora, que tiene 20 mallas y son secadas y fijadas con vapor. Aquí se tiene temperatura y fatiga.



Figura No. 4.17: Estacado de cueros
Fuente: Curtiduría Hidalgo

c) Lijado

En lijado se realizan dos procesos en una máquina lijadora, el primero el destroncado al que se someten todos los cueros y se utiliza una lija gruesa; el segundo proceso es un pulido por el lado flor que le da un acabado especial y/o corrige la flor del cuero y es con una lija fina.



Figura No. 4.18: Proceso de lijado
Fuente: Curtiduría Hidalgo

c) Desempolvado

El polvo acumulado en el proceso anterior es retirado a través de un sistema de cepillos que tiene la desempolvadora, es esencial retirar este polvo, pues se empasta en la flor del cuero, dificultando los procesos posteriores.



Figura No. 4.19: Proceso de desempolvado
Fuente: Curtiduría Hidalgo

Luego de este proceso se tiene una serie de trabajos, cuyo fin es mejorar las propiedades físicas y estéticas del material curtido de acuerdo a los requerimientos del cliente. Como por ejemplo, incrementar la protección frente a la humedad, la suciedad, también el aspecto del cuero cubriendo defectos naturales ó producidos en las operaciones previas del proceso de fabricación, y aumentar la resistencia a la luz del sol, resistencia al mojar el artículo, resistencia al rasgado, adherencia, flexión, entre otras que se exigen para cada artículo a fabricar con el cuero.

e) Aplicar base

A los cueros que tiene falla, es necesario aplicarles una base polimérica en el lado flor, para lo cual se hace succionar la fórmula por la bomba de alimentación neumática de la máquina pigmentadora roller, luego una a una se colocan las bandas en la máquina con el lado de la flor hacia arriba para aplicar el producto mediante las pistolas que se encuentran en la cabina de pulverización, luego pasan a través del túnel de la máquina mediante la banda transportadora de hilos para ser recogidas en ese extremo. Aquí se tiene temperatura.



Figura No. 4.20: Proceso de colocación de base
Fuente: Curtiduría Hidalgo

f) Prensado y/o plancha

En casi todas los tipos de cuero se prensa a este, la razón es que se le da una superficie característica a los diversos cueros del mercado, se lo realiza en una prensa hidráulica, existiendo aquí temperatura y en los cueros que tienen la flor mala o en aquellos que requieren acabados especiales como piel de lagarto o culebra se procede en la misma máquina a plancharlos con temperaturas superiores a los 150 ° C.



Figura No. 4.21: Prensado y/o planchado
Fuente: Curtiduría Hidalgo

g) Pigmentado

En este proceso se coloca pigmento en la máquina pigmentadora que tiene una capacidad de unas 20 bandas, en donde se realiza el pistoleado de pigmentos de teñido superficial.



Figura No. 4.22: Pigmentado
Fuente: Curtiduría Hidalgo

h) Pintado y/o lacado

Se lo realiza en la parte alta de la curtiduría, en donde se tiene mucho calor, aquí se procede a pintar los cueros con el tono final con el que se venden y para protegerlos se coloca laca, aquí se utiliza en forma intensiva químicos.



Figura No. 4.23: Pintado y lacado
Fuente: Curtiduría Hidalgo

i) Medido

En esta etapa se recorta los cueros para retirar pequeñas partes totalmente inaprovechables, eliminando marcas de secaderos de pinzas, zonas de borde endurecidas, puntas o flecos sobresalientes y para rectificar las partes desgarradas. En la máquina medidora se mide la superficie total de una pieza de cuero en decímetros cuadrados, pies cuadrados y metros cuadrados dependiendo como se calibre la máquina.



Figura No. 4.24: Medida del cuero
Fuente: Curtiduría Hidalgo

j) Empacado y Almacenamiento

El proceso final es el embalaje de las bandas de cuero en tamaños de 8 bandas por cada paquete, como se puede ver en la Figura No. 4.25, se coloca la etiqueta y se despacha a las fábricas o se almacena en la bodega de producto terminado.



Figura No. 4.25: Medida del cuero
Fuente: Curtiduría Hidalgo

4.3 TÉCNICAS DE OBSERVACIÓN

El objetivo de estas técnicas es evaluar en un primer momento, el estado actual de las condiciones de trabajo la capacitación que tienen los trabajadores respecto al riesgo de calor y las prácticas de trabajo y equipo de protección personal que poseen los trabajadores, junto con la sensación de fatiga normal que perciben.

4.3.1 Lista de control para el estrés debido al calor

Se utiliza la lista de control: Heat Stress Safety Checklist (Labor Occupational Safety and Health Program UCLA, 2006), ver Anexo 3, que indica que 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. La siguiente lista de control sirve como guía para asesorar las posibilidades de que se presente el estrés debido al calor en el lugar de trabajo.

Reconocimiento del Peligro

Sí **No**

- ¿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.
- ¿Se han identificado las tareas laborales durante las cuales se está expuesto al calor?
- ¿Hay trabajos que se hacen afuera, en temperaturas altas?
¿Cuáles son los trabajos? *Tendido de cueros al sol para calzado nobuck y calzado*
¿Cuánto calor hace? *20 ° C a 25 ° 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? *Estacado o Togle, pigmentadora, plancha y terminados*

Tabla No. 4.1 Reconocimiento del peligro

Reconocimiento del Peligro	Cant.	%
SI	4	67
NO	2	33
TOTAL	6	100



Gráfico No. 4.1: Reconocimiento del peligro

El reconocimiento del peligro en la fábrica está concientizado por los dueños y los trabajadores, aunque no existe un programa de prevención de lesiones y enfermedades por escrito

Capacitación

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

Sí No

- Las precauciones a tomar para prevenir las enfermedades relacionadas con el calor (aclimatación, tomar líquidos, descansos)
- Los efectos para la salud del estrés debido al calor
- Cómo reconocer las señales y los síntomas de salpullido, calambres y agotamiento debido al calor, así como los de la insolación
- Cómo el alcohol y las drogas pueden aumentar el riesgo de enfermedades ocasionadas por el calor

- □ El uso correcto de la ropa protectora y del equipo de protección
- □ 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
- ■ Los procedimientos del empleador para responder a los posibles síntomas de enfermedades ocasionadas por el calor
- ■ Los procedimientos para comunicarse con los servicios médicos de emergencia

Tabla No. 4.2 Capacitación

Capacitación	Cant.	%
SI	2	25
NO	6	75
TOTAL	8	100

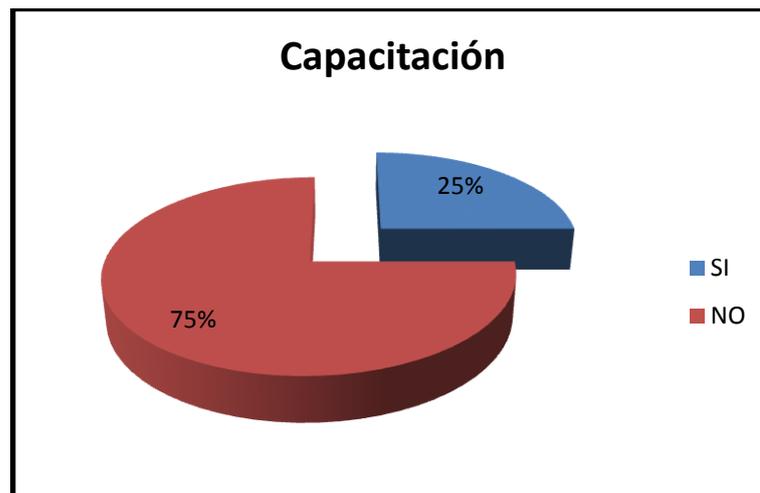


Gráfico No. 4.2: Capacitación

Las capacitaciones tienen un déficit notorio, pues solamente se ha enseñado el uso correcto de vestimenta y de los EPP's, junto con la importancia de avisar al supervisor por cualquier problema de enfermedad, debiéndose trabajar más en este aspecto sobre todo por los problemas con el calor.

Prácticas de Trabajo

Sí **No**

- Monitorear la temperatura y la humedad del ambiente
 - Monitorear la temperatura de los trabajadores con un instrumento personal para medir el estrés debido al calor
 - Para los trabajos más calientes y laboriosos, rotar a los trabajadores para reducir el riesgo de estrés debido al calor
 - 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)
 - Para los trabajadores nuevos que aún no estén acostumbrados al calor, asignar tareas más ligeras durante la primera semana de trabajo
 - Asegurar que siempre haya agua potable limpia y fría disponible en el área de trabajo. 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
 - Descansos
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 buena ventilación
 - 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).
 - Asegurar la disponibilidad de provisiones de primeros auxilios
 - Asegurar que los trabajadores sepan cómo comunicarse con los servicios de emergencia
 - 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

Tabla No. 4.3 Prácticas de trabajo

Prácticas de trabajo	Cant.	%
SI	7	58
NO	5	42
TOTAL	12	100



Gráfico No. 4.3: Prácticas de trabajo

Por ser la curtiembre una empresa en la que el trabajo manual es altamente cuidado para poder mantener la calidad del producto, las prácticas del trabajo están bien definidas y capacitadas, pero se debe tomar en cuenta que el monitoreo del calor y descansos están con un déficit que ya empieza a producir problemas en los trabajadores.

Ropa y Equipo de Protección Personal

Sí No

- Proveer ropas especiales enfriadas con agua o aire, y chalecos con hielo en temperaturas extremadamente altas
- Descansos frecuentes para los trabajadores que lleven equipo de protección personal muy caliente o caluroso
- En condiciones de temperaturas muy altas, tomar los descansos en áreas con aire acondicionado, si es posible

Para ambientes exteriores

- □ Usar ropa holgada o no muy ajustada, de colores claros y telas ligeras como algodón, así como sombreros anchos para trabajar en el sol
- ■ Si la temperatura es de más de 95° Fahrenheit, usar camisas ligeras de manga larga y pantalones largos.
- ■ Para trabajar en el sol, usar productos de protección solar con un Factor de Protección Solar (SPF, por sus siglas en inglés) de por lo menos 15

Tabla No. 4.4 Ropa y equipo de protección personal

Ropa y equipo de protección personal	Cant.	%
SI	1	17
NO	5	83
TOTAL	6	100



Gráfico No. 4.4: Prácticas de trabajo

En lo que respecta a ropa y equipo de protección personal, existe un gran déficit, ya que el único cuidado que se tiene es el uso de ropa holgada cuando se trabaja en el exterior bajo la influencia del sol y no se toma en cuenta los problemas que se presentan cuando la temperatura es alta.

En la tabla siguiente, se muestra el resultado acumulado de la aplicación de la “Lista de Control para el Estrés Debido al Calor”

Tabla No. 4.5 Lista de Control para el Estrés Debido al Calor

CONTROL PARA EL ESTRÉS DEBIDO AL CALOR	SI	NO
Reconocimiento del peligro	4	2
Capacitación	2	6
Prácticas de trabajo	7	5
Ropa y equipos de protección personal	1	5
TOTAL/32	14	18
Porcentajes	44	56

Interpretación. -

De los resultados acumulados, se observa claramente que si existe un problema por la presencia del calor en las actividades de la fábrica, lo que merma en el rendimiento y que puede producir fatiga normal en los trabajadores, lo que se va a estudiar en la siguiente lista de control para la fatiga normal.

4.3.2 Lista de control para la fatiga normal

La observancia de cansancio físico en los trabajadores, se va a corroborar con la aplicación del siguiente test para la fatiga normal, ver Anexo 4, cuyos ítems son obtenidos de diversos test de fatiga y de la observación del trabajo normal de curtidurías.

Lista de Control para la Fatiga Normal

Sí No

- ¿Se evita el mantenimiento prolongado de una postura o tarea repetitiva?
- ¿Se evita la humedad y el calor y/o el frío?
- ¿Existe aplicación de fuerza manual excesiva?
¿Cuáles son los trabajos? *Estacadora, pigmentadora, bombos, raspadora, divididora, secado al sol y descarnador.*
- ¿Se tiene un estudio de tiempos y movimientos, estableciendo pausas frecuentes y adecuadas?
- ¿El metabolismo de los trabajadores es adecuado al tipo de trabajo que

realizan?

- ¿Existe mucha carga física estática?
- ¿Existe mucha carga física dinámica?
- ¿Hay trabajo físico con movimientos repetitivos?
- ¿Existen puestos de trabajo que exigen calidad y cantidad de procesos?
- ¿Se ha presentado ausentismo por trabajadores fatigados?
- ¿Se han presentado lesiones entre los trabajadores?

Interpretación.-

Al revisar las anotaciones realizadas en la lista anterior, se deduce que el 92 % (11 de 12 preguntas) de estas implican que existe fatiga de parte de los trabajadores de la curtiduría y solamente una observación el 8% (1 pregunta) está en contra, que es la del ausentismo, la cual se puede explicar en el sentido de que si se ausentan del trabajo, les multan y si es reiterativo les despiden.

En resumen de las listas de control realizadas se ve que si existe problemas por calor y la presencia de fatiga normal por parte de los trabajadores es notoria.

4.4 TÉCNICAS DE CUESTIONARIO PARA ESTRÉS TÉRMICO

Se aplica un cuestionario para evaluar el estrés térmico en la curtiduría, ver Anexo 5, en el cual los puntos principales a evaluarse a los trabajadores, son:

- Datos Generales
- Estado Térmico Personal
- Ambiente Térmico
- Estado Emocional

4.4.1 Datos Generales

La Curtiduría Hidalgo, tiene un total de 17 trabajadores de los cuales 4 son mujeres y 13 hombres, como se indica en la siguiente gráfico.

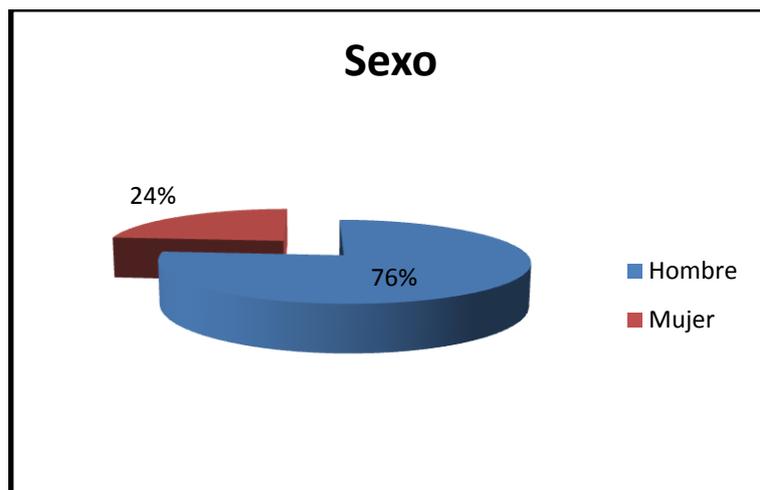


Gráfico No. 4.5: Sexo de los trabajadores

En lo referente al peso, se ve que para los hombres se tiene una media de 67,6 Kg y para las mujeres de 63 Kg, además de la observación se determina que su anatomía es compatible para el trabajo de curtiduría, es decir no tienen problemas de alcance en sus puestos de trabajo.

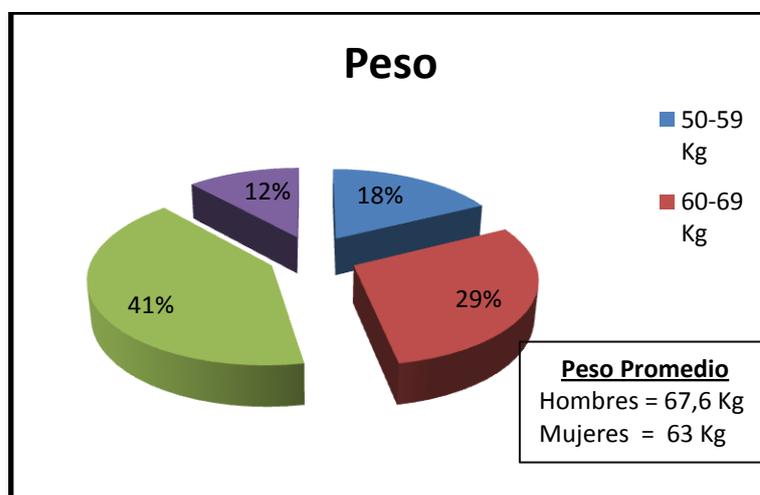


Gráfico No. 4.6: Peso de los trabajadores

La estatura de los empleados, promedian en los hombres en el 1,68 m y en las mujeres 1,61m, ratificándose que si son aptos para el trabajo de curtiembres por el porte que tienen y se observa que no hay mayor dificultad en alcanzar los puestos de trabajo.

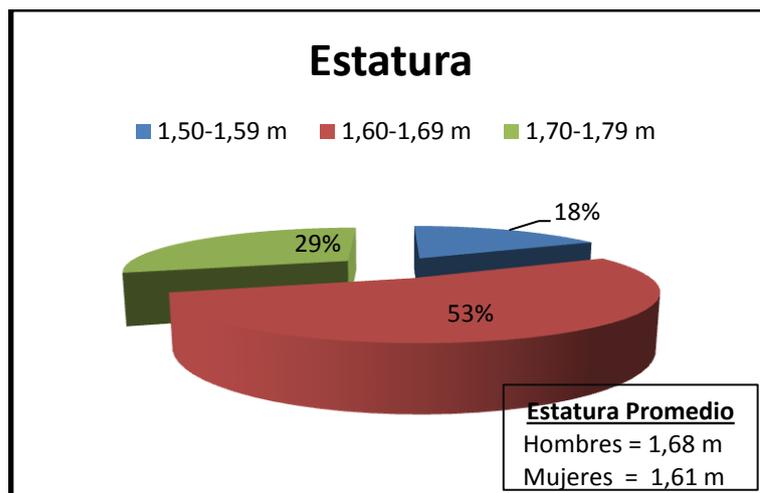


Gráfico No. 4.7: Estatura de los trabajadores

Un factor importante para soportar el fuerte ritmo de trabajo de la curtiembre es la edad, de la cual el promedio para los hombres es 41 años y en las mujeres está en los 36 años, no se tienen casos muy extremos de personas muy jóvenes o de mucha edad, con lo cual la aplicación del estudio con las normas ISO, si es apropiada.

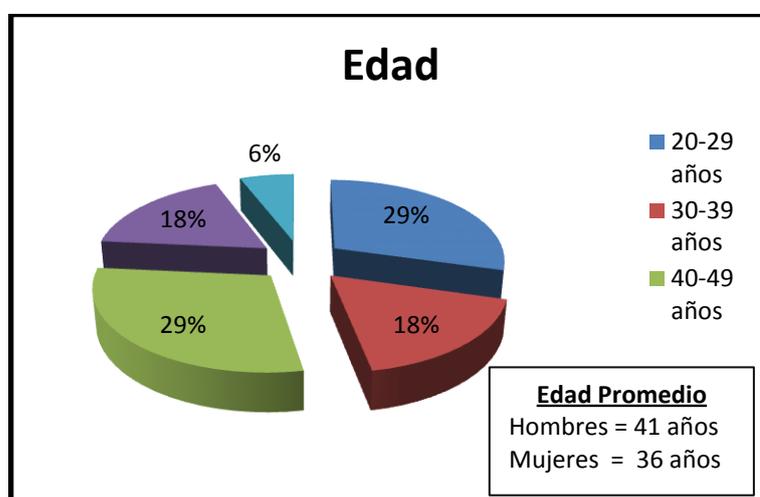


Gráfico No. 4.8: Edad de los trabajadores

A excepción de un supervisor, que recién ingreso hace dos meses, pero que siempre ha laborado en curtiembres, la mayoría de trabajadores esta más de cinco años en la fábrica, con lo cual se encuentran totalmente aclimatados a las condiciones de trabajo.

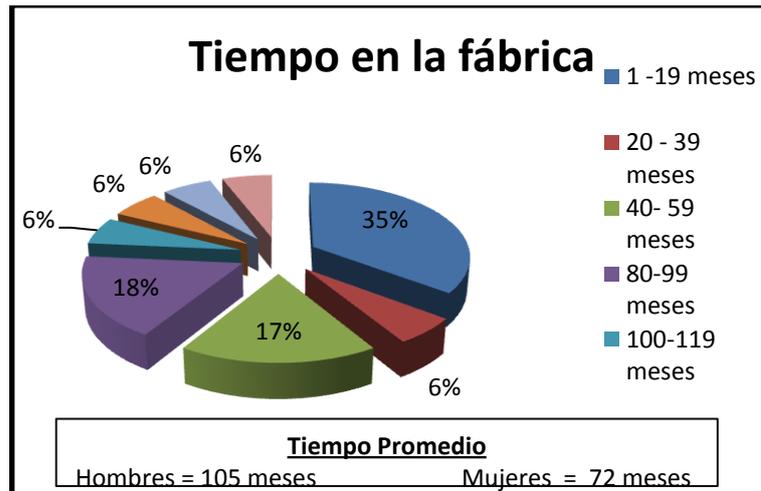


Gráfico No. 4.9: Tiempo en la fábrica

Interpretación. -

De los resultados obtenidos, se deduce que al haber más trabajadores hombres en la fábrica se justifica por el esfuerzo físico que deben realizar y las mujeres complementan con su trabajo más manual y de detalle que se realiza en ciertos procesos de la curtiduría. En cuanto al peso, estatura y edad se encuentra que existe una media razonable que no va a afectar la aplicación de métodos de cálculo del estrés térmico de la fábrica y que el tiempo de estadía en el trabajo es lo suficientemente alto para que estén en equilibrio laboral ya acostumbrados a las labores que deben realizar, que es un requisito para la aplicación de los métodos de estudio.

4.4.2 Estado Térmico Personal

Un respetable porcentaje de los trabajadores 35 % consideran que la sensación térmica de la empresa es cálida, el siguiente porcentaje es del 23% que la consideran calurosa y son los que están expuestos a los sitios de trabajo que tiene máquinas o procesos con calor o están en la zona de acabados de los cueros.

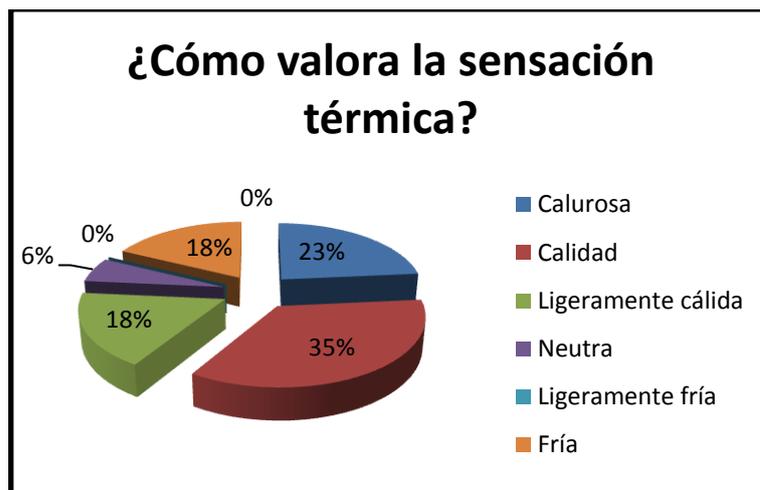


Gráfico No. 4.10: Percepción de la temperatura

El 82 % de los trabajadores perciben la temperatura de manera aceptable y se puede deducir a que no solo laboran en un solo puesto de trabajo, sino que están en varios puestos según sea el requerimiento de los procesos y hay un 12% que la evalúan como inaceptable, por su constante exposición al calor.

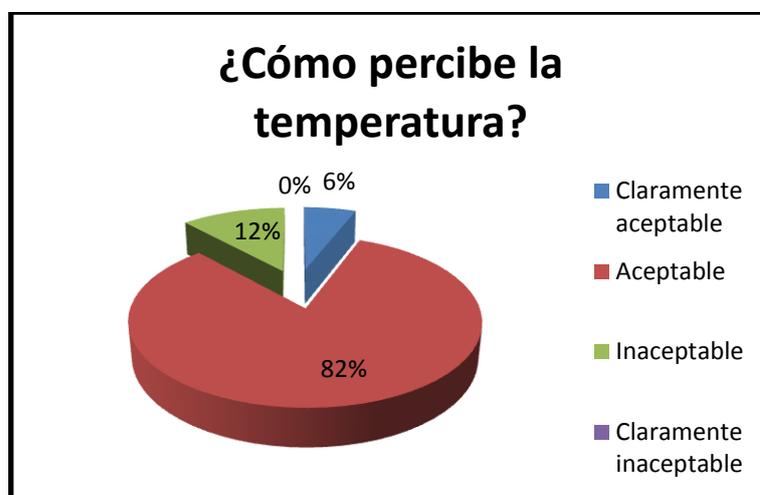


Gráfico No. 4.11: Evaluación afectiva

En cuanto a la preferencia térmica que tiene los trabajadores para la empresa, se presenta un empate, entre los que no quiere que cambie y los que la desean más baja y estos son los que indican que el calor les presenta molestias y desgaste físico.

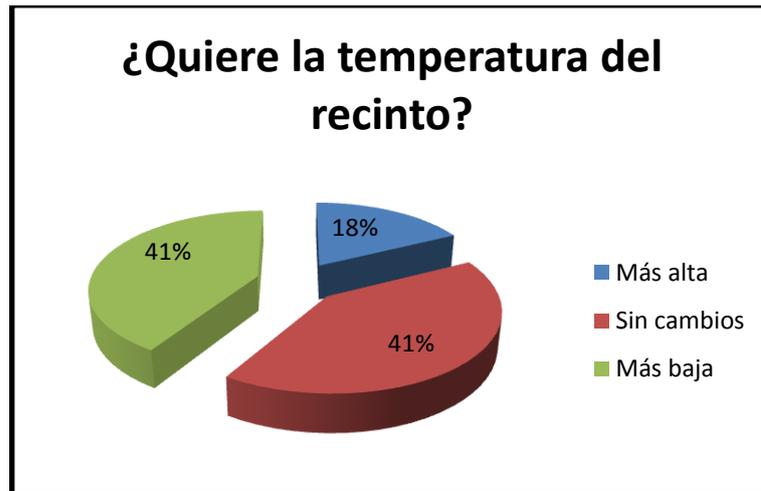


Gráfico No. 4.12: Preferencia térmica

Interpretación. -

Del análisis del estado térmico personal, se deduce que si existe un problema de calor, pues en el nivel perceptivo se tiene un 58% (35% + 23%) de sensación de calor que afecta el trabajo y el físico de los trabajadores, la evaluación afectiva indica que un 12 % considera la temperatura del recinto es inaceptable y en preferencia térmica el 41% la quiere más baja.

4.4.3 Ambiente Térmico

Al ser trabajadores con muchos años de experiencia en las curtiembres, sus cuerpos y sentidos están acostumbrados al aire de la empresa que lo expresa el 53% de ellos, pero un porcentaje alto 41 % lo consideran inaceptable.

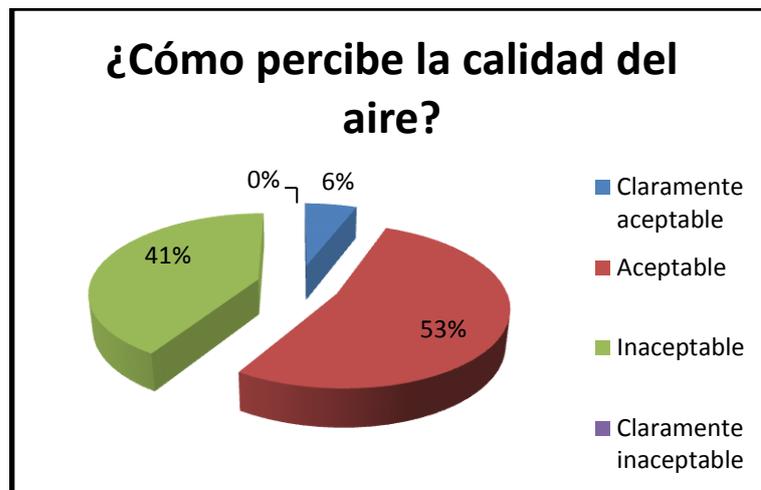


Gráfico No. 4.13: Aceptabilidad personal

La Curtiduría Hidalgo ha implementado procesos de producción más limpia, para evitar el uso excesivo de ciertos químicos que impregnan de su olor a la fábrica y esto se debe que la mayoría del personal indique que el olor es moderado, seguido por el 29% que indica que es muy fuerte y estos son los que trabajan en el área de bombos o fulones.

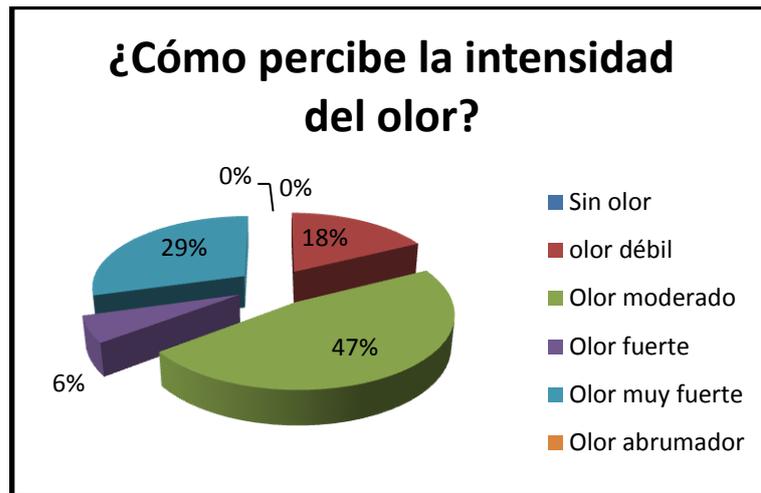


Gráfico No. 4.14: Tolerancia personal

Interpretación. -

En el ambiente térmico, los trabajadores que están en los sitios más calientes de la fábrica (41%) tienen una mala percepción del aire y son estos en diferentes porcentajes los que indican que la intensidad del olor varía de moderado a muy fuerte.

4.4.4 Estado Emocional

Uno de los trabajos más fuertes que se tiene en la provincia de Tungurahua, es el de curtiembre, ya que combina actividades repetitivas, levantamiento de cargas y habilidades artesanales, hace que un importante 41 % de los trabajadores de la empresa indique que les estresa, especialmente cuando hay calor.



Gráfico No. 4.15: Grado de estrés

Al preguntarles por el estado de ánimo, no se manifestaron abiertamente, ya que nos indicaron que a pesar de que el trabajo es muy fuerte, lo hacían con satisfacción pues tenían ocupación y no estaban como curtiembres vecinas que habían paralizado su labor, por falta de ventas.



Gráfico No. 4.16: Estado de ánimo

Interpretación. -

Para el estado emocional es más evidente la presencia de calor, ya que un 41% indica que está estresado y un 36% indican que están desde apático pasando por deprimido a triste.

Interpretación final de las Técnicas de Observación y Cuestionario para el calor. -

Del análisis de la Lista de Control para el Estrés Debido al Calor y del Cuestionario de Estrés Térmico, aplicado anteriormente, se evidencia la existencia de problemas con el calor y se va a proceder a aplicar las normas correspondientes para medir esta incidencia.

4.5 EVALUACIÓN DEL AMBIENTE TÉRMICO

Para la evaluación se aplica el procedimiento propuesto por La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 2011), cuyo esquema está en la Figura No. 2.2 Evaluación de los riesgos de Estrés Térmico y Sobrecarga.

Para evaluar el Confort en ambientes térmicos moderados, se va a utilizar 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 del bienestar térmico local”** (UNE-EN ISO 7730, 2006).

La norma presenta métodos para la predicción de la sensación térmica general y del grado de incomodidad (insatisfacción térmica) que sufren las personas expuestas a ambientes térmicos moderados, como los que se producen en las habitaciones de viviendas con algún tipo de calefacción convencional.

La sensación térmica que experimentan las personas está relacionado, entre otros factores con el equilibrio térmico global de su cuerpo, que depende de la actividad física y de la vestimenta del sujeto, así como de los parámetros ambientales; la norma es aplicable a hombres y mujeres sanos, expuestos a ambientes interiores en los que bienestar térmico es deseable.

En los cuestionarios aplicados anteriormente se demostró que los trabajadores de la curtiduría tenían características correspondientes a personas sanas.

4.5.1 Estimación del aislamiento térmico del conjunto de ropa

El aislamiento térmico de la ropa (Iclo) puede ser estimado a partir de datos presentados en el Anexo 6, para combinaciones de prendas (los valores son para aislamiento térmico estático) o indirectamente, mediante la suma de los valores de aislamiento parciales para cada prenda, ver Anexo 7, esta tabla indica el correspondiente cambio necesario en la temperatura operativa óptima para mantener la sensación térmica neutra, al añadir o eliminar una prenda, en actividades ligeras esencialmente sedentarias (1,2 met).

Para la estimación del aislamiento térmico de la ropa de los trabajadores de la curtiduría se utiliza el software DeltaLog10, que viene con el equipo HD32.3 que mide el índice WBGT – PMV de la casa Delta OHM , que en su parte pertinente indican “Configuración de la actividad y de la indumentaria del trabajador: Los índices microclimáticos se calculan según la actividad desarrollada por el trabajador y a la resistencia térmica relacionada a su indumentaria, estos cálculos están basados en las normas UNI EN ISO 7730 y UNI EN ISO 8996”. Se indica que también se hicieron los cálculos aplicando los Anexos 6 y 7 y los resultados son similares. (DELTA OHM SRL, 2013). Los resultados se presentan en la Tabla siguiente.

Tabla No. 4.6 Resistencia Térmica de trabajadores de la curtiduría

Trabajador	Resistencia térmica	
	Iclo	M².°K/W
Curtiduría		
Zona húmeda	0.90	0.1395
Zona seca	0.75	0.11625

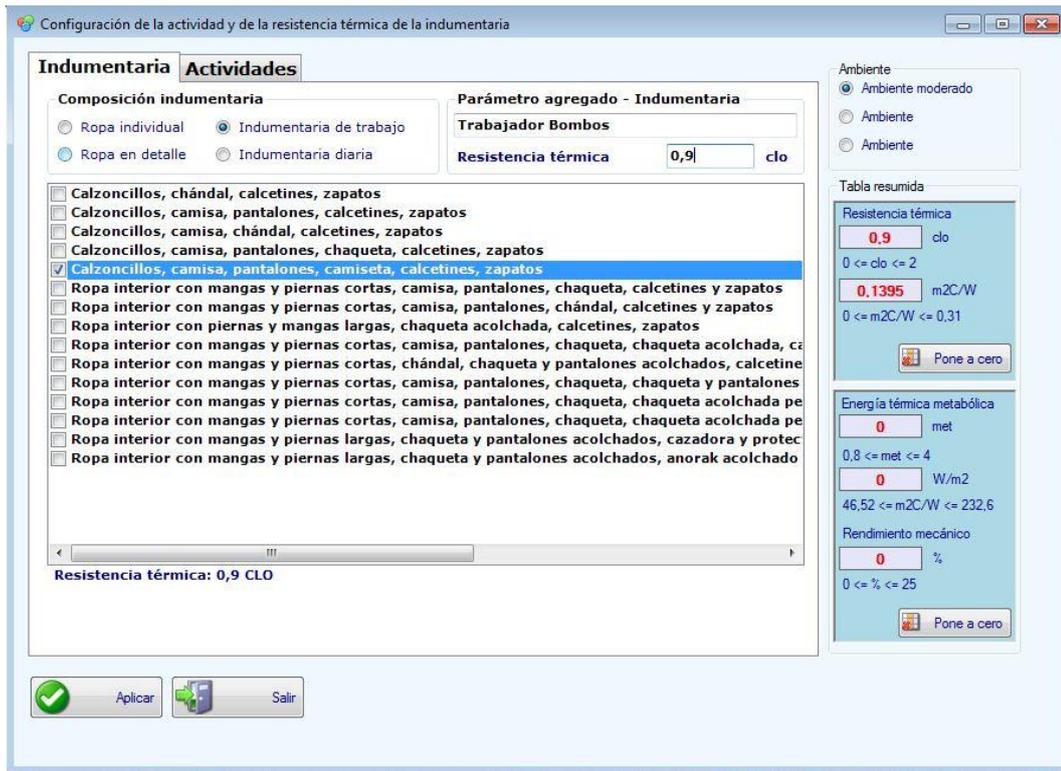


Figura No. 4.26: Iclo de Trabajador zona húmeda

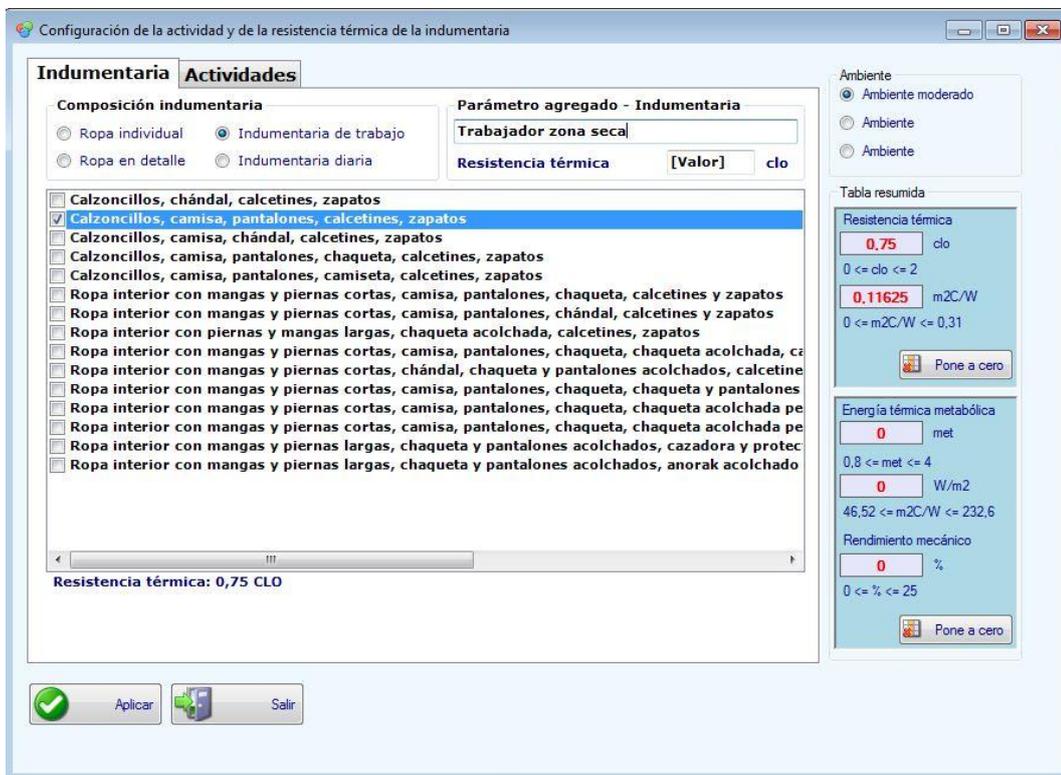


Figura No. 4.27: Iclo de Trabajador zona seca

Se toma los criterios de la NTP 922: estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I) (INSHT NTP 922, 2011), que indica que si la vestimenta de trabajo que se va a utilizar, presenta alguna de las características descritas a continuación, se debería monitorizar fisiológicamente el riesgo de sobrecarga térmica.

- 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.



Figura No. 4.28: Indumentaria de los trabajadores
Fuente: Curtiduría Hidalgo

Como se observa en la figura anterior, se deduce claramente que no se cumple ninguno de los postulados que indica la NTP 922, la ropa que utilizan es de algodón, que absorbe perfectamente el sudor y permite la circulación del aire por lo tanto, se cumple con el primer postulado de la ACGIH (Figura No. 2.2), es decir, la ropa si permite la circulación de aire o del vapor de agua y según la norma ISO 7730, los trabajadores están dentro del criterio de vestimenta normal o ligera, pues:

$$0.6 < I_{clo} < 1.4 \text{ clo}$$

4.5.2 Cálculo del Índice WBGT

El criterio técnico de referencia para valorar las posibles situaciones de estrés térmico en la Curtiduría Hidalgo, se lo realiza con la norma UNE EN ISO 27243: 1995 que calcula el índice WBGT (Índice de temperatura Globo y Bulbo Húmedo) para estimar el estrés térmico de los trabajadores. (UNE-EN ISO 27243, 1995). Este método se aplica para la evaluación del efecto medio del calor sobre un hombre durante un período representativo de su actividad.

El estrés térmico al que está sometido una persona expuesta mientras trabaja en un ambiente caluroso, es en particular, dependiente de la producción interna de calor en el cuerpo como resultado de la actividad física y de las características del ambiente que rigen la transferencia de calor entre el entorno y el cuerpo. La carga térmica interna es el resultado de la energía metabólica causada por la actividad. Para el análisis de la influencia del ambiente sobre el estrés térmico, se deben conocer cuatro parámetros básicos: temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad absoluta.

El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN y la temperatura del aire seco TA. Mediante las siguientes ecuaciones se obtiene el índice WBGT:

Mediante las siguientes ecuaciones se obtiene el índice WBGT:

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.3 \text{ TG} \quad \text{Ecuación 1}$$

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

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.2 \text{ TG} + 0.1 \text{ TA} \quad \text{Ecuación 2}$$

(en exteriores con radiación solar)

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores de los puestos de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, el índice WBGT se halla realizando tres mediciones a nivel de tobillos, abdomen y cabeza, usando la siguiente expresión:

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

Ecuación 3

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1,1 m y 1,7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie. El índice así hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo M.

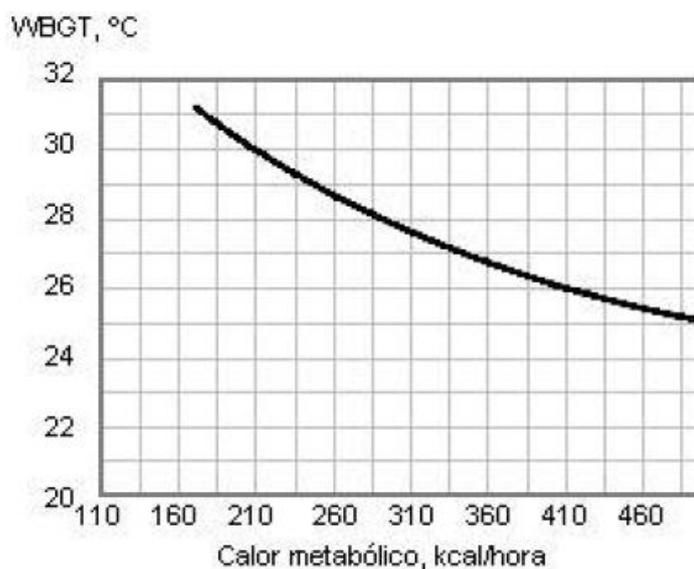


Gráfico No. 4.17: Valores límite del índice WBGT
Fuente: ISO 7243

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

Guía de medición.- Se toma el criterio de la NTP 387, que indica que se debe evaluar todos los puestos de trabajo y que el riesgo de estrés térmico es causado por el efecto combinado de la temperatura del aire, su humedad, la velocidad del aire, la carga de trabajo y el tipo de vestido.

Equipo de medición.- El equipo a utilizarse es el Delta OHM modelo HD 32.3, cuyas características se describen en el Anexo 8 y que cumple con los requerimientos pedidos en la norma 27243: 1995.



Figura No. 4.29: Equipo Delta OHM HD 32.3

4.5.3 Medida o estimación de la energía metabólica

La cantidad de calor producido en el interior de un cuerpo es un elemento de estrés térmico, por lo tanto es esencial determinarlo para evaluar este; la energía metabólica que indica la cantidad de energía consumida dentro del cuerpo, es una buena estimación para las evaluaciones y este consumo metabólico, se puede determinar:

- Por la medida del consumo de oxígeno del trabajador
- Por la estimación a partir de tablas de referencia

Debido a la naturaleza del índice WBGT es suficiente estimar el consumo metabólico de acuerdo a la tabla de referencia del Anexo 1; como el trabajo de curtiembres se desarrolla a un solo nivel y con el trabajo sostenido de manos, brazos y piernas, con movimiento moderadamente pesado, se le asigna un consumo metabólico moderado, correspondiendo a la clase 2, en la que :

Tabla No. 4.7 Nivel de consumo metabólico. Clase 2

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	
2 Consumo metabólico moderado	130<M≤200	234<M≤360	165	297	Trabajo de 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 carretas o carretillas cargadas con pesos ligeros; caminar a una velocidad de 3.5 km/h a 5.5 km/h; forjar.

Fuente: UNE-EN ISO 27243:1995

Los cálculos del registro de mediciones del índice WBGT, para los trabajadores en los diversos procesos, que tiene la curtiembre, se realizan en época de verano y a la hora de mayor calor del día, entre las 11:30 h y 12:30 horas, los valores se expresan en las tablas ubicadas en el Anexo 9, se procede a colocar a continuación las operaciones que tienen el índice más alto en los procesos, cabe indicar que en algunas operaciones de curtiembre participan 2 o más obreros, pero al realizar las mediciones, los valores son prácticamente las mismas para ellos y se procedió a colocar el promedio de las medidas de los trabajadores involucrados.

Tabla No. 4.8 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso pigmentadora

		REGISTRO DE MEDICIONES: INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: pigmentadora	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 12/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	20.5	27.3	20.6	22.5	
2	12:00		20.4	26.9	20.7	22.4	
3	12:30		20.3	26.6	20.9	22.2	
Sumatoria (Σ)			61.2	80.8	62.2	67.1	
Promedio			20.4	26.9	20.7	22.4	
1	11:30	Abdomen	20.1	26.3	21.0	22.0	
2	12:00		19.9	26.1	21.0	21.8	
3	12:30		19.5	25.8	21.1	21.4	
Sumatoria (Σ)			59.5	78.2	63.1	65.2	
Promedio			19.8	26.1	21.0	21.7	
1	11:30	Tobillos	19.1	25.6	21.1	21.0	
2	12:00		18.1	25.4	21.2	20.3	
3	12:30		16.6	25.1	21.3	19.2	
Sumatoria (Σ)			53.8	76.1	63.6	60.5	
Promedio			17.9	25.4	21.2	20.2	
INDICE WBGT FINAL					21.5		

Tabla No. 4.9 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso plancha

		REGISTRO DE MEDICIONES: INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: plancha	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 12/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	21.3	21.7	19.8	21.4	
2	12:00		21.3	21.7	19.9	21.4	
3	12:30		21.3	21.6	19.9	21.4	
Sumatoria (Σ)			63.9	65.0	59.6	64.2	
Promedio			21.3	21.7	19.9	21.4	
1	11:30	Abdomen	21.3	21.6	20.0	21.4	
2	12:00		21.1	21.6	20.0	21.3	
3	12:30		20.9	21.6	19.9	21.1	
Sumatoria (Σ)			63.3	64.8	59.9	63.8	
Promedio			21.1	21.6	20.0	21.3	
1	11:30	Tobillos	20.8	21.5	19.9	21.0	
2	12:00		20.4	21.5	19.9	20.7	
3	12:30		20.1	21.4	19.9	20.5	
Sumatoria (Σ)			61.3	64.4	59.7	62.2	
Promedio			20.4	21.5	19.9	20.7	
INDICE WBGT FINAL					21.175		

Tabla No. 4.10 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso acabados

		REGISTRO DE MEDICIONES: INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: acabados	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 12/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	25.0	22.9	23.5	24.4	
2	12:00		25.0	22.7	23.4	24.3	
3	12:30		24.6	22.6	23.1	24.0	
Sumatoria (Σ)			74.6	68.2	70.0	72.7	
Promedio			24.9	22.7	23.3	24.2	
1	11:30	Abdomen	24.2	22.5	22.7	23.7	
2	12:00		23.8	22.4	22.3	23.4	
3	12:30		23.4	22.4	21.9	23.1	
Sumatoria (Σ)			71.4	67.3	66.9	70.2	
Promedio			23.8	22.4	22.3	23.4	
1	11:30	Tobillos	23.1	22.3	21.6	22.9	
2	12:00		22.8	22.3	21.3	22.6	
3	12:30		22.6	22.2	21.1	22.5	
Sumatoria (Σ)			68.5	66.8	64.0	68.0	
Promedio			22.8	22.3	21.3	22.7	
INDICE WBGT FINAL					23.425		

Tabla No. 4.11 Registro de mediciones del índice WBGT, caldera

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT				
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	
		Área: seca	Proceso: caldera	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 14/09/2016
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo
		DATOS DE MEDICIÓN				
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)
1	11:30	Cabeza	23.3	25.1	21.8	23.5
2	12:00		22.3	24.1	20.8	22.5
3	12:30		21.8	24.3	20.4	22.2
Sumatoria (Σ)			67.4	73.5	63.0	68.2
Promedio			22.4	24.5	21.0	22.7
1	11:30	Abdomen	21.5	25.5	20.0	22.1
2	12:00		20.5	24.4	19.0	21.1
3	12:30		20.0	24.2	18.6	20.7
Sumatoria (Σ)			62.0	74.1	57.6	63.9
Promedio			20.7	24.7	19.2	21.3
1	11:30	Tobillos	20.8	25.0	19.3	21.5
2	12:00		19.8	24.0	18.3	20.5
3	12:30		19.7	23.9	18.3	20.4
Sumatoria (Σ)			60.3	72.9	55.9	62.4
Promedio			20.1	24.3	18.6	20.8
INDICE WBGT FINAL					21.525	

En la tabla siguiente se resume, el registro de mediciones del índice WBGT, de todos los procesos de la Curtiduría Hidalgo.

Tabla No. 4.12 Resumen Registro de mediciones del índice WBGT

	Registro de mediciones del índice WBGT					
	Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo : 32.3	Época : Verano	Condición Ambiental : Sol	
	Software: DeltaLog10	Proceso : Todos	Vestido (clo): 0.9/0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: Sep/16	
	Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
RESULTADOS DE MEDICIÓN						
Número	Proceso	Índice WBGT Final	Vestido clo	Carga Trabajo (W/m ²)		
1	Salado de cueros	21.025	0.9	165		
2	Bombos	16.625	0.9	165		
3	Descarnado	19.075	0.9	165		
4	Dividido	19.40	0.9	165		
5	Raspado	18.60	0.75	165		
6	Escurrido	18.75	0.75	165		
7	Secado cueros	21.10	0.75	165		
8	Zarandeado	20.025	0.75	165		
9	Arrastre pieles	19.275	0.75	165		
10	Estacado	20.55	0.75	165		
11	Lijado/nobukado	20.35	0.75	165		
12	Pigmentadora	21.50	0.75	165		
13	Plancha	21.175	0.75	165		
14	Acabados	23.425	0.75	165		
15	Medición	19.875	0.75	165		
16	Caldera	21.525	0.75	165		
17	Coordinación	16.70	0.75	165		

De acuerdo a los valores obtenidos en los diferentes procesos para el índice WBGT, cuyos valores están: $16.625\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{índice WBGT} \leq 23.425\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el consumo metabólico M, se encuentra, en $165\text{ (W/m}^2\text{)}$, se compara con los valores de referencia del WBGT del Anexo 2, con clase de consumo metabólico 2, en el que el índice WBGT está entre $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $26\text{ }^{\circ}\text{C}$, **SE CONCLUYE QUE LOS TRABAJADORES DE LA CURTIDURÍA HIDALGO, NO TIENE ESTRÉS TÉRMICO.**

4.5.4 Cálculo de los índices de confort térmico

La sensación térmica que experimentan los humanos, se relacionan principalmente con el equilibrio térmico global del cuerpo y este depende de la actividad física y de la vestimenta de las personas y de la evaluación de parámetros ambientales, como son: temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad del aire.

El Voto 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, tabla siguiente, basado en el equilibrio térmico del cuerpo humano.

Tabla No. 4.13 Escala de sensación térmica de siete niveles

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

Fuente: UNE-EN ISO 7730:2006

El equilibrio térmico se obtiene cuando la producción térmica interna de calor del cuerpo es igual a su pérdida hacia el ambiente; en ambientes moderados el sistema termorregulador tratará de modificar automáticamente la temperatura de la piel y la secreción de sudor para mantener el equilibrio térmico. (UNE-EN ISO 7730, 2006)

Para el cálculo de PMV, se emplean las siguientes ecuaciones:

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

$$t_{clo} = 35.7 - 0.028 * (M - W) - 0.155 I_{clo} * [3.96 * 10^{-8} * f_{clo} * \{(t_{clo} + 273)^4 - (TRM + 273)^4\} + f_{clo} * h_c * (t_{clo} - t_a)] \quad \text{Ecuación 5}$$

$$h_c = 2.38 * (t_{clo} - t_a)^{0.25} \quad \text{para } 2.38 * (t_{clo} - t_a)^{0.25} > 12.1 * v_{ar}^{0.5} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$h_c = 12.1 * v_{ar}^{0.5} \quad \text{para } 2.38 * (t_{clo} - t_a)^{0.25} < 12.1 * v_{ar}^{0.5} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$f_{clo} = 1.00 + 1.290 * I_{clo} \quad \text{para } I_{clo} \leq 0.078 \text{ m}^2 * \text{°K/W} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$f_{clo} = 1.05 + 0.645 * I_{clo} \quad \text{para } I_{clo} > 0.078 \text{ m}^2 * \text{°K/W} \quad \text{Ecuación 10}$$

donde:

M es la tasa metabólica, en vatios por metro cuadrado (W/m²);

W es la potencia mecánica efectiva, en vatios por metro cuadrado (W/m²);

I_{clo} es el aislamiento de la ropa, en metros cuadrados kelvin por vatio (m² *°K/W);

f_{clo} es el factor de superficie de la ropa;

t_a es la temperatura del aire, en grados Celsius (°C)

t_r es la temperatura radiante media, en grados Celsius (°C);

v_{ar} es la velocidad relativa del aire, en metros por segundo (m/s);

p_a es la presión parcial del vapor de agua, en pascales (Pa);

h_c es el coeficiente de transmisión del calor por convección, en [(W/(m² *°K)]

t_{cl} es la temperatura de la superficie de la ropa, en grados Celsius (°C).

NOTA 1 unidad metabólica = 1 met = 58,2 W/m²

1 unidad de ropa = 1 clo = 0,155 m² *°C/W.

El Porcentaje Estimado de Insatisfechos (PPD)

El índice “Porcentaje Estimado de Insatisfechos” (PPD – Predicted Percentage Dissatisfied) suministra información acerca de la incomodidad o insatisfacción térmica, mediante la predicción del porcentaje de personas que, probablemente, sentirán demasiado calor o demasiado frío en un ambiente determinado. Para la norma 7730:2006, las personas térmicamente insatisfechas son aquellas que votarán: muy caluroso, caluroso, fresco o frío, sobre la escala de 7 niveles de sensación térmica, expresada en la Tabla No. 4.13.

Una vez determinado el valor del PMV, se calcula el PPD utilizando la ecuación siguiente:

$$PPD = 100 - 95 * e^{-(0.03353 * PMV^4 + 0.2179 * PMV^2)} \quad \text{Ecuación 11}$$

La relación existente entre el PPD con el PMV, se observa en el siguiente gráfico:

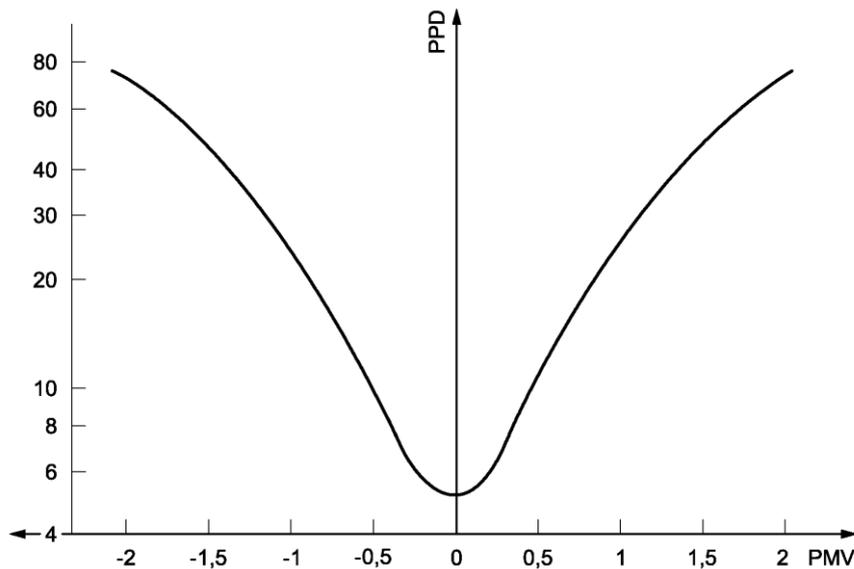


Gráfico No. 4.18: PPD en función del PMV
Fuente: ISO 7730:2006

A continuación se presentan, cuatro tablas del Registro de mediciones, para el cálculo del PMV y PPD, la totalidad de las tablas para todos los procesos se encuentran en el Anexo 10.

Tabla No. 4.14 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso salado de cueros

		REGISTRO DE MEDICIONES: CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Recepción de pieles	Proceso: Salado de cueros	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 05/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto	Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo		
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	18.6	56.3	0.99	36.4	
2	12:00		18.5	55.0	0.96	44.5	
3	12:30		17.9	57.3	0.89	42.0	
Sumatoria (Σ)			55.0	168.6	2.84	122.9	
Promedio			18.3	56.2	0.95	41.0	
1	11:30	Abdomen	18.3	50.3	0.82	38.8	
2	12:00		18.4	48.8	0.88	41.5	
3	12:30		18.2	48.2	0.88	41.9	
Sumatoria (Σ)			54.9	147.3	2.58	122.2	
Promedio			18.3	49.1	0.86	40.7	
1	11:30	Tobillos	18.3	48.5	0.95	37.1	
2	12:00		18.2	48.2	0.85	43.8	
3	12:30		18.0	47.8	0.88	42.0	
Sumatoria (Σ)			54.5	144.5	2.68	122.9	
Promedio			18.2	48.2	0.89	41.0	
PROMEDIOS TOTALES			18.3	51.2	0.90	40.9	

Tabla No. 4.15 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso bombos

		REGISTRO DE MEDICIONES: CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Húmeda	Proceso: Bombos	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 06/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	18.9	96.2	0.20	22.6	
2	12:00		19.2	98.5	0.17	22.8	
3	12:30		18.5	93.1	0.20	22.4	
Sumatoria (Σ)			56.6	287.8	0.57	67.8	
Promedio			18.7	95.9	0.19	22.6	
1	11:30	Abdomen	18.8	96.1	0.10	22.4	
2	12:00		18.9	95.8	0.09	22.3	
3	12:30		18.7	90.8	0.11	22.2	
Sumatoria (Σ)			56.4	282.7	0.30	66.9	
Promedio			18.8	94.2	0.10	22.3	
1	11:30	Tobillos	18.7	95.4	0.09	22.0	
2	12:00		18.7	93.2	0.08	22.5	
3	12:30		18.4	92.0	0.07	22.2	
Sumatoria (Σ)			55.8	280.6	0.24	66.7	
Promedio			18.6	93.5	0.08	22.2	
PROMEDIOS TOTALES			18.7	94.5	0.12	22.4	

Tabla No. 4.16 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso descarnado

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD				
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	
	Área: Húmeda	Proceso: Descarnado	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 06/09/2016	
	Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
	DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)
1	11:30	Cabeza	17.3	95.4	0.36	24.6
2	12:00		17.6	95.3	0.22	26.6
3	12:30		17.2	95.4	0.38	24.8
Sumatoria (Σ)			52.1	286.1	0.96	76.0
Promedio			17.4	95.4	0.32	25.3
1	11:30	Abdomen	17.3	96.5	0.36	25.0
2	12:00		17.2	96.7	0.28	24.5
3	12:30		17.2	96.8	0.40	24.6
Sumatoria (Σ)			51.7	290.0	1.04	74.1
Promedio			17.2	96.7	0.35	24.7
1	11:30	Tobillos	17.1	96.5	0.25	24.8
2	12:00		17.0	96.8	0.35	25.2
3	12:30		17.0	94.2	0.30	25.6
Sumatoria (Σ)			51.1	287.5	0.90	75.6
Promedio			17.0	95.8	0.30	25.2
PROMEDIOS TOTALES			17.2	96.0	0.32	25.1

Tabla No. 4.17 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso dividido

		REGISTRO DE MEDICIONES				
		CÁLCULO PMV Y PPD				
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol
		Área: Húmeda	Proceso: Dividido	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 06/09/2016
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo
		DATOS DE MEDICIÓN				
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)
1	11:30	Cabeza	17.8	90.3	0.05	23.1
2	12:00		18.0	91.0	0.08	22.9
3	12:30		18.0	89.5	0.10	22.7
Sumatoria (Σ)			53.8	270.8	0.23	68.7
Promedio			17.9	90.3	0.08	22.9
1	11:30	Abdomen	17.5	85.8	0.12	22.5
2	12:00		17.5	89.7	0.08	22.7
3	12:30		17.6	89.3	0.10	22.4
Sumatoria (Σ)			52.6	264.8	0.30	67.6
Promedio			17.5	88.3	0.10	22.5
1	11:30	Tobillos	17.0	80.5	0.02	22.3
2	12:00		17.1	83.5	0.00	22.3
3	12:30		17.2	84.1	0.07	23.0
Sumatoria (Σ)			51.3	248.1	0.09	67.6
Promedio			17.1	82.7	0.03	22.5
PROMEDIOS TOTALES			17.5	87.1	0.07	22.6

Un resumen de las mediciones necesarias para el cálculo del PMV y PPD, tomadas del Anexo 10, es el siguiente:

Tabla No. 4.18 Resumen de mediciones para el cálculo de PMV y PPD

Registro de mediciones para el cálculo del PMV y PPD							
Número	Proceso	°TA (°C)	°Tr (°C)	Va (m/seg)	Hr (%)	Indum. clo	Metab. (W/m²)
1	Salado de cueros	18.3	40.9	0.90	51.2	0.9	165
2	Bombos	18.7	22.4	0.12	94.5	0.9	165
3	Descarnado	17.2	25.1	0.32	96.0	0.9	165
4	Dividido	17.5	22.6	0.07	87.1	0.9	165
5	Raspado	19.4	22.2	0.10	78.7	0.75	165
6	Escurrido	18.5	38.2	2.00	83.2	0.75	165
7	Secado cueros	19.5	39.0	1.32	95.5	0.75	165
8	Zarandeado	19.6	37.7	1.95	87.7	0.75	165
9	Arrastre pieles	17.4	40.4	0.12	94.3	0.75	165
10	Estacado	20.0	22.4	0.12	98.1	0.75	165
11	Lijado/nobukado	18.2	26.2	0.27	72.5	0.75	165
12	Pigmentadora	21.0	34.1	0.25	88.9	0.75	165
13	Plancha	19.9	18.6	0.08	72.7	0.75	165
14	Acabados	22.3	40.7	1.98	90.9	0.75	165
15	Medición	18.6	18.9	0.10	72.9	0.75	165
16	Caldera	19.6	40.7	1.24	98.5	0.75	165
17	Coordinación	18.8	18.9	0.07	72.7	0.75	165

Para el cálculo del PMV y PPD, se utiliza nuevamente el software DeltaLog10, que viene con el equipo HD32.3 que mide el índice WBGT – PMV de la casa Delta OHM, que en su parte de: Calculadora – Ambientes Moderados, realiza el cálculo y la presentación, que se muestran en las siguientes Tablas, teniendo la totalidad de cálculos y la presentación en el Anexo 11.

Tabla No. 4.19 Cálculo PMV y PPD. Arrastre de pieles

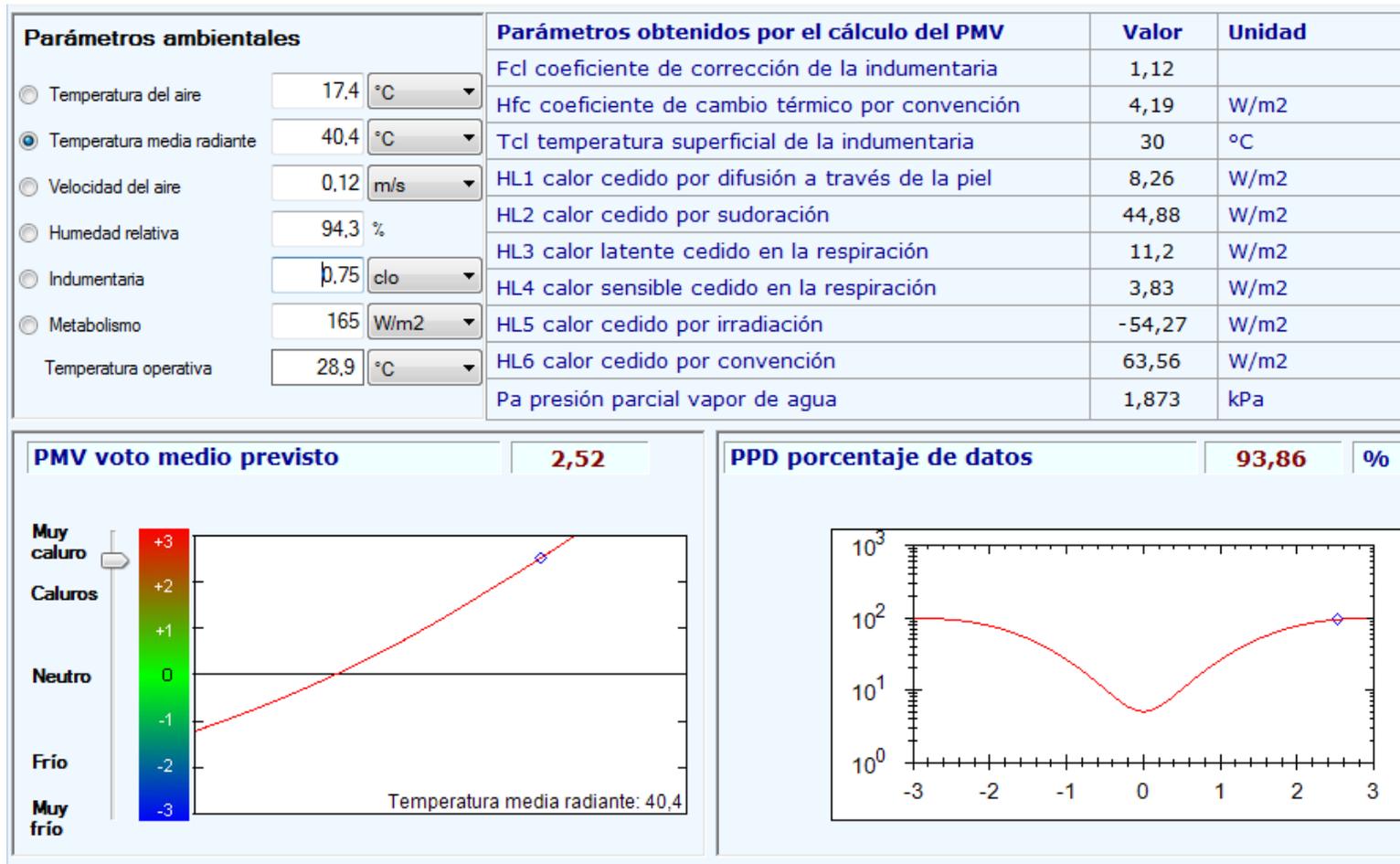


Tabla No. 4.20 Cálculo PMV y PPD. Proceso pigmentadora

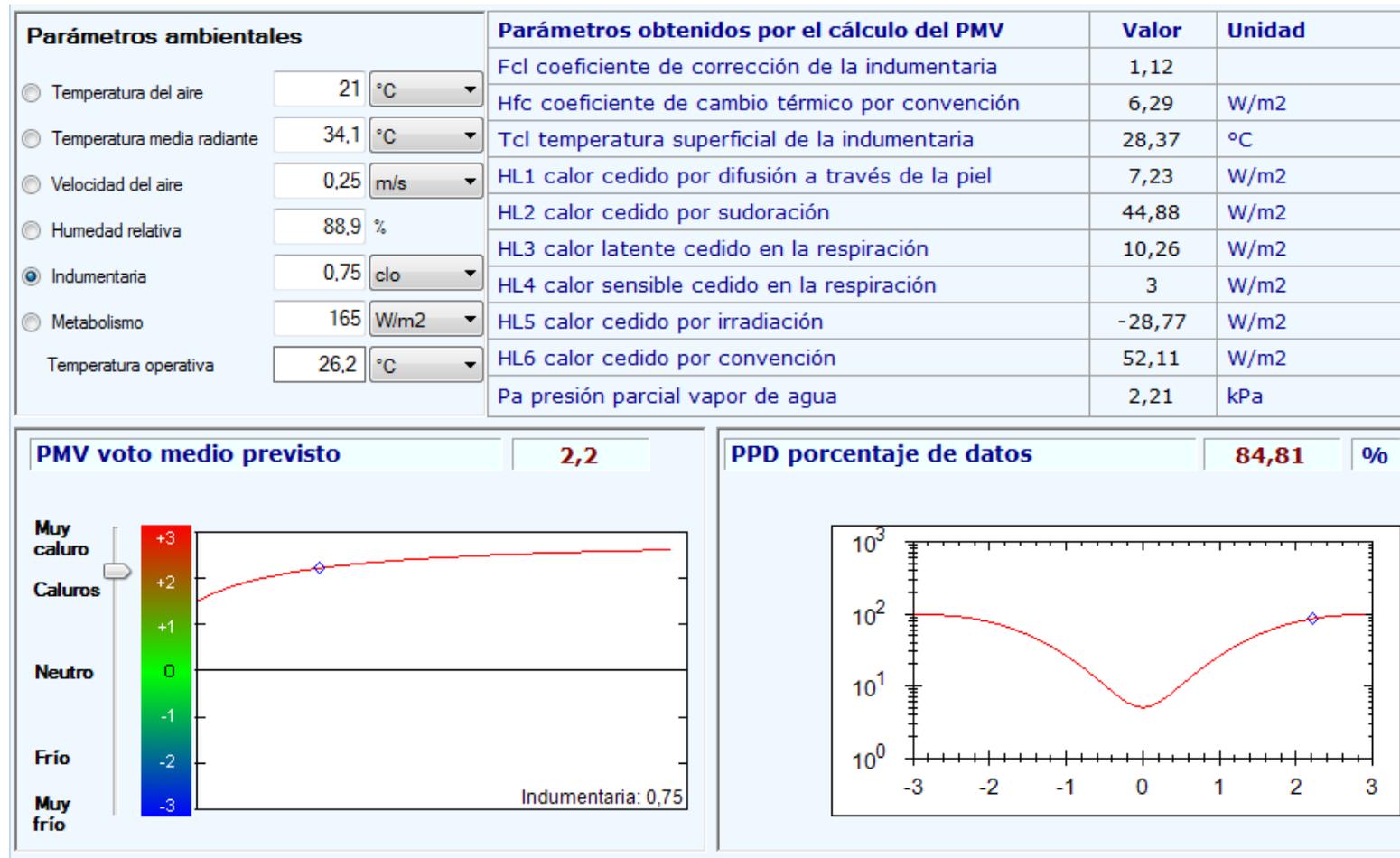


Tabla No. 4.21 Cálculo PMV y PPD. Proceso acabados

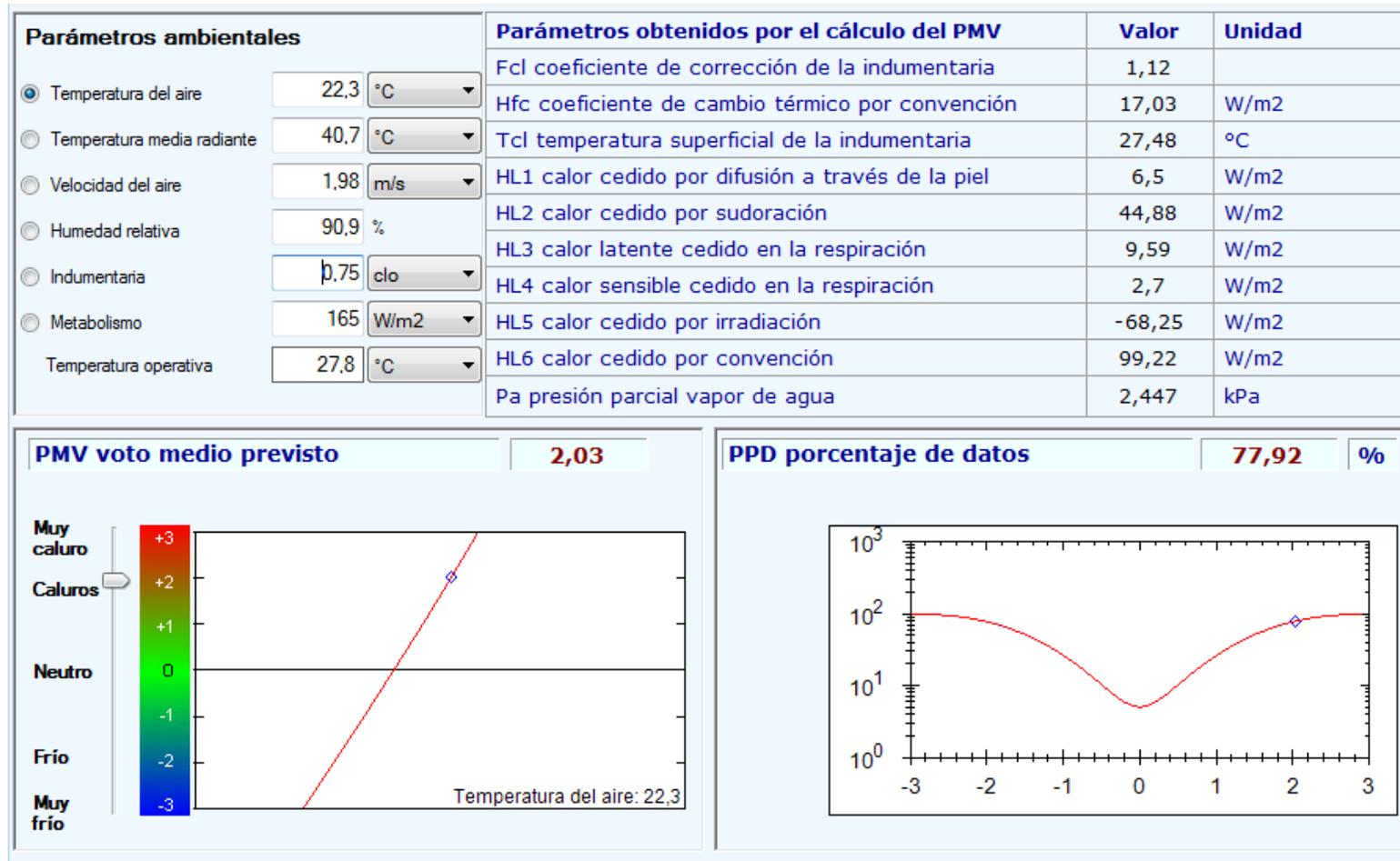
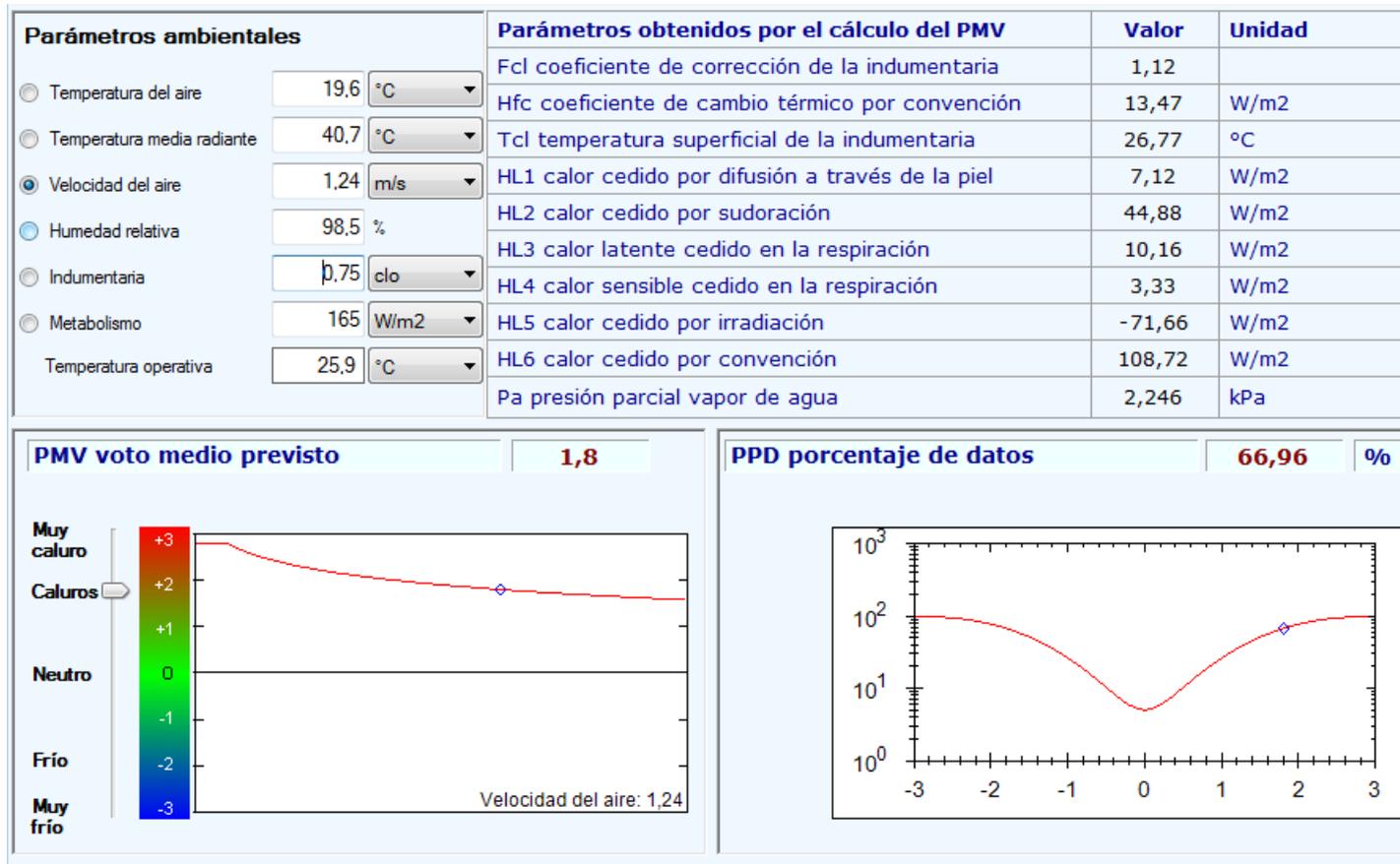


Tabla No. 4.22 Cálculo PMV y PPD. Caldera



4.5.5 Análisis de resultados del confort térmico

En la tabla siguiente se exponen los resultados del cálculo de PMV y PPD, en la curtiembre Hidalgo.

Tabla No. 4.23 Resultados del confort térmico

	RESULTADOS DEL CONFORT TÉRMICO					
	Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo : 32.3	Época : Verano	Condición Ambiental : Sol	
	Software: DeltaLog10	Proceso : Todos	Vestido (clo): 0.9/0.75	Carga de trabajo (W/m²): 165	Fecha: Sep/16	
	Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
RESULTADOS DE MEDICIÓN						
Número	Proceso	PMV	PPD (%)	Sensación Térmica		
1	Salado de cueros	1.72	62.79	Caluroso		
2	Bombos	1.58	55.51	Caluroso		
3	Descarnado	1.36	43.28	Caluroso		
4	Dividido	1.49	50.36	Caluroso		
5	Raspado	1.49	50.45	Caluroso		
6	Escurrido	1.22	36.44	Caluroso		
7	Secado cueros	1.66	59.73	Caluroso		
8	Zarandeado	1.42	46.66	Caluroso		
9	Arrastre pieles	2.52	93.86	Muy caluroso		
10	Estacado	1.60	56.26	Caluroso		
11	Lijado/nobukado	1.35	42.73	Caluroso		
12	Pigmentadora	2.20	84.81	Muy caluroso		
13	Plancha	1.30	40.39	Caluroso		
14	Acabados	2.03	77.92	Muy caluroso		
15	Medición	1.19	34.93	Caluroso		
16	Caldera	1.80	66.96	Caluroso		
17	Coordinación	1.22	36.12	Caluroso		

Se considera como aceptable que el PPD (Porcentaje Estimado de Insatisfechos) sea inferior al 10%, para tener bienestar general, y esto correspondería a un PMV (Voto Medio Estimado) oscile entre los valores -0.5 y 0.5; para el caso de la Curtiduría, todos los procesos se realizan a PMV superiores a +1, teniendo a los procesos de arrastre de pieles, pigmentadora y acabados, como los procesos muy calurosos, lo que se observa en los gráficos siguientes.

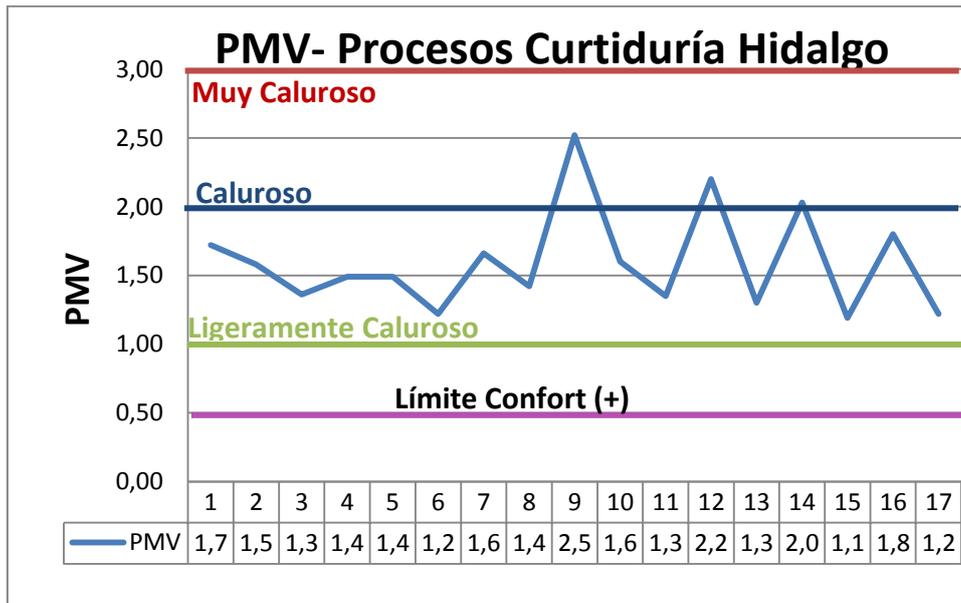


Gráfico No. 4.19: PMV- Procesos Curtiduría Hidalgo

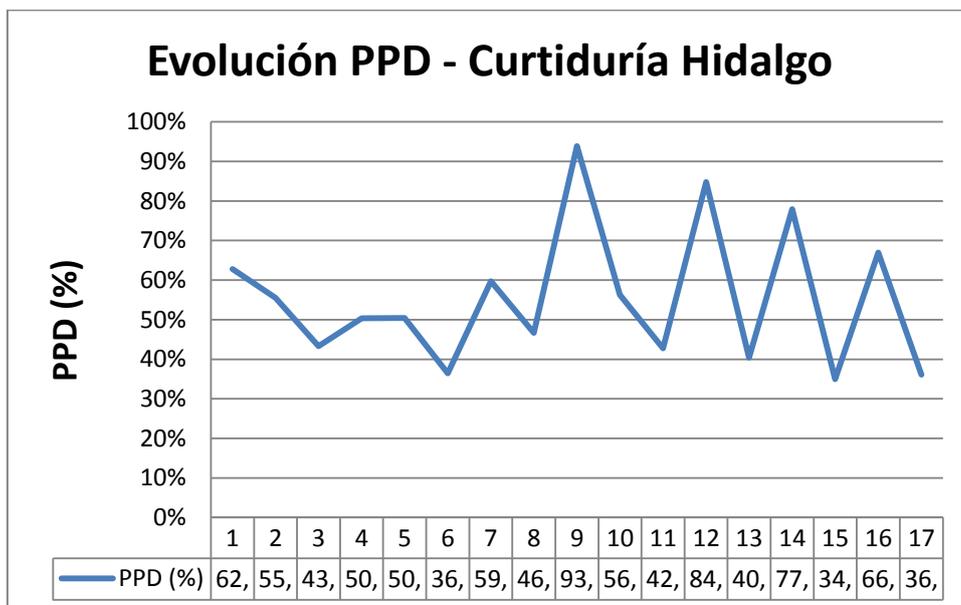


Gráfico No. 4.20: Evolución PPD- Curtiduría Hidalgo

De los resultados obtenidos, se deduce claramente que, en la Curtiduría Hidalgo, existe disconfort térmico, que se ve influenciado directamente por el tipo de procesos que se realiza en las diversas áreas y se debe buscar alternativas para mejorar el ambiente de trabajo. Los resultados finales de la evaluación del confort térmico se aprecian en el Gráfico No. 4.21.

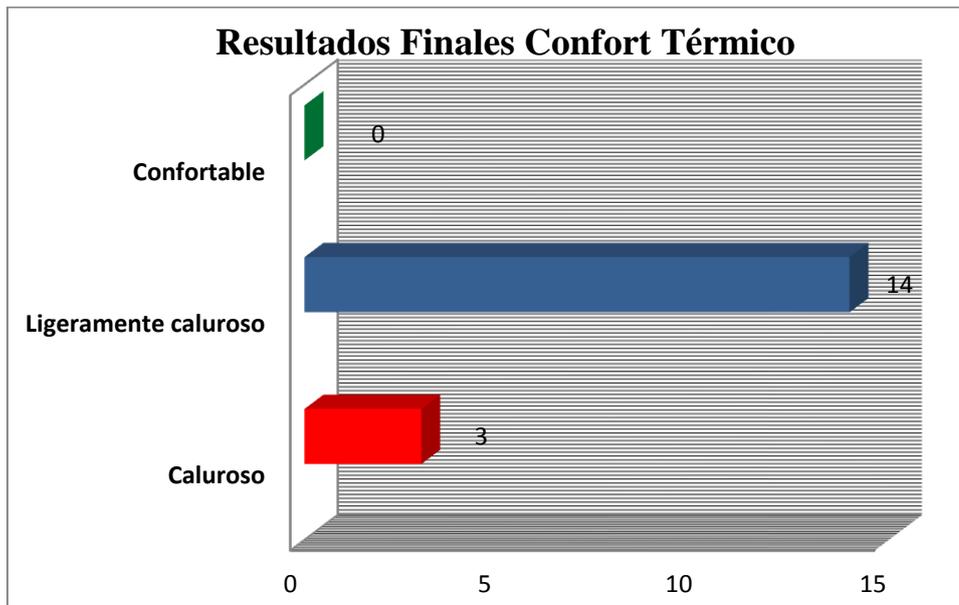


Gráfico No. 4.21: Resultados finales Confort Térmico

4.6 EVALUACIÓN DE LA FATIGA NORMAL

Para la evaluación de la fatiga normal, se aplica 3 tipos de cuestionarios para comparar consistentemente los resultados, y estos son:

- Cuestionario de fatiga física y cognitiva
- Cuestionario de síntomas de fatiga de H. Yoshitake.
- Versión española modificada del Swedish Occupational Fatigue Inventory (SOFI-SM)

4.6.1 Cuestionario de Fatiga Física y Cognitiva.

Este cuestionario es muy utilizado para la evaluación de varios tipos de fatiga se los encuentra en la aplicación web de cuestionarios (Vera, 2012) y permite evaluar fácilmente a los trabajadores sobre su estado. El formato del cuestionario se encuentra en el Anexo 12.

Para este cuestionario, se considera a los trabajadores con fatiga física normal a los que respondieron: muchas veces y siempre y se los presenta en los recuadros amarillos en porcentaje, tomando a los 17 trabajadores como el 100%, como se ve en la Tabla No. 4.23. Sacando el promedio de estos valores, se calcula que el 26.45% de los trabajadores tiene fatiga física, que corresponde a 5 trabajadores.

En la parte B del cuestionario, en la que se pregunta: si en las últimas dos semanas se ¿ha sentido fatigado?, se tiene que el 23.5% lo ha estado en bastante grado, como se observa en el Gráfico No. 4.22, que corresponde a 4 personas y que es consistente con la 5 obtenidas en la parte A.

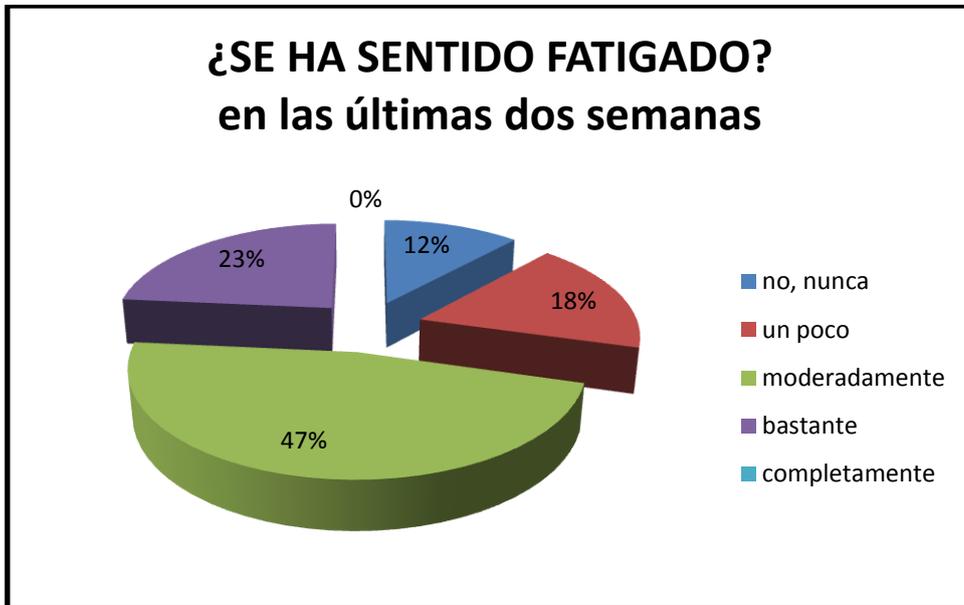


Gráfico No. 4.22: ¿Se ha sentido fatigado?

4.5.2 Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga de H. Yoshitake

Como se mencionó en la parte teórica este cuestionario estudia las alteraciones funcionales propias del estado de fatiga, e identifica tres factores que denomina tipos de trabajo:

- Ítems del 1 al 10 exigencias mixtas físicas y psíquicas.
- Ítems del 11 al 20 exigencias de contenido psíquico
- Ítems del 21 al 30 exigencias eminentemente físicas.

Tabla No. 4.24 Cuestionario de Fatiga Física y Cognitiva

A. OPCIÓN QUE MÁS REPRESENTA LO QUE USTED SIENTE						
	Nunca 1	Alguna vez 2	Algunas veces 3	Muchas veces 4	Siempre 5	EVALUACIÓN %
Me siento cansado	1	2	6	4	4	47,0
Me cuesta más pensar	4	7	5	1	0	5,9
Fisicamente me siento exhausto, rendido	0	7	5	3	2	29,4
Me siento equilibrado, en armonía conmigo	0	3	3	5	6	64,7
Me concentro en lo que hago	0	1	3	8	5	76,5
Me siento debil	6	2	6	4	0	23,5
Olvido cosas importantes en muy poco tiempo (de minutos a un par de días)	7	5	3	1	1	11,8
Me cuesta enfocar los ojos o fijar la vista	4	4	5	3	1	23,5
Me puedo concentrar bien	1	2	3	3	8	64,7
Me siento descansado	1	9	3	3	1	23,5
tengo problemas para concentrarme	5	6	2	4	0	23,5
Me siento en mala condición física	5	4	4	3	1	23,5
Me canso rápidamente	6	7	2	2	0	11,8
Me encuentro distraído pensando en cosas	5	4	7	1	0	5,9
Me siento en buena forma	1	3	3	4	6	58,8
Promedio de trabajadores con fatiga física						26,45%
B. SE HA SENTIDO FATIGADO						
no, nunca	un poco	moderadamente	bastante	completamente	EVALUACIÓN %	
2	3	8	4	0	23,5	

Se consideran fatigados a los que respondan afirmativamente a 6 ó más síntomas para los hombres y 7 ó más para las mujeres. El cuestionario se lo aplico en forma individual al final de la jornada y los trabajadores responden únicamente SI o NO. El formato del cuestionario se encuentra en el Anexo 13.

Una vez terminada el cuestionario, se tabulan las respuestas, agrupando en 3 secciones:

- P1: Preguntas de la 1 a la 10
- P2: Preguntas de la 11 a la 20
- P3: Preguntas de la 21 a la 30

Y calculando con la fórmula de los patrones subjetivos de fatiga (PSF):

$$PSF = \frac{\# \text{ ítem SI}}{\# \text{ ítem total}} * 100 \quad \text{Ecuación 12}$$

Se debe tomar en cuenta la siguiente consideración para la identificación de tipo de fatiga:

- Tipo 1: $P1 > P2 > P3$ Síntomas generales de fatiga o fatiga mixta.
- Tipo 2: $P2 \geq P1 \geq P3$ Fatiga intelectual
- Tipo 3: $P3 \geq P1 \geq P2$ Fatiga Física

Los resultados de la aplicación del cuestionario se encuentran tabulados en la Tabla No. 4.24, en la que en la columna de diagnóstico se aplica el criterio PSF, para saber el tipo de fatiga predominante. Al tabular se ve claramente que el tipo P3 predomina, indicando que si existe fatiga en los trabajadores y la predominante es la fatiga física; los resultados por el tipo de fatiga se representan en el Gráfico No. 4.23.

Se procede a continuación a revisar los resultados de las mujeres, graficando la presencia de fatiga comparado con el estándar mujeres que es 7 respuestas Si de 30 posibles dando un valor de 23.33 %, según se observa en el Gráfico No. 4.24.

Tabla No. 4.25 Resultados del cuestionario de Fatiga de Yoshitake

Número	Sexo	Edad	Tiempo Trabajo	P1	P2	P3	Diagnóstico
1	Femenino	55	10	0	1	3	P3
2	Femenino	26	7	6	2	5	P1
3	Femenino	33	4	6	6	8	P3
4	Femenino	29	3	1	1	7	P3
5	Masculino	26	1	5	0	1	P1
6	Masculino	50	15	2	2	4	P3
7	Masculino	41	5	4	2	9	P3
8	Masculino	27	4	3	0	3	P3
9	Masculino	40	23	2	2	1	P1
10	Masculino	26	1,5	1	1	2	P3
11	Masculino	33	10	6	7	10	P3
12	Masculino	43	15	6	4	5	P1
13	Masculino	41	11	2	2	2	P2
14	Masculino	53	12	6	6	8	P3
15	Masculino	48	8	7	6	7	P3
16	Masculino	39	4	6	7	8	P3
17	Masculino	62	10	3	6	3	P2

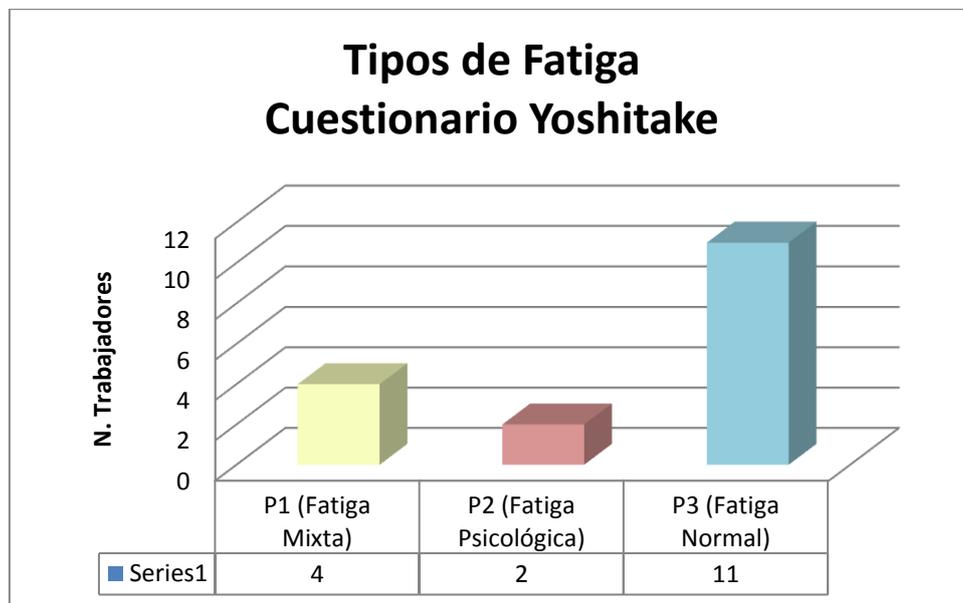


Gráfico No. 4.23: Resultados cuestionario Yoshitake

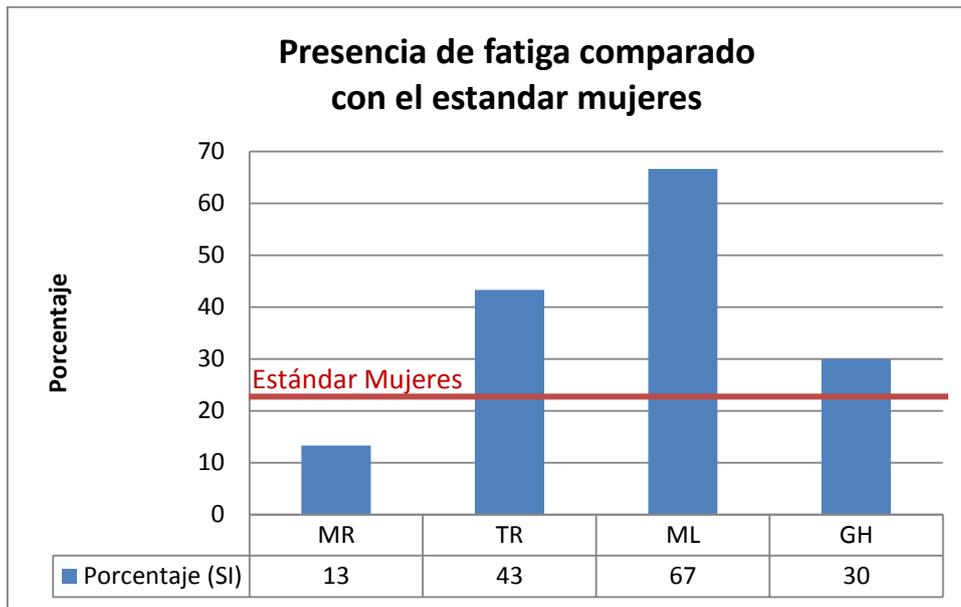


Gráfico No. 4.24: Fatiga con estándar mujeres

Interpretación: Se ve que el 75% de las mujeres si presenta fatiga ya que realizan varias actividades y no tiene un puesto fijo de acción, así: TR realiza labores administrativas además de ayudar en los procesos de estacado, plancha, pigmentado y acabados; ML se encuentra siempre en planta y es más forzado su trabajo ya que comanda los procesos anteriormente descritos, GH, también es administradora y realiza labores de inspección y ayuda en el estacado, MR no presenta fatiga.

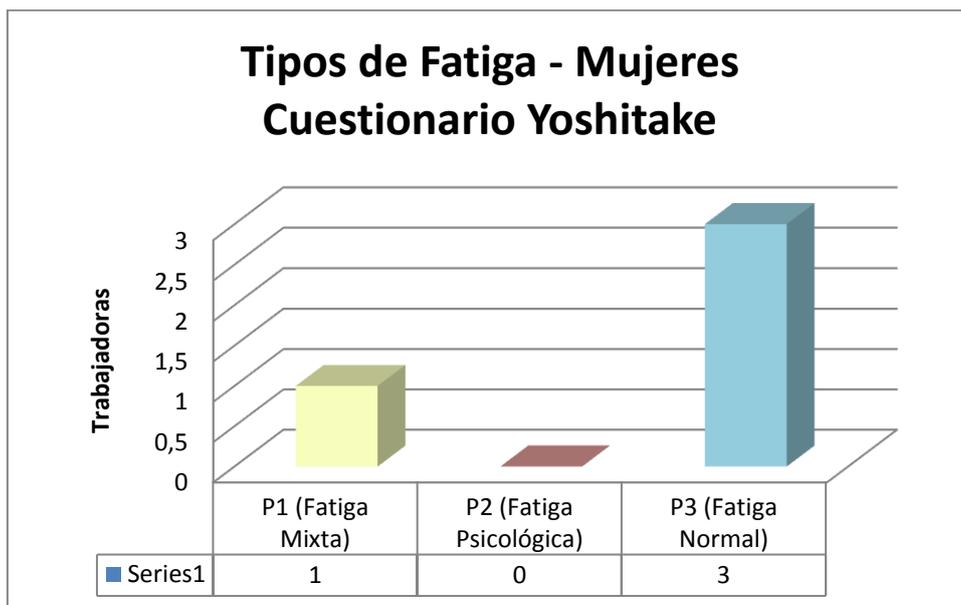


Gráfico No. 4.25: Tipos de fatiga mujeres

Interpretación: La fatiga predominante en las mujeres es la física y la mixta se debe a que dos de ellas también realizan cuando se requiere trabajo administrativo.

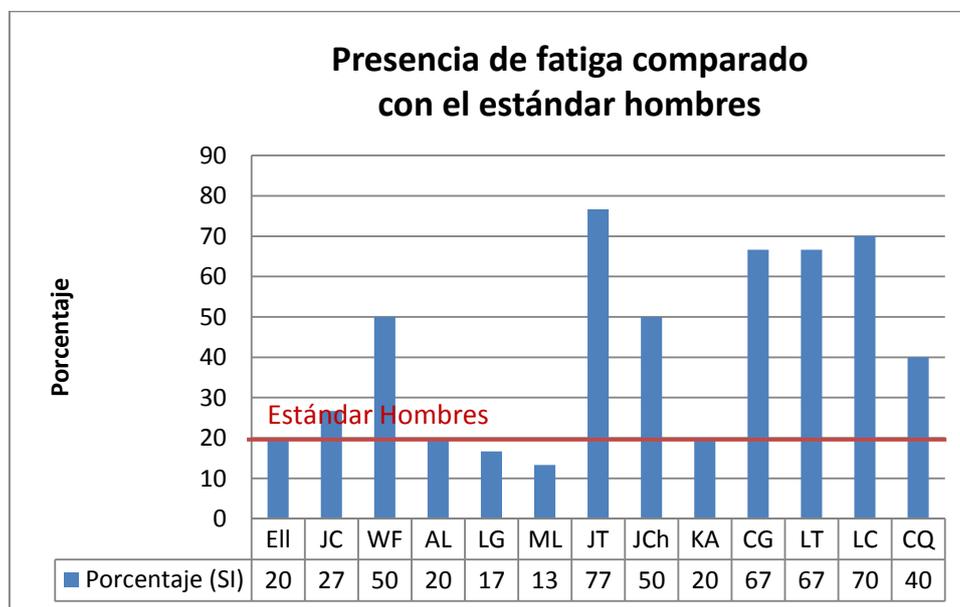


Gráfico No. 4.26: Fatiga con estándar hombres

Interpretación: La fatiga en los hombres es más acentuada, pues son los que tiene que operar las máquinas pesadas, se encargan del arrastre de las pieles y/o cueros, sacan a secar los cueros en el patio y además están presentes en grupos de tres personas en diversos procesos y cuando sus procesos no tiene actividad, ayudan en la de los compañeros.

Interpretación Gráfico No. 4.26: La fatiga predominante en los trabajadores hombres es claramente la física, por las circunstancias ya anotadas; la presencia de fatiga psíquica se debe al coordinador de planta que organiza los procesos y del inspector que vigila y hace check list de la producción, sin olvidar que también ayudan en los procesos donde se requiere fuerza muscular.

La conclusión de la aplicación de Yoshitake es que el 65 % de los trabajadores presenta fatiga física o normal.

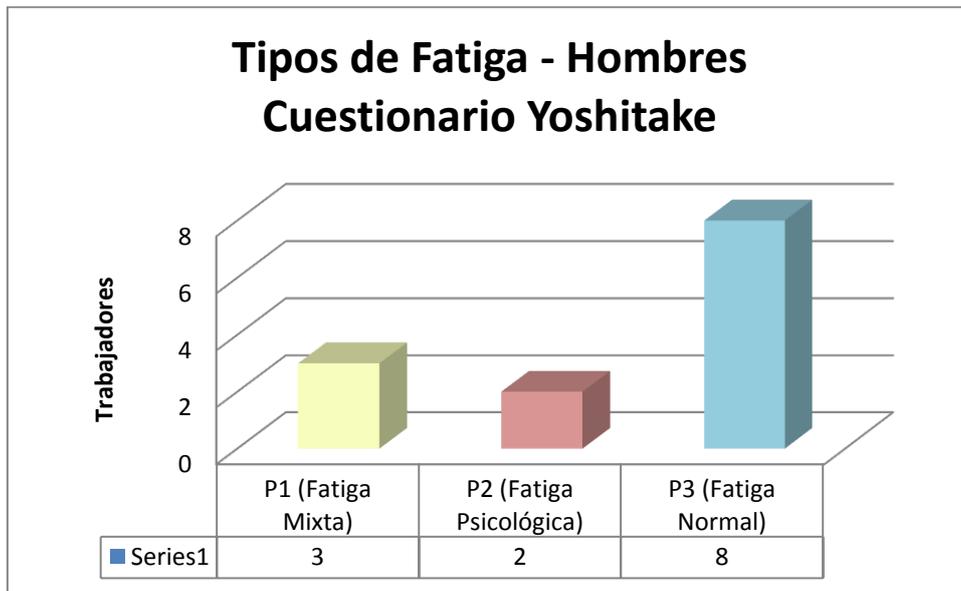


Gráfico No. 4.27: Tipos de fatiga hombres

4.6.3 Cuestionario de fatiga del SOFI-SM (Versión española modificada del Swedish Occupational Fatigue Inventory)

Para reforzar los cuestionarios anteriores, se procede a realizar el SOFI-SM de manera simplificada, indicando que para el cuestionario en mención, que se encuentra en el Anexo 14, se considera que tiene la afectación de fatiga si responde: $6 \leq \text{valor} \leq 10$.

Las dimensiones del SOFI-SM y su descripción (Sebastián, Idoate, Llano, & Almanzor, 2008), son las siguientes:

Tabla No. 4.26 Dimensiones del cuestionario SOFI-SM

DIMENSION	DESCRIPCION
Falta de Energía (Anergia)	Esta dimensión hace referencia a sentimientos generales de fuerza disminuida.
Cansancio Físico	Dimensión que recoge sensaciones corporales generales que pueden ser el resultado de un trabajo dinámico y, hasta cierto punto, el signo de un agotamiento metabólico.
Discomfort Físico Falta de Motivación (Desmotivación)	Dimensión que describe sensaciones corporales más localizadas que pueden ser el resultado de una carga de trabajo estática o isométrica. Hace referencia al sentimiento de no estar comprometido ni entusiasmado con el trabajo.
Somnolencia	Recoge sensaciones de somnolencia.
Irritabilidad	Dimensión que describe sensaciones de irritación, nerviosismo, enojo o irascibilidad.

Cada una de las dimensiones del cuestionario, tiene dentro de este 3 preguntas, que son las siguientes:

Tabla No. 4.27 Dimensiones e ítems del SOFI-SM

DIMENSIONES	ITEMS
FALTA DE ENERGÍA	Agotado Exhausto Extenuado
CANSANCIO FÍSICO	Respirando con dificultad Palpitaciones Con calor
DISCONFORT FÍSICO	Con las articulaciones agarrotadas Entumecido Dolorido
FALTA DE MOTIVACIÓN	Apático Pasivo Indiferente
SOMNOLENCIA	Somnoliento Durmiéndose Bostezante
IRRITABILIDAD	Irritable Enojado Furioso

Los perfiles de fatiga esperables en función de la carga de trabajo con el instrumento SOFI-SM son:

Tabla No. 4.28 Perfiles de fatiga esperables con SOFI-SM

TIPO DE ACTIVIDAD		PERFIL
Carga física	Dinámico	Cansancio físico Anergia
	Estático	Discomfort físico Anergia
Carga mental	Procesamiento de información	Anergia Desmotivación Somnolencia
	Atención	Anergia Desmotivación Somnolencia
Trabajo a turnos	Nocturnidad	Anergia Desmotivación Somnolencia
Carga emocional		Anergia Desmotivación Irritabilidad

Tabla No. 4.29 Resultado y cálculos de la aplicación del SOFI-SM

Cuestionario de fatiga del SOFI-SM / Curtiduría Hidalgo													
--	0 (nada)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (alto grado)	Afectados	Porcentaje
Agotado	3	0	0	1	1	3	3	0	3	3	0	9	53
Exhausto	3	0	0	1	2	4	2	0	3	0	0	5	29
Extenuado	3	1	0	0	2	5	1	2	3	0	0	6	35
Respirando con dificultad	5	3	3	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0
Palpitaciones	7	1	3	2	3	0	1	0	0	0	0	1	6
Con calor	1	1	1	2	1	3	1	3	3	0	0	7	41
Con las articulaciones agarrotadas	2	2	3	2	0	3	3	1	1	0	0	5	29
Entumecido	4	0	3	3	0	2	2	1	2	0	0	5	29
Dolorido	3	0	3	1	1	2	1	1	4	0	0	6	35
Apático	5	1	3	0	3	2	2	0	1	0	0	3	18
Pasivo	5	1	2	2	1	4	2	0	0	0	0	2	12
Indiferente	6	1	1	3	1	3	1	0	0	0	0	1	6
Somnoliento	7	2	2	1	0	2	0	1	2	0	0	3	18
Durmiéndome	9	0	3	0	0	1	3	1	0	0	0	4	24
Bostezante	4	4	1	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Irritable	4	0	4	1	0	1	0	2	1	2	2	7	41
Enojado	5	2	1	2	0	0	0	0	5	1	1	7	41
Furioso	5	2	1	2	0	0	0	1	4	1	1	7	41

En la Tabla No. 4.29, se observa los resultados de la aplicación del SOFI-SM, a los trabajadores de la Curtiduría Hidalgo, considerando como afectados a los que responden $6 \leq \text{valor} \leq 10$ y el porcentaje se saca considerando los 17 empleados. Tomando en cuenta las dimensiones del SOFI-SM, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla siguiente:

Tabla No. 4.30 Resultado de las dimensiones del SOFI-SM

	PUNTUACIÓN	PROMEDIO x100
FALTA DE ENERGIA		39,22
Agotado	53	
Exhausto	29	
Extenuado	35	
CANSANCIO FÍSICO		15,69
Respirando con dificultad	0	
Palpitaciones	6	
Con calor	41	
DISCONFORT FÍSICO		31,37
Con las articulaciones agarrotadas	29	
Entumecido	29	
Dolorido	35	
FALTA DE MOTIVACIÓN		11,76
Apático	18	
Pasivo	12	
Indiferente	6	
SOMNOLENCIA		13,73
Somnoliento	18	
Durmiéndome	24	
Bostezante	0	
IRRITABILIDAD		41,18
Irritable	41	
Enojado	41	
Furioso	41	

En la Gráfico No. 4.28, se muestra la graficación de los diversos porcentajes de las dimensiones del SOFI-SM.

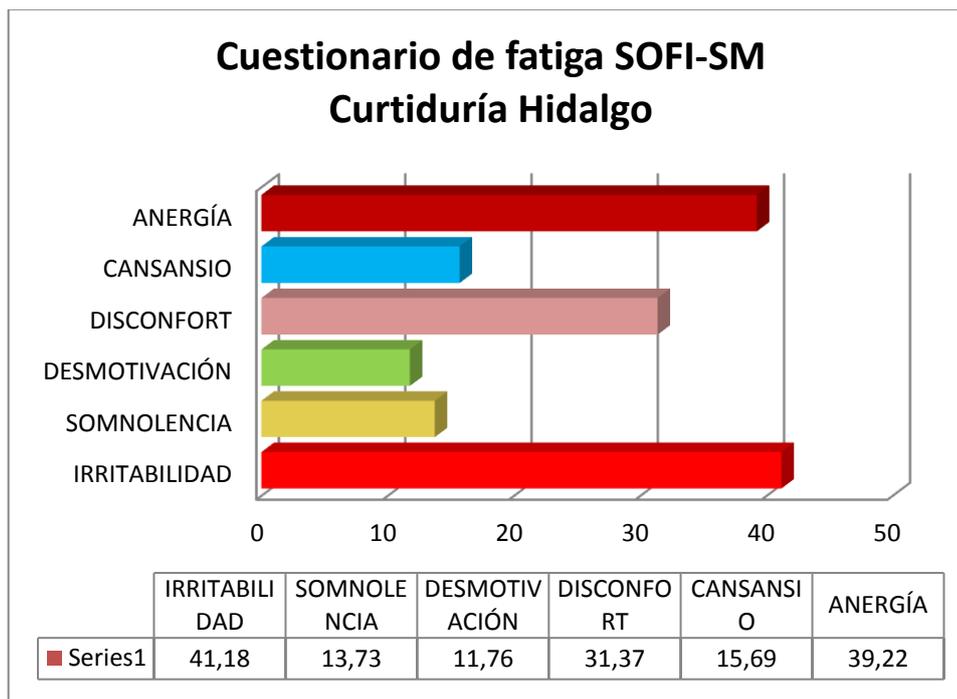


Gráfico No. 4.28 Resultado en porcentaje de las dimensiones del SOFI-SM

Se observa claramente que las dimensiones de fatiga más predominante en los trabajadores son la irritabilidad, la falta de energía y el disconfort físico; comparando estos resultados con los perfiles de fatiga de la Tabla No. 4.27, se tiene:

- Irritabilidad, corresponde a la carga emocional, que es fatiga mental
- Falta de energía, corresponde a cansancio físico (anergia) que en nuestro caso es dinámico por carga física.
- Disconfort físico, corresponde a estático que es por carga física.

En consecuencia se demuestra que si existe fatiga física o normal y que para el caso de este cuestionario lo tiene el promedio entre: falta de energía y disconfort físico (39.22% y 31.37 %) que da: 35.3 % que corresponde a 6 trabajadores.

4.6.4 Resultado final de fatiga

Un resultado de la aplicación de los cuestionarios de fatiga a los trabajadores de la Curtiduría Hidalgo y la aplicación de un promedio para conocer el número de trabajadores que se encuentran con este síntoma, es el siguiente:

Tabla No. 4.31 Resultado final de la fatiga

CUESTIONARIO	TRABAJADORES AFECTADOS
Fatiga física y cognitiva	5
Yoshitake	11
SOFI-SM	6
Promedio	7

Como conclusión se tiene en promedio 7 trabajadores que están con fatiga normal, que corresponde al 41.2 % de trabajadores, siendo los puestos más afectados: acabados, plancha y arrastre de cueros.

4.7 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

4.7.1 Planteamiento de la hipótesis

HO: El estrés térmico no incide significativamente en la fatiga normal de los trabajadores del área de producción de la Curtiduría Hidalgo.

H1: El estrés térmico si incide significativamente en la fatiga normal de los trabajadores del área de producción de la Curtiduría Hidalgo.

4.7.2 Estimador estadístico

En la prueba de la hipótesis, en la que contiene frecuencias se utiliza la prueba del Chi-cuadrado (X^2)

$$X^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E} \quad \text{Ecuación 13}$$

4.7.3 Nivel de significancia y regla de decisión

Para el estudio y el análisis de la hipótesis planteada se escoge un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

La región de aceptación y rechazo se determina por la existencia de los grados de libertad y su nivel de significación, que se la obtiene de la siguiente manera:

$$g. l. = (F-1) * (C-1)$$

$$g. l. = (2-1) * (2-1)$$

$$g. l. = (1) * (1)$$

$$g. l. = 1$$

Cuando existe un grado de libertad igual a 1 y un nivel de significación del 5%, el valor del CHI-CUADRADO en la tabla es del 3.84. (Ver Anexo 15). Se acepta la hipótesis nula si el valor a calcularse de X^2 es menor que 3.84 (Anexo 15) caso contrario se rechaza.

4.7.4 Cálculo de Chi - cuadrado

Para la realización de la prueba se reinterpretaron los valores de la Gráficos 4.29 y 4.22., y además se volvió hacer la pregunta con respuesta SI o NO y sus resultados son:

Tabla No. 4.32 Frecuencias observadas (O)

Encuesta. Alterna.	¿Siente molestias por calor en la fábrica?	¿Se ha sentido fatigado en las últimas dos semanas?	TOTAL
SI	10	6	16
NO	7	11	18
TOTAL	17	17	34

Valor Esperado

$$E = \frac{[(\Sigma fila) \times (\Sigma columna)]}{\Sigma Total} \quad \text{Ecuación 14}$$

Tabla No. 4.33 Frecuencias esperadas (E)

Encuesta. Alterna.	¿Siente molestias por calor en la fábrica?	¿Se ha sentido fatigado en las últimas dos semanas?	TOTAL
SI	8	8	16
NO	9	9	18
TOTAL	17	17	34

Valor estadístico de la prueba X^2

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Tabla No. 4.34 Cálculo del Chi - cuadrado

O	E	(O-E)²	(O-E)² / E
10	8	4	0.5
7	9	4	0.4
6	8	4	0.5
11	9	4	0.4
TOTAL			1.8

Según el resultado obtenido y de acuerdo a lo establecido en la prueba Chi – cuadrado, se acepta la hipótesis nula HO, ya que el valor del Chi-cuadrado está dentro de la zona de aceptación, entonces: “El estrés térmico no incide significativamente en la fatiga normal de los trabajadores del área de producción de la Curtiduría Hidalgo”.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al aplicar las listas de control y cuestionarios sobre temperatura y estrés térmico en la Curtiduría Hidalgo, se obtienen datos que indican: que el 22 % de los trabajadores tiene un estado térmico caluroso; 12% considera la temperatura inaceptable, un 41 % de los encuestados, desea que la temperatura del recinto sea más baja y al mismo porcentaje esta situación les estresa.

Para realizar el cálculo del índice WBGT, se obtiene el clo (aislamiento térmico de la indumentaria) de la zona húmeda es de 0.90 y para los trabajadores de zona seca es del 0.75, estos valores se encuentran dentro del índice normal de vestimenta; el nivel de consumo metabólico es de 165 W/m^2 con estos datos el cálculo del índice WBGT, indica que no existe estrés térmico -por lo cual no se cumple la hipótesis- teniendo los índices más altos en las zonas de acabados, caldera, pigmentadora y plancha.

Para evaluación de Confort Térmico se utiliza el procedimiento de la ACGIH, se calcula el PMV y el PPD para todos los procesos de la curtiduría y se obtiene que existe disconfort térmico en todas las zonas, siendo los más calurosos: el arrastre de pieles, pigmentadora y la zona de acabados.

Se aplican tres cuestionarios para saber si existe fatiga normal en los trabajadores de la fábrica; en el cuestionario de Fatiga Física y Cognitiva, se obtiene que 5 trabajadores están con fatiga física y que corresponde a las zonas de acabados (los 3 trabajadores del área) y estacado, plancha y pigmentadora (2 trabajadores que laboran en estas áreas).

Los resultados obtenidos en el cuestionario de Yoshitake, muestra 3 mujeres con fatiga física (acabados, plancha y pigmentadora) y 8 trabajadores hombres (acabados, plancha, pigmentadora y arrastre de cueros). Para el cuestionario

SOFI-SM, 6 trabajadores (4 de acabados y 2 de pigmentadora y plancha). Lo que más incide en la fatiga física es la anergia (falta de energía y el discomfort físico de estos puestos.

Es de suma importancia encontrar una solución para el discomfort térmico encontrado y para la fatiga normal existente en la empresa, ya que esto redundaría en el bienestar de los trabajadores y en una mejora de la productividad.

5.2 RECOMENDACIONES

El trabajo forzado de la curtiembre, indica que existe malestar térmico en los trabajadores, por lo cual es recomendable que se tengan pausas activas, que consistirían principalmente en salir a media jornada de la mañana y media jornada de la tarde, fuera del recinto a los patios para refrescarse.

El cálculo del WBGT indica que no existe estrés térmico, pero hay valores altos de este índice en: acabados, caldera, pigmentadora y plancha, para bajar estos valores, sería recomendable rotación del personal, evitando sobre todo el levantamiento de objetos a las trabajadoras de la empresa, ayudándole el compañero con el cual le toque en turno trabajar..

Se evidencia la existencia de discomfort térmico, en todas las áreas de la empresa y para evitarlo es conveniente que se tenga un sistema de enfriamiento que puede ser de ventilación y/o ventanas en los puestos más críticos, para bajar los valores de los índices PMV y PPD que son muy altos, especialmente en: arrastre de pieles, pigmentadora y acabados.

En el cuestionario de Fatiga Física y Cognitiva se encuentra que 5 trabajadores están con síntomas de fatiga física en acabados, estacado, plancha y pigmentadora, para evitar este trastorno es recomendable pausas activas y rotación de trabajadores.

Para evitar la anergia (falta de energía) y discomfort físico que son los resultados de los otros cuestionarios de fatiga, se puede utilizar un sistema de carga de cueros, evitando el arrastre, dotación de líquidos para refrescarse y ventilación y/o entrada de aire.

La empresa se compromete a tomar en cuenta y evaluar las propuestas, que se deriven del presente trabajo, pues está comprometida con el bienestar de los trabajadores y en la mejora de su productividad.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Tema:

“Diseño de un sistema de ventilación y procedimientos de descanso para disminuir el discomfort térmico y la fatiga normal de los trabajadores del área de producción de la Curtiduría Hidalgo”

6.2 Datos informativos:

Institución ejecutora: Curtiduría Hidalgo

Beneficiarios: Trabajadores del área de producción de la Curtiduría Hidalgo

Ubicación: Ciudad de Ambato, calle César Augusto Salazar, sector Pisque Bajo

6.3 Antecedentes de la propuesta

Los riesgos que se tienen en las curtiembres son varios y cada uno más complejo que otros y entre estos se encuentran los ergonómicos, ya que día a día los obreros tienen que trabajar en posiciones forzadas y cargas que sobrepasan los 25 Kg. en algunas circunstancias, lo que les ocasiona fatigas físicas en alto grado y a esto se suma, según los resultados alcanzados en la presente investigación de discomfort térmico, en todos sus puestos de trabajo.

Existen un sinnúmero de investigaciones sobre enfermedades de las curtiembres, que abarcan casi exclusivamente a las producidas por el uso de los químicos y sus implicaciones para el medio ambiente, pero son pocas las investigaciones sobre el proceso de fatiga normal o física y casi nula los estudios sobre el discomfort térmico que se produce en estas.

La empresa Curtiduría Hidalgo se ha preocupado por el bienestar de sus trabajadores brindándoles un muy buen ambiente de trabajo, uniformes, equipos

de protección personal, a más de tecnología adecuada para el desarrollo de sus labores; pero hay ciertos aspecto de su trabajo que se ha escapado a los cuidados brindados por los propietarios y estos son los de discomfort térmico y la presencia de fatiga que es inherente a la dureza del tipo de trabajo que se realiza y es por esta razón que se ha propuesto mejorar estas condiciones mediante el conocimiento, medida y evaluación de estos riesgos para sus trabajadores y evitar de esta manera la aparición de enfermedades laborales y/o profesionales.

6.4 Justificación

Los riesgos son inherentes a la actividad industrial y el no control de los mismos va generando las diversas enfermedades en los trabajadores, es por este motivo que las autoridades del trabajo van creando leyes y reglamentos para su medición y control, las cuales se constituyen en una obligación para los empleadores.

A pesar de que las leyes de seguridad en el país indican que se debe dar un adecuado ambiente de trabajo a los empleados en general, hay ciertos riesgos que no se han tomado con la debida profundidad de estudio que estos ameritan y que en la mayoría de industrias de transformación de la materia están presentes: el discomfort térmico y la fatiga normal.

Las direcciones de las empresas han dedicado ingentes recursos para evitar que la mayoría de riesgos afecten la salud de sus trabajadores, lo hacen no solo por la base legal que deben cumplir, sino también porque entienden que esto afecta a su productividad, pero para los riesgos de temperatura y esfuerzo han quedado de lado.

Mantener la temperatura corporal de los trabajadores en la realización de sus trabajos es muy importante, ya que no le producirá incomodidad, falta de interés, desgaste físico y la presencia de mareos o desmayos que pueden producir diversos tipos de accidentes por el tipo de maquinaria que se utilizan en las curtiembres, a más de la disminución obvia de su eficiencia.

La fatiga física puede aparecer por diversas causas como son el diseño del puesto de trabajo, sobrecarga de trabajo, actividades repetitivas, presencia de

temperaturas, posturas forzadas de trabajo, entre los efectos que esta produce están sobre todo palpitations, dificultad para respirar, entumecimientos y problemas muscoesqueléticos, es por estas razones que se deben buscar opciones para evitar estos padecimientos en los trabajadores.

Es por las razones anteriormente descritas que se busca encontrara alternativas que disminuyan la temperatura en los puestos de trabajo y se den respiros a los trabajadores que laboran con las pieles en proceso para evitar el aparecimiento de enfermedades.

6.5 Objetivos de la propuesta

6.5.1 Objetivo general

“Diseñar un sistema de ventilación y de pausas activas aplicable al área de producción de la Curtiduría Hidalgo para mejorar las condiciones de temperatura y esfuerzo normal de sus trabajadores”.

6.5.2 Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de ventilación en los puestos de trabajo del área principal de producción de la Curtiduría Hidalgo.
- Establecer el costo económico de la fase de instalación de la propuesta.
- Proporcionar un sistema de pausas activas y reposos para los trabajadores de los puestos críticos determinados en el estudio previo realizado.

6.6 Análisis de factibilidad

6.6.1 Política

El gobierno nacional a través de los organismos pertinentes ha consolidado una política de Seguridad Industrial, que garantice el bienestar de los trabajadores ante los riesgos del trabajo y es el Ministerio del Trabajo el que promueve las obligaciones, derechos y deberes que deben cumplir los empleadores en cuanto a la prevención de los riesgos. A través del Programa de Seguridad y Salud en el trabajo, los entes de control han desarrollado el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo del País, afianzado el tema de responsabilidad solidaria en las empresas y entre los objetivos que percibe un programa de seguridad y salud en el trabajo, que deben cumplir las empresas se tiene:

- Mejorar las condiciones de los trabajadores referentes a Seguridad y Salud.
- Desarrollar conciencia preventiva y hábitos de trabajo seguros en empleadores y trabajadores
- Disminuir las lesiones y daños a la salud provocados por el trabajo
- Mejorar la productividad en base a la gestión empresarial con visión preventiva.

Razón por la cual la Curtiduría Hidalgo, se ve en la obligación de cumplir con lo establecido por los entes de control, para prevenir enfermedades laborales y/o profesionales.

6.6.2 Socio - Cultural

Los trabajadores de la empresa son de diversa índole y de diferentes estratos de la sociedad, que han formado un excelente grupo de trabajo; al cual se le debe proteger contra accidentes y enfermedades propias de la labor productiva que realizan, lo cual les comprometerá más con la empresa, al ver que si integridad es bien resguardada por los empresarios.

6.6.3 Tecnología

Los avances tecnológicos pueden prevenir el control de contaminantes que existen en las empresas y es en el ámbito de la Higiene Industrial, que se ha podido detectar los problemas que tienen la curtiduría en cuanto a temperatura y fatiga normal de sus empleados y es esta tecnología la que permite plantear soluciones al problema detectado y de acuerdo a la realidad de la empresa.

6.6.4 Organización

La propuesta es factible, ya que existe un serio compromiso de los propietarios de la fábrica en implementar los sistemas que se van a diseñar, pues mejoraran las condiciones de trabajo y de salud de sus empleados, a más de cuidar su salud, lo que redundará en un aumento de la productividad.

6.6.5 Legal

Las normativas de salud, seguridad e higiene del trabajo, están cambiando y están encaminadas a prevenir los riesgos y la presentación de enfermedades en los trabajadores y el cumplimiento de estas es de carácter obligatorio por los

empresarios, por esta razón la presente propuesta de mejoramiento se ciñe al Código del Trabajo, a la resolución 513 de Riesgos del trabajo del IESS y al decreto 2393 que es el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

6.7 Fundamentación

6.7.1 La práctica de la Higiene Industrial

El higienista industrial, para determinar un riesgo y su solución, debe cumplir las siguientes etapas:

- Identificación de peligros en el medio de trabajo
- Evaluación del mismo para poder valorar y determinar conclusiones de si pone o no en peligro a los trabajadores.
- Prevenir y controlar el riesgo, mediante la implantación de estrategias que eliminen o reduzcan los agentes nocivos

El enfoque ideal de la prevención de riesgos es “una actuación preventiva anticipada e integrada”, que incluya:

- evaluación de los efectos sobre la salud de los trabajadores y del impacto ambiental, antes de diseñar e instalar, en su caso, un nuevo lugar de trabajo.
- selección de la tecnología más segura, menos peligrosa y menos contaminante (“producción más limpia”)
- emplazamiento adecuado desde el punto de vista ambiental
- diseño adecuado, con una distribución y una tecnología de control apropiadas, que prevea un manejo y una evacuación seguros de los residuos y desechos resultantes.
- elaboración de directrices y normas para la formación del personal sobre el correcto funcionamiento de los procesos,
- métodos seguros de trabajo, mantenimiento y procedimientos de emergencia.

La importancia de anticipar y prevenir todo tipo de contaminación ambiental es decisiva. Por fortuna, existe una creciente tendencia a considerar las nuevas

tecnologías desde el punto de vista de los posibles impactos negativos y su prevención, desde el diseño y la instalación del proceso hasta el tratamiento de los residuos y desechos resultantes, aplicando un enfoque integral.

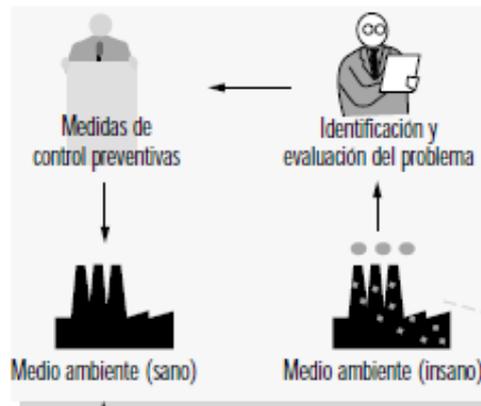


Figura No. 6.1 Interacción entre las personas y el medio ambiente
Fuente: (O.I.T., 2001)

Los aspectos económicos deben analizarse en términos que van más allá de la mera consideración del coste inicial; otras alternativas más caras, que ofrecen una buena protección de la salud y del medio ambiente, pueden resultar más económicas a largo plazo. La protección de la salud de los trabajadores y del medio ambiente debe iniciarse mucho antes de lo que habitualmente se hace. Los responsables del diseño de nuevos procesos, maquinaria, equipos y lugares de trabajo deberían disponer siempre de información técnica y asesoramiento sobre higiene industrial y ambiental. Por desgracia, muchas veces este tipo de información se consigue demasiado tarde, cuando la única solución posible es costosa y difícil de aplicar con efecto retroactivo (O.I.T., 2001).

6.7.1 La ventilación industrial

Ventilar es sustituir una porción de aire, que se considera indeseable, por otra que aporta una mejora en pureza, temperatura y humedad. La ventilación ayuda en funciones vitales de las personas como suministrar oxígeno para respirar, controlar el calor de los recintos y proporcionar condiciones de confort, debido al cambio de temperatura, la humedad y la velocidad del aire.

Ventilar los procesos industriales, permite controlar, la toxicidad de los ambientes o la explosividad potencial de los mismos, garantizando la salud de los

operarios que trabajan en esos ambientes (Soler & Palau Ventilation Group, 2016). Los pasos básicos de una ventilación adecuada, son:

1.- Determinar la función a realizar: Se debe conocer el objetivo a cumplir con la ventilación, ya que esto determinará la futura instalación:

- disipación de calor
- dilución de sustancias tóxicas del ambiente
- renovar el aire para un mejor confort
- transporte de sólidos
- sacado industrial

2.- Calcular la cantidad de aire que se necesita: Para realizar una buena ventilación se debe conocer la cantidad de aire que se va a mover, ya sea basado por experiencias previas o por normativas impuestas que definen las necesidades de la ventilación.

3.- Establecer el trayecto de la circulación del aire: Una vez determinados los puntos anteriores, se debe diseñar un sistema que lo haga posible y que define el tipo de ventilador, accesorios complementarios, conducciones, salidas y entradas exteriores.

Para el caso de la Curtiduría Hidalgo y del estudio realizado, lo que se necesita es renovar el aire para mejorar las condiciones de confort y esto se logra mediante una inyección del aire, con lo cual se crea una presión positiva en el recinto, obligando al aire a salir por las dos grandes puertas que posee, según se observa en el diagrama de la fábrica que está en el Anexo 16.

Otro factor importante a considerar es el número de renovaciones de aire por hora, que se debe hacer en el recinto y según la Tabla No. 6.1, para fábricas en general deben ser de: 5 a 10 renovaciones, tomándose el número de 10, para lograr el resultado más óptimo.

6.7.2 Tipos de ventiladores

Los ventiladores industriales se dividen en dos grandes grupos: axiales y centrífugos.

Tabla No. 6.1 Renovación de aire por hora

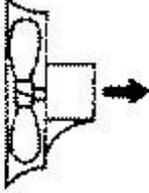
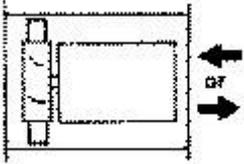
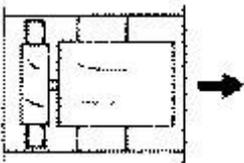
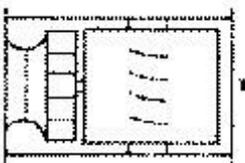
Renovación del aire en locales habitados	Renovaciones/hora
	N
Escuelas, aulas	1 - 3
Oficinas de Bancos	1 - 4
Hospitales	5 - 6
Oficinas generales	5 - 6
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 - 6
Laboratorios (con campanas localizadas)	6 - 8
Talleres de mecanizado	5 - 10
Fábricas en general	5 - 10
Salas de juntas	5 - 8
Aparcamientos	6 - 8
Discotecas	10 - 12
Restaurante medio (un tercio de fumadores)	8 - 10
Clubs privados (con fumadores)	8 - 10
Café	10 - 12
Cocinas domésticas (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	0 - 30
Fundiciones (sin extracciones localizadas)	0 - 30
Tintorerías	0 - 30
Obradores de panaderías	5 - 35
Naves industriales con hornos y baños (sin campanas)	0 - 60
Talleres de pintura (mejor instalar campana)	0 - 60

Fuente: (Soler & Palau Ventilation Group, 2016)

1.- Ventiladores axiales.- En estos el flujo de aire sigue la dirección del eje del mismo. Se suelen llamar helicoidales, pues el flujo a la salida tiene una trayectoria con esa forma. En líneas generales son aptos para mover grandes caudales a bajas

presiones. Se pueden colocar en ventanas o en paredes, y se pueden clasificar de la siguiente forma:

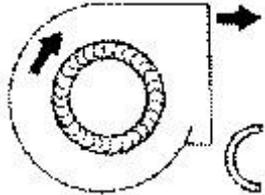
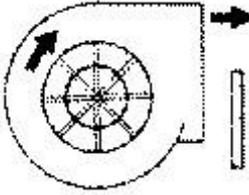
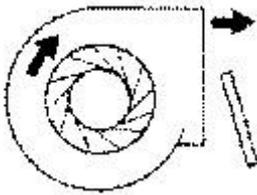
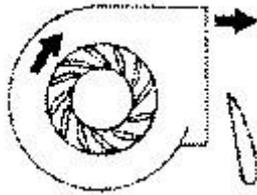
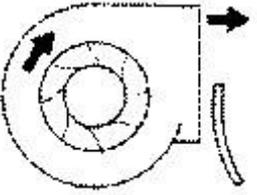
Tabla No. 6.2 Tipos de ventiladores axiales

VENTILADOR	DESCRIPCION	APLICACION
 <p data-bbox="416 712 587 741">HELICOIDAL</p>	<p data-bbox="679 506 976 745">Ventiladores aptos para mover grandes caudales de aire con bajas presiones. Son de bajo rendimiento. La transferencia de energía se produce mayoritariamente en forma de presión dinámica.</p>	<p data-bbox="1019 535 1316 714">Se aplica en circulación y extracción de aire en naves industriales. Se instalan en pared sin ningún conducto. Utilizados con objetivo de renovación de aire.</p>
 <p data-bbox="416 1003 587 1032">TUBE AXIAL</p>	<p data-bbox="679 837 976 1048">Tienen rendimiento algo superior al anterior y es capaz de desarrollar una presión estática mayor. Por su construcción es apto para intercalar en conductos.</p>	<p data-bbox="1019 792 1316 1093">Se utiliza en instalaciones de ventilación, calefacción y aire acondicionado que requieran altos caudales con presión media a baja. También se utiliza en algunos sistemas industriales como cabinas de pintura y extracciones localizadas de humos.</p>
 <p data-bbox="416 1346 587 1375">VANE AXIAL</p>	<p data-bbox="679 1196 976 1406">Con diseños de palas AIRFOIL, permiten obtener presiones medias y altas con buenos rendimientos. Las palas pueden ser fijas o de ángulo ajustable</p>	<p data-bbox="1019 1135 1316 1471">Tiene aplicaciones similares a los TUBEAXIAL, pero con la ventaja de tener un flujo más uniforme y la posibilidad de obtener presiones mayores. Para una determinada prestación es relativamente más pequeño que el ventilador centrífugo equiparable.</p>
 <p data-bbox="416 1720 587 1749">CENTRIFOIL</p>	<p data-bbox="679 1509 976 1749">Se trata de un ventilador con rotor centrífugo pero de flujo axial. Es decir reúne las ventajas del ventilador centrífugo y la facilidad de montaje de un axial con el consiguiente ahorro de espacio.</p>	<p data-bbox="1019 1583 1316 1673">Las mismas aplicaciones que el ventilador VANEAXIAL.</p>

Fuente: http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm

2.- Ventiladores centrífugos.- Son aquellos en los cuales el flujo de aire cambia su dirección, en un ángulo de 90°, entre la entrada y salida. Se suelen subclasificar, según la forma de las palas o álabes del rotor, de la siguiente manera:

Tabla No. 6.3 Tipos de ventiladores centrífugos

VENTILADOR	DESCRIPCION	APLICACION
 <p>CURVADAS HACIA ADELANTE</p>	<p>Rotor con palas curvadas hacia adelante, apto para caudales altos y bajas presiones. No es autolimitante de potencia. Para un mismo caudal y un mismo diámetro de rotor gira a menos vueltas con menor nivel sonoro.</p>	<p>Se utiliza en instalaciones de ventilación, calefacción y aire acondicionado de baja presión.</p>
 <p>PALAS RADIALES</p>	<p>Rotor de palas radiales. Es el diseño más sencillo y de menor rendimiento. Es muy resistente mecánicamente, y el rodetete puede ser reparado con facilidad. El diseño le permite ser autolimpiante. La potencia aumenta de forma continua al aumentar el caudal.</p>	<p>Empleado básicamente para instalaciones industriales de manipulación de materiales. Se le puede aplicar recubrimientos especiales anti-desgaste. También se emplea en aplicaciones industriales de alta presión.</p>
 <p>INCLINADAS HACIA ATRAS</p>	<p>Rotor de palas planas o curvadas inclinadas hacia atrás. Es de alto rendimiento y autolimitador de potencia. Puede girar a velocidades altas.</p>	<p>Se emplea para ventilación, calefacción y aire acondicionado. También puede ser usado en aplicaciones industriales, con ambientes corrosivos y/o bajos contenidos de polvo.</p>
 <p>AIRFOIL</p>	<p>Similar al anterior pero con palas de perfil aerodinámico. Es el de mayor rendimiento dentro de los ventiladores centrífugos. Es autolimitante de potencia.</p>	<p>Es utilizado generalmente para aplicaciones en sistemas de HVAC y aplicaciones industriales con aire limpio. Con construcciones especiales puede ser utilizado en aplicaciones con aire sucio.</p>
 <p>RADIAL TIP</p>	<p>Rotores de palas curvadas hacia adelante con salida radial. Son una variación de los ventiladores radiales pero con mayor rendimiento. Aptos para trabajar con palas antidesgaste. Son autolimpiantes. La potencia aumenta de forma continua al aumento del caudal.</p>	<p>Como los radiales estos ventiladores son aptos para trabajar en aplicaciones industriales con movimiento de materiales abrasivos, pero con un mayor rendimiento.</p>

Fuente: http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm

6.8 Desarrollo de la propuesta ventilación

Se va a seguir la propuesta de Greenheck, para el diseño de la ventilación de la Curtiduría Hidalgo

6.8.1 Selección del ventilador

Cálculo del caudal :

El caudal del aire requerido se calcula dependiendo del volumen del local que se quiere ventilar y del número de renovaciones por hora que se deben realizar, para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V * \left(\frac{R}{h}\right)}{3600} \quad \text{Ecuación 6.1}$$

Donde:

Q = Caudal del aire requerido en m³/seg

V = Volumen del local a ventilar en m³

R/h = Número de renovaciones por hora

Área del local: Para conocer el área que se va a investigar, se toma en consideración que los puestos de: salado de cueros, exprimido, raspado, lijado, zarandeado y el caldero están fuera del área principal de producción y no son cerrados, por lo que pueden renovar con facilidad el aire por las corrientes de viento presentes. Y lo que se va a ventilar es el galpón principal de trabajo y cuyas dimensiones constan en el Anexo 16 y son:

Largo = 55 m

Ancho = 15 m

Alto = 11 metros

Volumen del local = 55 m * 15m * 11m

Volumen del local = 9075 m³

Como se había indicado el R/h a tomar es de 10, para dar mayor confort, entonces:

$$Q = \frac{V * \left(\frac{R}{h}\right)}{3600}$$

$$Q = \frac{9075 \text{ m}^3 * 10}{3600}$$

$$Q = 24.21 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

Para realizar las renovaciones de aire dentro del área de trabajo se impondrán un régimen de 10 minutos de trabajo y 5 minutos de parada del sistema y cuando el trabajo sea constante y/o el calor muy alto, se mantendrá el equipo funcionando a tiempo completo.

Las presiones generadas por los ventiladores en los sistemas de ducto son de magnitudes pequeñas y son mucho menores en los sistemas sin ducto, aun así se debe considerar la presión estática que producen. La presión estática es la que ejerce en todas las direcciones dentro del conducto, en la misma dirección del aire, en dirección contraria y en dirección perpendicular sobre las paredes del mismo. La presión estática de un ventilador es medida en pulg de agua o en psi y una guía general de los valores de la presión estática se tiene en la siguiente tabla.

Tabla No. 6.4 Presión estática para ventiladores

GUIA PARA LA PRESIÓN ESTÁTICA	
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.
<p>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.</p>	

Fuente: (GREENHECK, 2007)

Como el trabajo del ventilador va a ser constante, se toma la pérdida de presión (P_e) en 0.10 pulg de agua.

Para la selección del ventilador se toma el catálogo de Fundamentos de ventilación (GREENHECK, 2007) y se determina que el mejor modelo de ventilador para nuestros requerimientos es el modelo SB, que se muestra en la siguiente figura:

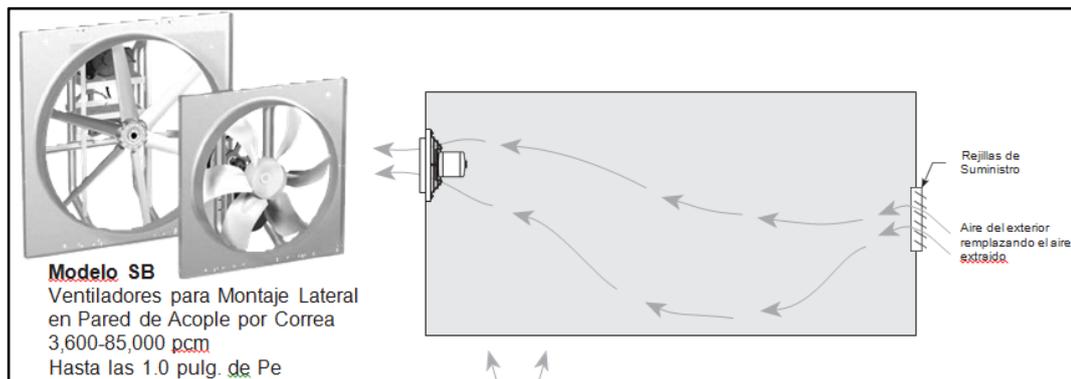


Figura No. 6.2 Interacción entre las personas y el medio ambiente
Fuente: (GREENHECK, 2007)

Para seleccionar el tipo adecuado del ventilador Modelo SB, se tiene los siguientes datos:

$$Q = 24.21 \text{ m}^3/\text{seg} = 51298,1 \text{ p.c.m. (pies cúbicos por minuto)}$$

$$P_e = 0.1 \text{ pulg de agua}$$

El proceso de escogimiento del ventilador se lo hace de acuerdo al catálogo de Ventiladores axiales para paredes. Transmisión por Correa o Directa (GREENHECK, 2004); la nomenclatura de selección se muestra en la Figura No. 6.3. Las principales características de este tipo de ventiladores se muestran en el Anexo 17.

La selección del ventilador ideal se lo hace tomando en cuenta que el dueño no quiere muchos ventiladores, pide un máximo 5 y de acuerdo a las características se toma el ventilador marcado en la Figura No. 6.4.

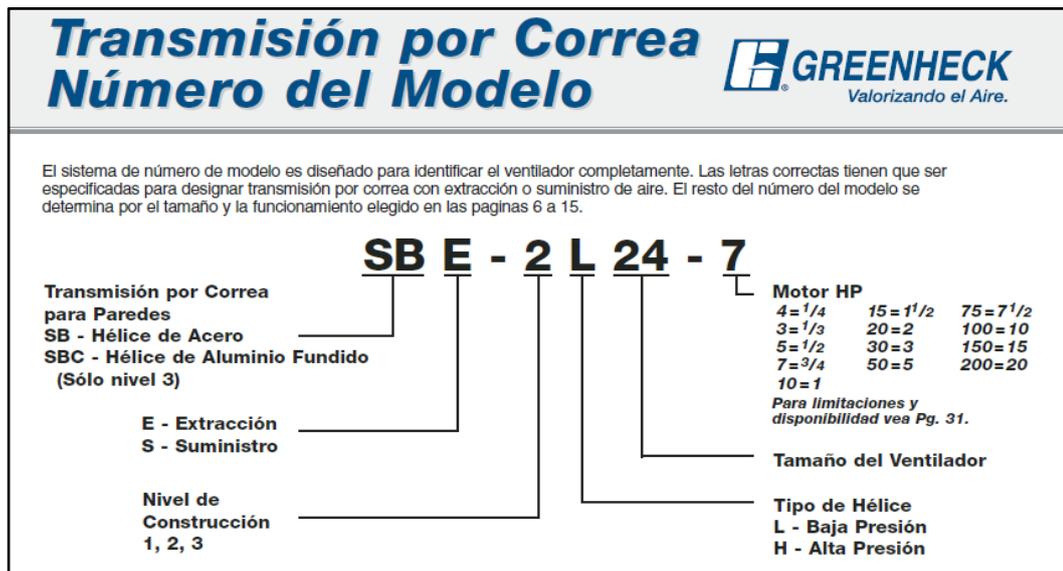


Figura No. 6.3 Nomenclatura de selección del ventilador
Fuente: (GREENHECK, 2004)

Número de Modelo	Motor HP	RPM	BHP Máx.	* Sones	PCM/ Presión Estática en Pulgadas CA										
					0.000	0.100	0.125	0.150	0.200	0.250	0.300	0.375	0.500	0.625	0.750
NIVEL 1 LÍMITES DE FUNCIONAMIENTO															
RPM Máx. L - 685 H - 882					Tamaño Máx. del Motor - 56					TS = RPM x 7.854					
SB-1L30-4	1/4	390	0.16	9.5	6453										
SB-1L30-4	1/4	448	0.25	10.9	7413	5790									
SB-1L30-4	1/4	475	0.30	11.6	7859	6394	5880								
SB-1H30-4	1/4	503	0.17	10.2	5747	4619	4163								
SB-1H30-4	1/4	577	0.25	11.8	6592	5682	5388	5017							
SB-1H30-4	1/4	610	0.30	12.6	6970	6129	5860	5559	4742						
SB-1L30-3	1/3	491	0.33	12.1	8124	6742	6248								
SB-1L30-3	1/3	523	0.40	13.0	8654	7426	6970	6503							
SB-1H30-3	1/3	631	0.33	13.1	7209	6396	6155	5887	5163						
SB-1H30-3	1/3	675	0.41	14.1	7712	6949	6763	6515	5938	5160					
SB-1L30-5	1/2	564	0.50	14.3	9332	8261	7861	7436							
SB-1L30-5	1/2	598	0.60	15.5	9895	8897	8583	8185	7366						
SB-1H30-5	1/2	725	0.50	15.5	8284	7571	7397	7213	6746	6144					
SB-1H30-5	1/2	769	0.60	16.9	8786	8112	7948	7785	7375	6875	6247				
SB-1L30-7	3/4	645	0.75	17.2	10672	9766	9507	9190	8446	7562					
SB-1L30-7	3/4	685	0.90	18.7	11334	10496	10252	10009	9331	8621					
SB-1H30-7	3/4	827	0.75	19.1	9449	8619	8667	8515	8188	7779	7278	6326			
SB-1H30-7	3/4	882	0.90	22	10077	9484	9341	9199	8914	8560	8174	7423			

Figura No. 6.4 Selección del ventilador ideal
Fuente: (GREENHECK, 2004)

El ventilador seleccionado es SB-1L30-7 (ventilador de transmisión por correa con hélice de acero, con nivel de construcción 1 de baja presión de tamaño 30), motor 3/4, con 685 rpm, BHP Máx de 0.90, con sones 18.7, con un pcm de 10496 para una caída de presión de 0.100 pulg de agua.

Las características del ventilador seleccionado se presentan en la Figura No. 6.5 y 6.6.

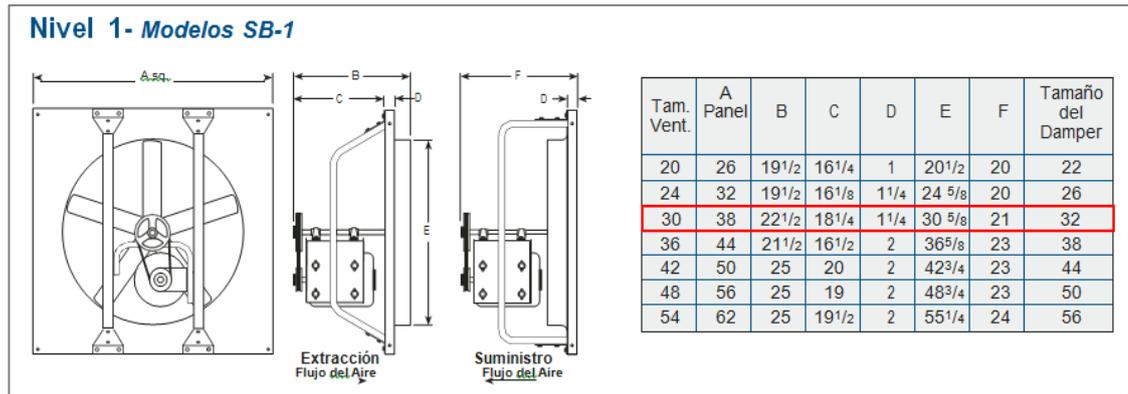


Figura No. 6.5 Selección del ventilador ideal
Fuente: (GREENHECK, 2004)

La Hélices Tipo “L” es unas hélices 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 o los usos que requieren la mejor combinación del funcionamiento de aire y sonido.

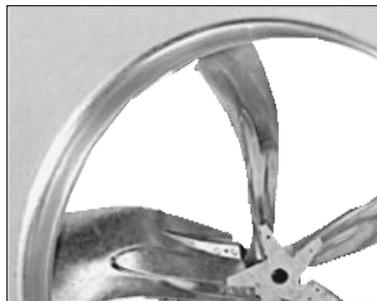


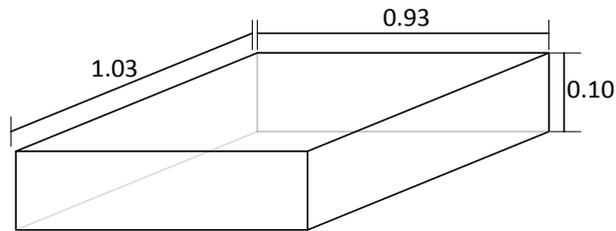
Figura No. 6.6 Hélices de funcionamiento tipo1 del ventilador SB-1L30-7
Fuente: (GREENHECK, 2004)

Las características de instalación, operación y mantenimiento del ventilador, se encuentran en el Anexo 18, además se toma en cuenta que las paredes son de ladrillo y altas y los sitios donde se van a colocar los ventiladores están distanciados de las columnas y para no tener problemas en los tres ventiladores a colocarse en la parte baja de la planta y uno en el atillo de acabados, se procede a realizar un diseño de la loseta y pared de hormigón que se debe construir para cada ventilador.

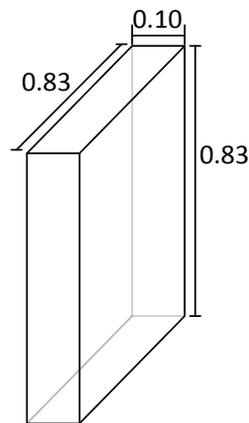
6.8.2 Diseño de losetas y paredes de hormigón

1.- Cálculo del peso de las losetas de hormigón y paredes de hormigón

Las dimensiones de las losetas y paredes de hormigón, son:



Losetas (2 unidades: superior e inferior)



Paredes (2 laterales y 1 posterior)

El peso específico del hormigón es de 2400 Kg/m^3

Cuantificación de cargas:

$$\begin{aligned} \text{Peso propio de las losetas} &= 1.03 \text{ m} * 0.93 \text{ m} * 0.10 \text{ m} * 2400 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 229.90 \text{ Kg} * 2 \text{ unidades} = 459.80 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso propio de las paredes} &= 0.83 \text{ m} * 0.83 \text{ m} * 0.10 \text{ m} * 2400 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 165.34 \text{ Kg} * 3 \text{ unidades} = 496.01 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pesos Total} &= 459.80 \text{ Kg} + 496.01 \text{ Kg} \\ &= 955.81 \text{ Kg} \end{aligned}$$

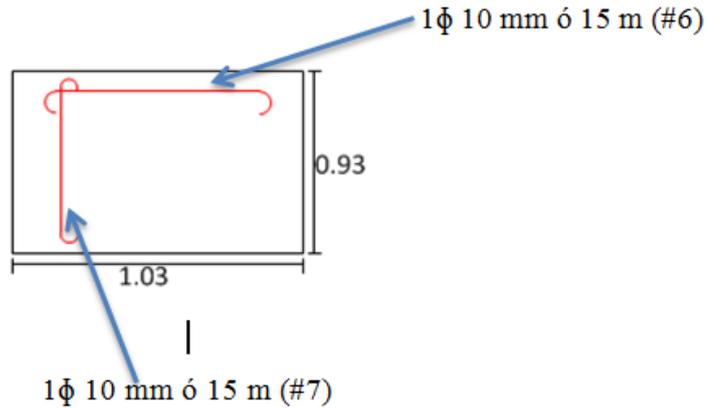
2.- Cálculo del peso del ventilador y cortafuegos

De acuerdo a los datos técnicos de la casa comercial, el ventilador tiene un peso de = 51 Kg.

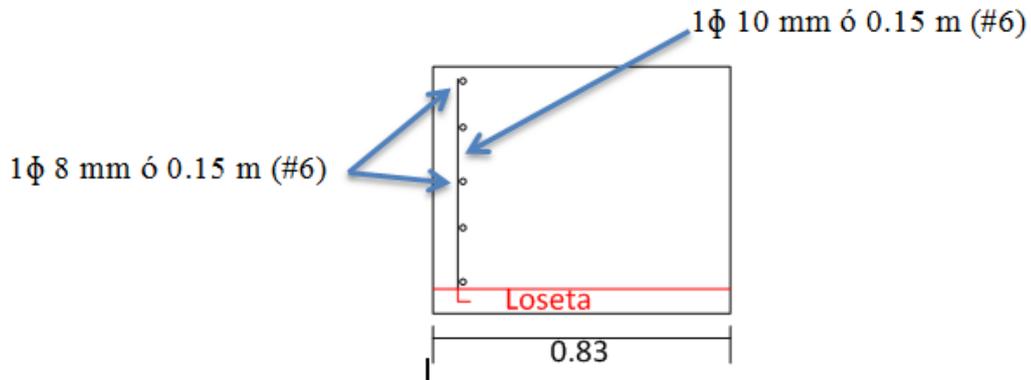
=> Peso total de la carga muerta = 955.81Kg + 51.00 Kg = 1006.81 Kg.

3.- Diseño de losetas y paredes

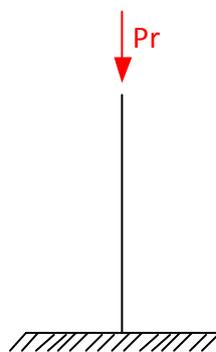
Las losetas tienen un área mínima por lo que se adopta un área de acero mínimo para el sostén de los ventiladores:



Las paredes de igual manera necesitan de un mínimo de acero de acuerdo a las áreas:



4.- Diseño de columna



Datos:

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (esfuerzo a la composición del hormigón)

$f_s = 1120 \text{ Kg/cm}^2$ (esfuerzo unitario de tensión)

$$\text{Peso} = A_g (0.25f'c + p \cdot f_s)$$

donde:

p = porcentaje de acero mínimo = 1%

Ag = área de hormigón de la columna

$$A_g = \frac{\text{Peso}}{0.25 f'_c + p * f_s}$$

$$A_g = \frac{955.81 \text{ Kg}}{0.25 * 210 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} + 0.01 * 1120 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_g = \frac{955.81 \text{ Kg}}{5250 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} + 11.20 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_g = \frac{955.81 \text{ Kg}}{63.70 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$A_g = 15.00 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se adopta una columna de 900 cm^2 , es decir: $A_g = 30 \text{ cm} * 30 \text{ cm}$

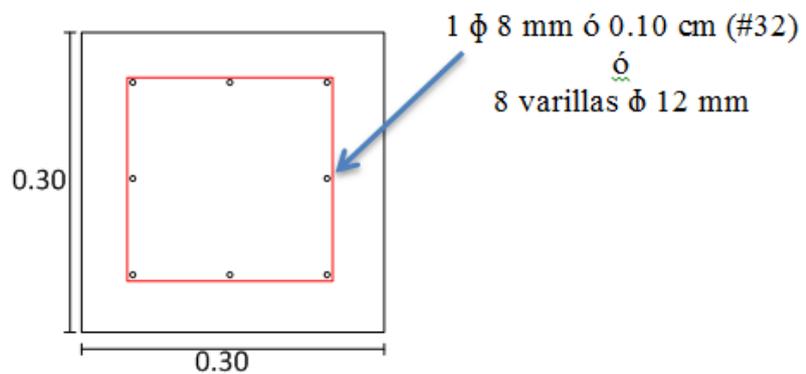
Cálculo del área del acero:

Porcentaje mínimo = 1 % del área de la columna

$$A_s = 1 \% * 30 \text{ cm} * 30 \text{ cm}$$

$$A_s = 9.0 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto el diseño va con 8 varillas de 12 mm



Diseño de plinto:

Datos:

Longitud de columna = 4 m

Área de columna = 30 * 30

Carga = ?

$$\text{Peso propio de la columna} = 0.30\text{m} * 0.30\text{m} * 4.00\text{m} * 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso propio de la columna} = 864 \text{ Kg}$$

$$\text{Carga total sobre el plinto} = 1006.81 \text{ Kg} + 864 \text{ Kg}$$

$$\text{Carga total sobre el plinto} = 1870.81 \text{ Kg}$$

γ = esfuerzo admisible del suelo = 20 Ton / m²

% = porcentaje de aumento por seguridad

$$\text{Área Plinto} = \frac{PT + \% PT}{\gamma}$$

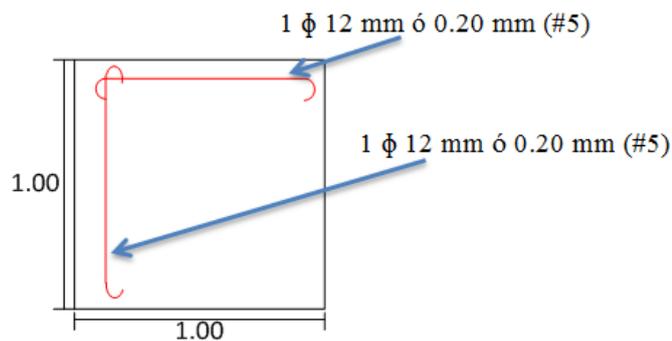
$$\text{Área Plinto} = \frac{1.87 \text{ Ton} + 20\% (1.87 \text{ Ton})}{20 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}}$$

$$\text{Área Plinto} = \frac{2.24 \text{ Ton}}{20 \text{ Ton/m}^2}$$

$$\text{Área Plinto} = 0.11 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Plinto} = 0.33 \text{ m} * 0.33 \text{ m}$$

Por lo tanto se adopta un mínimo de 1.00m * 1.00 m y de igual manera su área de acero.



Una perspectiva del diseño a colocarse para los ventiladores, está en la siguiente Figura

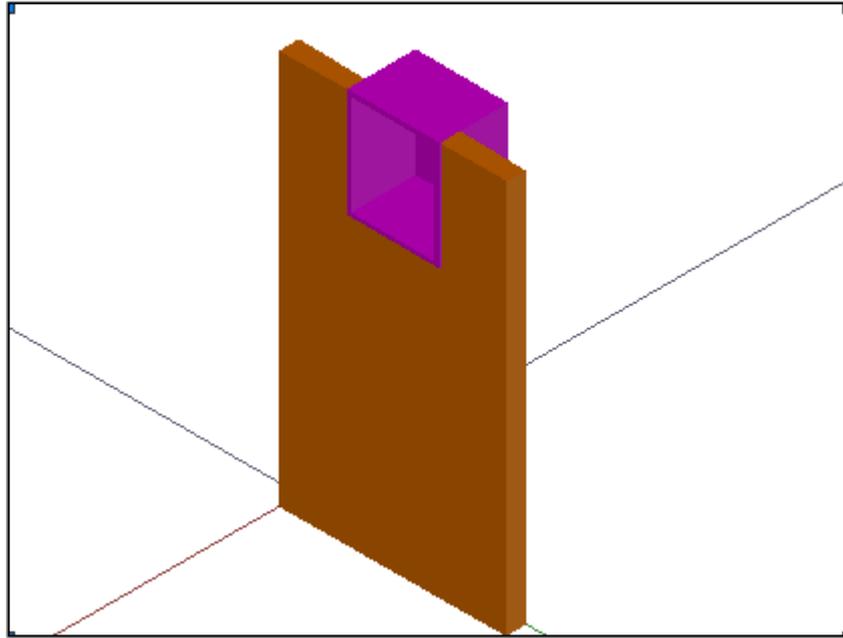


Figura No. 6.7 Perspectiva del diseño de soporte de los ventiladores

Los sitios donde se ubicarán los ventiladores, se muestran en el Anexo 19. Además se debe considerar los accesorios que se necesitan para la instalación del ventilador y se consultó con expertos de sistemas de ventilación de las empresas: Soler & Palau y Megafrió y entre estos son:

Control de temperatura: El más utilizado por las empresas es el TC-900E2HP de la empresa Full Gauge.



Figura No. 6.8 Control de temperatura TC-900E2HP
Fuente: <http://www.fullgauge.com/es/productos-tc-900e-2hp>

El control de temperatura ambiente cuenta con un setpoint normal y un setpoint económico, además de la funcionalidad de congelamiento rápido y

funciones de alarma indicando puerta abierta. Su principal característica es poseer un potente relé para accionar compresores de hasta 2HP y su salida para deshielo tiene una capacidad de corriente de 10 A. Los productos de la línea Evolution presentan frontal con IP-65, tecla Flatec para facilitar el acceso a las funciones, display con cuatro dígitos y accesorios exclusivos* como la llave de programación EasyProg y la tapa protectora Ecase.

Dimensiones: 71 x 28 x 71 mm

Contactor: Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En la Figura No. 6.9 se muestra el contactor seleccionado y disponible en el país.



Figura No. 6.9 Contactor Schneider Electric 220v

Fuente:http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-410530600-contactor-schneider-electric-220v-9a-408966297-_JM

Selector: Un selector eléctrico rotativo tiene la función de abrir o cerrar contactos de acuerdo a una posición seleccionada de manera manual. En cuanto al estado que guardan los contactos es necesario contar o elaborar una tabla de cada posición ya que pueden existir infinidad de combinaciones. En la Figura No. 6.10 se muestra el selector seleccionado y disponible en el país.



Figura No. 6.10 Selector 3 posiciones Schneider
Fuente: <http://listado.mercadolibre.com.ec/selector-electrico>

Tablero de distribución: Estos tableros son utilizados para la alimentación de cargas y receptáculos en instalaciones eléctricas comerciales industriales y de servicio, con tensiones de operación de 480 V c.a.. El tablero elegido es un Square-D para sistemas de 3 fases 4 hilos con acometidas a interruptor principal de 125 a 600 A., se muestra en la Figura No. 6.11



Figura No. 6.11 Tablero de distribución
Fuente: grupoascencio.com/wp-content/uploads/2015/03/squared.pdf

6.9 Costo económico del diseño de ventilación

Para la realización del costo de la propuesta de ventilación, se consultó en internet (cuyas referencias se colocaron oportunamente) y con expertos de Megafrió y Soler & Palau, que proporcionaron los valores respectivos, pero no se pudo obtener proformas, pues solamente se las dan a empresas certificadas.

El cable a utilizar es un cable sólido 3 x 10, cuyas longitudes a utilizar, dependen de la ubicación del tablero de distribución, que va a ser colocado a 17 m de la pared de inicio de la planta de producción (Anexo 19), son:

Tabla No. 6.5 Cantidad de cable a utilizar

#	Equipos a conectarse	Cantidad (m)
1	Ventilador 1	3.73
2	Ventilador 2	24.44
3	Ventilador 3	49.22
4	Ventilador 4	55.00
5	Controladores de temperatura (4)	20.00
	Total	152.39

Con aproximación por pérdidas se necesitan 160 m de cable, el cual tiene un precio de \$ 2.50 c/m. El presupuesto de la obra civil para colocar los ventiladores está en el Anexo 20. La tabla que sintetiza los costos de materiales y equipos es la siguiente:

Tabla No. 6.6 Costo diseño de ventilación

#	Elemento	Costo Unitario	Cantidad	Total
1	VentiladorSB-1L30-7 Greenheck	\$ 1053.36	4	\$ 4213.44
2	Control de temperatura TC-900E2HP	\$ 80.00	4	\$ 320.00
3	Contactador Schneider Electric 220v	\$ 50.00	4	\$ 200.00
4	Selector 3 posiciones Schneider	\$ 10.00	4	\$ 40.00
5	Tablero de distribución Square-D	\$ 60.00	1	\$ 60.00
6	Cable sólido 3x10	\$ 2.50	160	\$ 400.00
7	Obra civil para ventiladores	\$ 1000.38	1	\$ 1000.38
8	Mano de obra, instalación eléctrica	\$ 300.00	1	\$ 300.00
	TOTAL			\$ 6533.82

6.10 Desarrollo de la propuesta fatiga

Se define como cansancio a la pérdida de fuerzas por el trabajo excesivo; la fatiga es el cansancio que se manifiesta por sus efectos. Cuando a un hombre le falta el aliento y respira con dificultad, tiene fatiga. Esta es un efecto visible del

cansancio lo cual conlleva a una disminución de su rendimiento, por lo cual se requiere de un descanso o recuperación física.

Marco Legal: Se basa en el Decreto Ejecutivo 2393, Título I Disposiciones generales, Art. 15, Núm. 2.2: “Los planos de las áreas de puestos de trabajo, que en el recinto laboral evidencien riesgos que se relacionen con higiene y seguridad industrial incluyendo además, la memoria pertinente de las medidas preventivas para la puesta bajo control de los riesgos detectados” (Decreto Ejecutivo, 1986)

6.10.1 Causas de la fatiga

La principal causa de la fatiga es la carga física o requerimientos físicos a los que se ve sometidos los trabajadores durante su jornada de trabajo y que básicamente se dividen en tres aspectos:

- Los esfuerzos físicos
- La postura de trabajo
- La manipulación de cargas

6.10.2 Los esfuerzos físicos

Se tiene un esfuerzo físico cuando se desarrolla una actividad muscular, que implica el consumo de gran cantidad de energía y aumenta los ritmos respiratorio y cardíaco, según el grado de importancia de la tarea.

La prevención de los sobre esfuerzos físicos, favorece el menor consumo de energía y regula los ritmos respiratorios y cardiacos en niveles normales. Como el trabajo de curtiduría requiere de un sobreesfuerzo constante en la mayoría de sus áreas, se propone la realización de pausas activas, para mejorar la salud y eficiencia personal.

Objetivo: Realizar pausas activas programados que permitan relajarse al sistema musculoesquelético para evitar enfermedades profesionales.

La responsabilidad de realizarlo recae en el Jefe de Producción y lo que se busca es realizar ejercicios de movilidad, estiramiento, tonificación muscular y/o ejercicios aeróbicos entre leve a moderados. Según el Ministerio de Salud Pública de EEUU (Promoting Physical Activity: A guide for Community Action. U.S. Department of Health and Human Services), los beneficios de la gimnasia laboral tienen relación con la dosis (cuanta más cantidad, mayores son los beneficios) y son: (Cardiosalud.org, 2015):

- Mejora la imagen corporativa
- Mejora relaciones con la comunidad
- Mejora en la satisfacción del trabajo
- Mejora en la moral de los trabajadores
- Mejora en la cantidad y calidad de la producción
- Disminución en los costos de reclutamiento y re-entrenamiento
- Disminución de los días y horas laborales perdidos
- Menor cantidad de accidentes laborales
- Mejora en capacidad de trabajadores del manejo del estrés
- Disminución del nivel de conflicto en el trabajo

Efectos que van más allá de los directos en la salud, como lo son la asistencia laboral, el estrés y la satisfacción laboral pueden tener gran costo-efectividad en reducir gastos en salud e incapacidad. La importancia no radica sólo en el aumento de actividad física laboral sino también en disminuir el tiempo en actividades sedentarias.

Horario: Programar con el jefe de producción para buscar el momento más adecuado, según la carga de trabajo de la jornada, pero que sea un mínimo de dos pausas por día

La pausa activa, se puede programar de acuerdo a la siguiente figura, que corresponde a una programación a largo plazo.

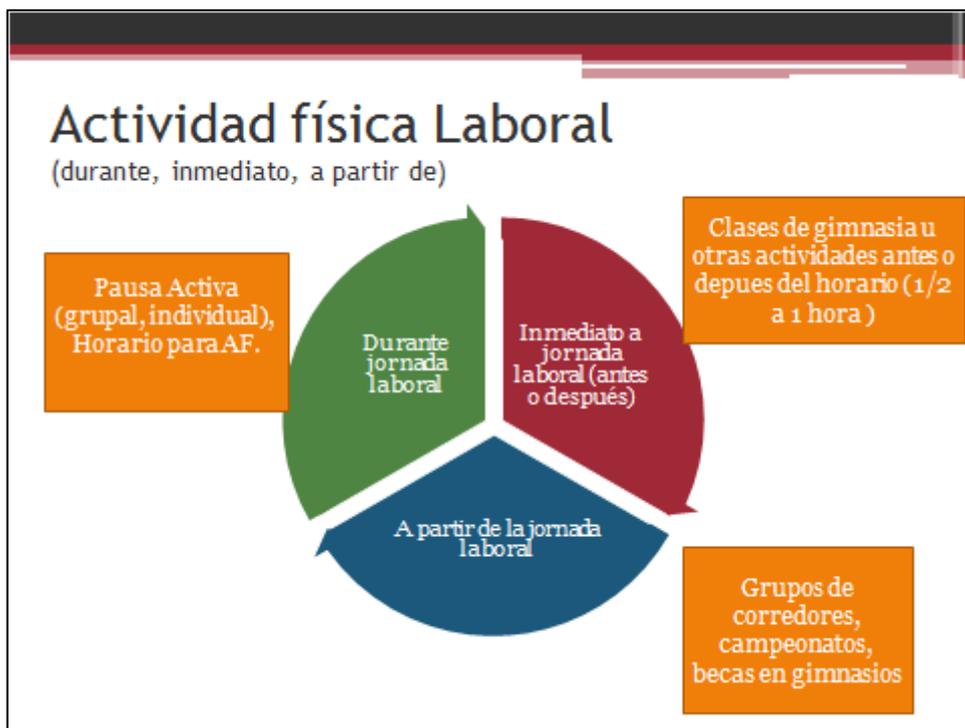


Figura No. 6.12 Pausas activas laborales
Fuente: (Cardiosalud.org, 2015)

Responsabilidades:

Jefe de Producción:

- Revisar y aprobar el presente documento

Encargado de seguridad:

- Elaborar el documento respectivo para su revisión y aprobación
- Planificar junto al Jefe de producción la hora adecuada para evitar conflictos
- Ejecutar las pausas activas y evaluar su efectividad

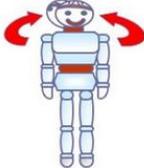
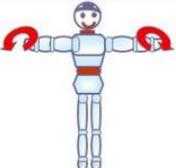
Trabajadores:

- Participar activamente en la realización de las pausas activas
- Aportar con una retroalimentación para ir mejorando las pausas

Técnica:

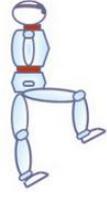
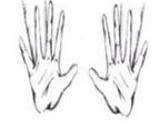
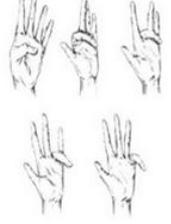
En el momento adecuado se retiran los equipos de protección personal –si fuera el caso- y en el patio de la empresa o en sus mismos sitios de trabajo se procede a realizar las rutinas siguientes:

Tabla No. 6.7 Pausas Activas Ejercicios # 1

# Pausa	Pausas Activas Ejercicios
1	 <p>1. Lleve el mentón a tocar el pecho, realizando movimientos de la cabeza hacia la derecha e izquierda en forma de péndulo.</p>
2	 <p>2. En posición inicial realice movimientos de la cabeza inclinando hacia el lado derecho e izquierdo con el oído a tocar el hombro.</p>
3	 <p>3. Con espalda recta piernas separadas y cabeza alineada suba y baje los hombros.</p>
4	 <p>4. Con los brazos extendidos hacia los lados y a altura de los hombros realice giros hacia adelante y atrás.</p>
5	 <p>5. Con espalda recta y brazos extendidos al frente doble los codos hasta tocar los hombros.</p>
6	 <p>6. Asumiendo la postura Inicial, realice inclinaciones con el tronco de izquierda a derecha.</p>

Fuente: <http://pausasactivasempresariales.blogspot.com/>

Tabla No. 6.8 Pausas Activas Ejercicios # 2

# Pausa	Pausas Activas Ejercicios	
7		7. Doble la rodilla y llévela a tocar el pecho y bájela nuevamente y cambie de pierna.
8		8. Con espalda recta, brazos estirados al frente piernas ligeramente separadas doble las rodillas baje y suba lentamente, sin separar los pies del suelo. 9. Con espalda recta párese en punta de pies y después en talones.
9		10. Con los brazos extendidos al frente y manos empuñadas realice el movimiento lentamente girando los brazos empuñados.
10		11. Extienda los brazos, hacia el frente empuñe y abra manos.
11		12. Extienda los brazos, hacia el frente empuñe las manos y realice movimientos hacia arriba y hacia abajo.
12		13. Con los brazos extendidos hacia delante manos abiertas y dedos extendidos, separe y una los dedos
13		14. Lleve los pulpejos de los dedos a tocar el pulpejo del pulgar. Realícelo en ambas manos.

Fuente: <http://pausasactivasempresariales.blogspot.com/>

Más ejercicios de pausas activas se encuentran en el Anexo 21.

6.10.3 La postura del trabajo

Las diversas posturas que se asumen en las curtidorías, son desfavorables, pues no sólo contribuyen a que el trabajo sea más pesado y desagradable, adelantando la aparición del cansancio, sino que a largo plazo pueden tener consecuencias más graves.



Gráfico No. 6.1 Posturas de trabajo Curtiduría Hidalgo

Las posturas forzadas se dan cuando las articulaciones no se encuentran en posiciones neutras y si se mantienen durante largos periodos, provocan tensiones musculo esqueléticas, como se muestra en la siguiente Figura. (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

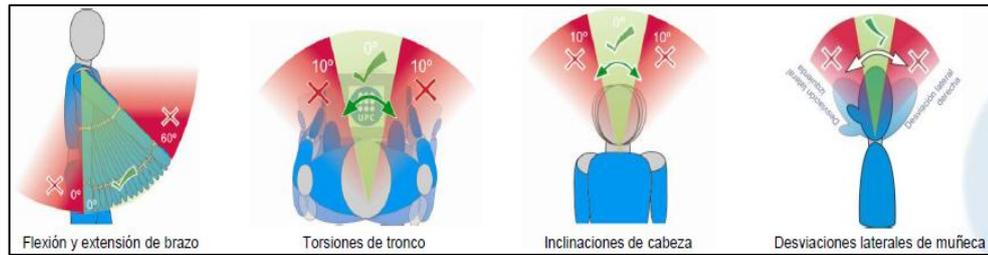


Figura No. 6.13 Posturas forzadas
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

Las posturas neutras, no solo es una postura o posición de una articulación, sino un rango de posturas donde los músculos trabajan adecuadamente y la articulación está bien alineada y por lo general coinciden con el punto medio del movimiento de la articulación.

Beneficios de adoptar las posturas neutras de trabajo:

- Realizar trabajos aumentando la eficiencia
- Minimizar la tensión de músculos, tendones, nervios y huesos
- Permitir mayor control sobre la tarea

Objetivo: Adoptar posturas neutras que permitan evitar lesiones musculoesquelético y mejorar la eficiencia del trabajo.

Responsabilidades:

Jefe de Producción:

- Revisar y aprobar el presente documento

Encargado de seguridad:

- Elaborar el documento respectivo para su revisión y aprobación
- Planificar junto al Jefe de producción la supervisión de la aplicación del método propuesto
- Capacitar y supervisar la aplicación del método de postura neutra

Trabajadores:

- Participar activamente en la ejecución de la postura neutra

- Aportar con una retroalimentación para ir mejorando las posturas neutras

Técnica:

Se aplica el método de la postura neutra de la Politécnica de Cataluña (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

1.- Postura neutra cabeza y cuello:

Siempre que sea posible, la cabeza y el cuello tienen que situarse alineados con el tronco o dentro del rango de movimientos aceptables.

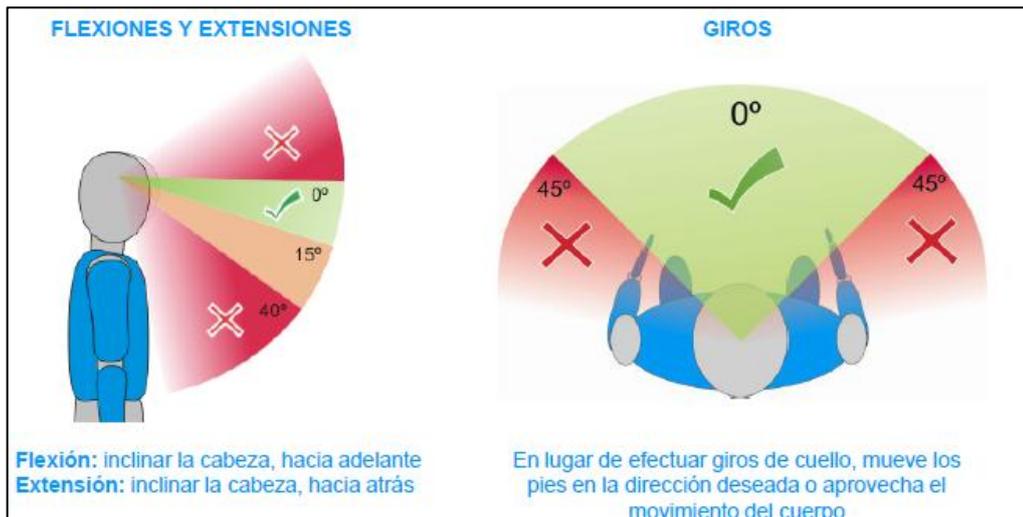
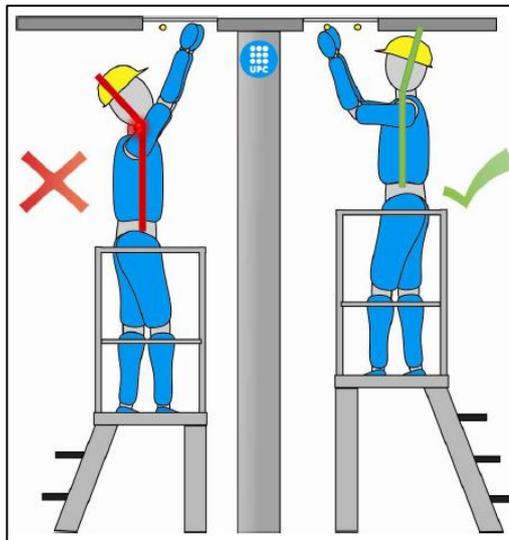


Figura No. 6.14 Postura neutra cabeza y cuello I
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)



Figura No. 6.15 Postura neutra cabeza y cuello II
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

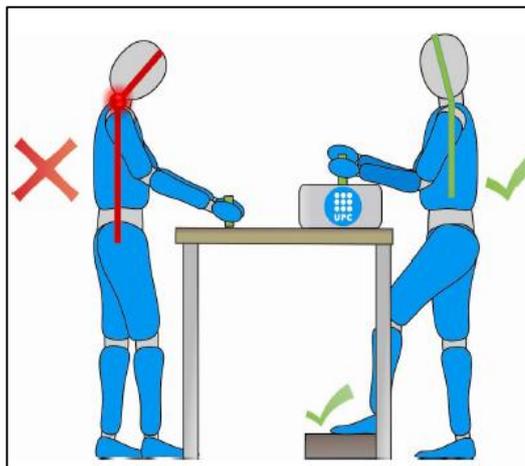
- Trabaja en alturas adecuadas para evitar flexiones y extensiones de cuello, se debe utilizar mecanismos si es necesario
- Orientar el cuerpo hacia la tarea a realizar para evitar giros de cuello innecesarios



- Trabajar a la altura correcta ayudará a evitar las posturas forzadas.

- Utilizar elementos mecánicos (escaleras de mano, plataformas) que faciliten la adopción de posturas neutras

Figura No. 6.16 Postura neutra cabeza y cuello III
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)



- Reducir las flexiones de cuello trabajando a la altura correcta.

- Si la altura del trabajo es baja, colocar objetos estables que le permitan trabajar a la altura adecuada

Figura No. 6.17 Postura neutra cabeza y cuello IV
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

2.- Postura neutra hombro y brazo:

Siempre que sea posible, los brazos se tienen que situar cercanos al cuerpo y los codos, por debajo de los hombros.

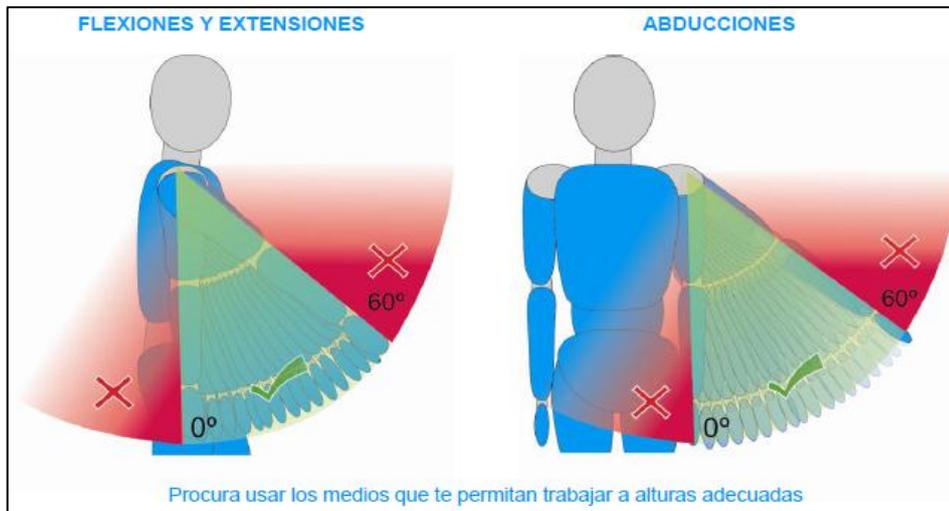


Figura No. 6.18 Postura neutra hombro y brazo I
 Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

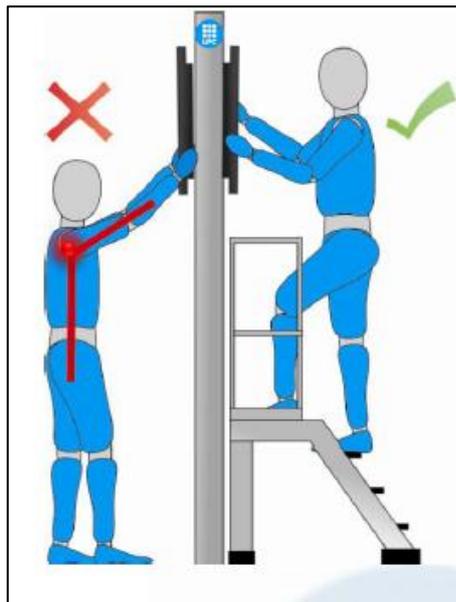


Figura No. 6.19 Postura neutra hombro y brazo II
 Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

Cuando se tenga que realizar tareas en altura:

- Usar escaleras que permitan trabajar sin levantar los codos por encima de los hombros, como es el caso del trabajo en los bombos, a los cuales hay que acoplar escaleras para facilitar la colocación de las pieles y de las

escaleras para colocar los químicos, que deben situarse de tal forma que no se forcé el colocar los químicos.

- Si no es posible, realizar pausas o cambios de actividad que les permitan relajar los grupos musculares que se ponen en tensión.

3.- Antebrazo, muñeca y mano:

Siempre que sea posible el antebrazo, la muñeca y mano tienen que situarse alineados.

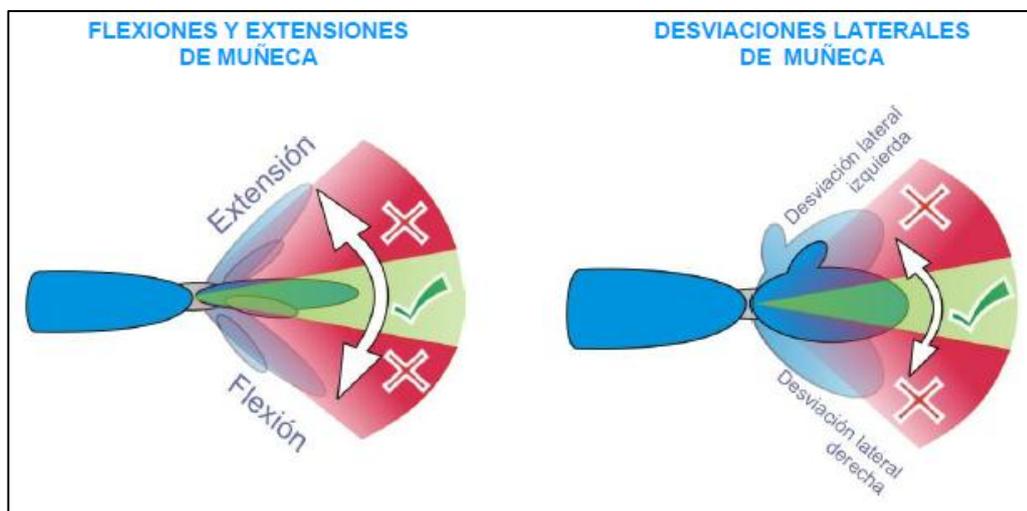


Figura No. 6.20 Postura neutra antebrazo, muñeca y mano I
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)



Figura No. 6.21 Postura neutra antebrazo, muñeca y mano II
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

Utilizar siempre que sea posible herramientas eléctricas portátiles; aplicar estos métodos sobre todo en la sección e pintura a mano y acabados.

Al empujar o arrastrar una carga, hacerlo a la altura correcta, para evitar la adopción de posturas forzadas.

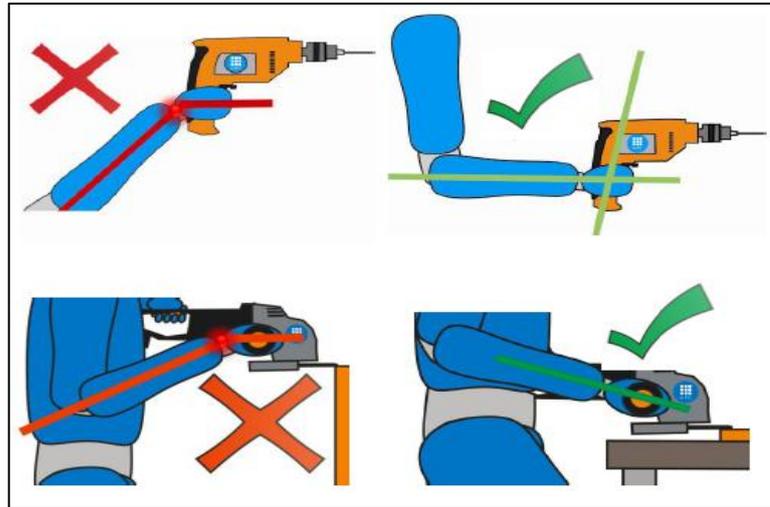


Figura No. 6.22 Postura neutra antebrazo, muñeca y mano III
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

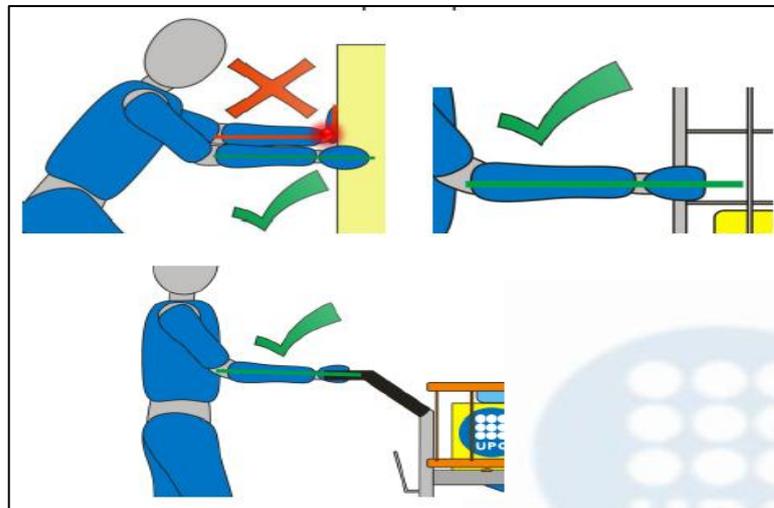


Figura No. 6.23 Postura neutra antebrazo, muñeca y mano IV
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

4.- Tronco:

Siempre que sea posible evitar las flexiones, las rotaciones y las inclinaciones excesivas. No inclinarse para coger materiales que se encuentran lejos de su posición de trabajo de manera forzada, se debe acercarse al objeto.

Estas posiciones son críticas a nivel de la curtiduría, ya que todos los procesos de producción tienen estas posiciones forzadas y se debe recalcar el entrenamiento para evitar problemas músculo-esqueléticos

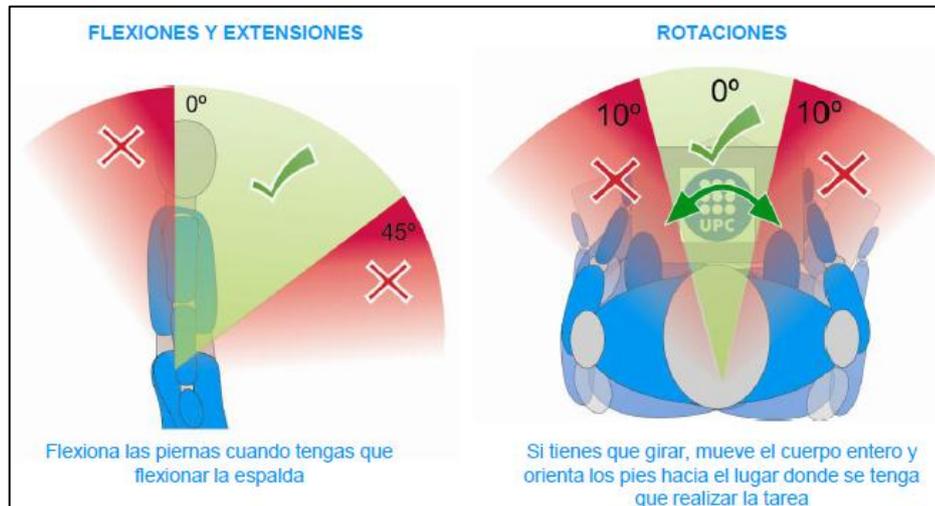


Figura No. 6.24 Postura neutra tronco I
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)



Figura No. 6.25 Postura neutra tronco II
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

Se debe regular la altura del plano del trabajo y si se trabaja en alturas se debe evitar la flexión del tronco y así evitar la sobrecarga en la zona lumbar.

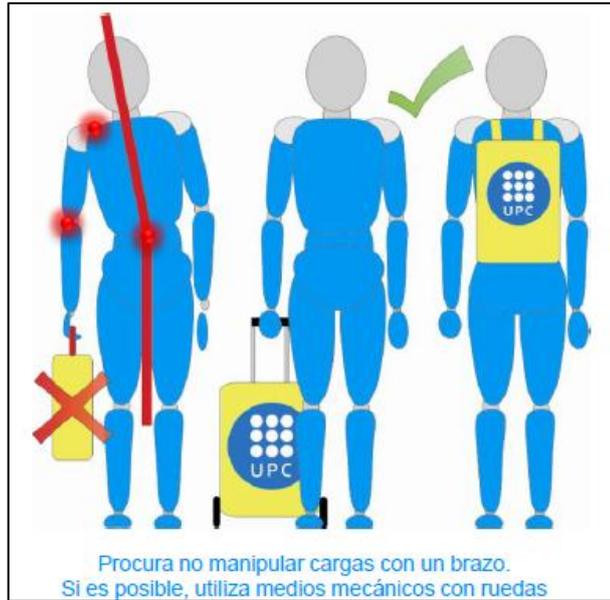


Figura No. 6.26 Postura neutra tronco III
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

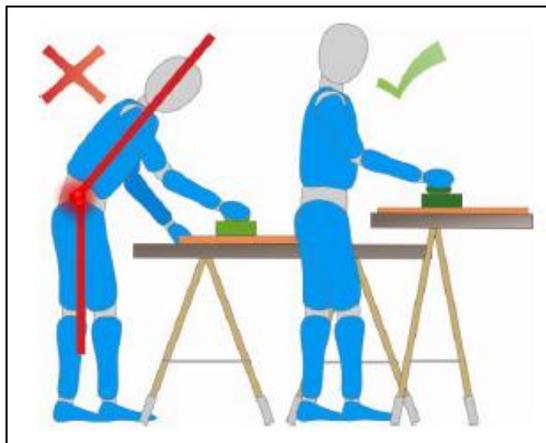


Figura No. 6.27 Postura neutra tronco IV
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)



Figura No. 6.28 Postura neutra tronco V
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

4.- Otras posturas:

Existen otras posturas que pueden causar lesiones musculoesqueléticas, como son:

Trabajos en posición agachada: Si los trabajos requieren que se adopte la posición agachada, se debe tomar en cuenta lo siguiente.

- Usar rodilleras o alfombras
- Alternar la pierna de apoyo
- Usar banquetas que permitan no tener que arrodillarse

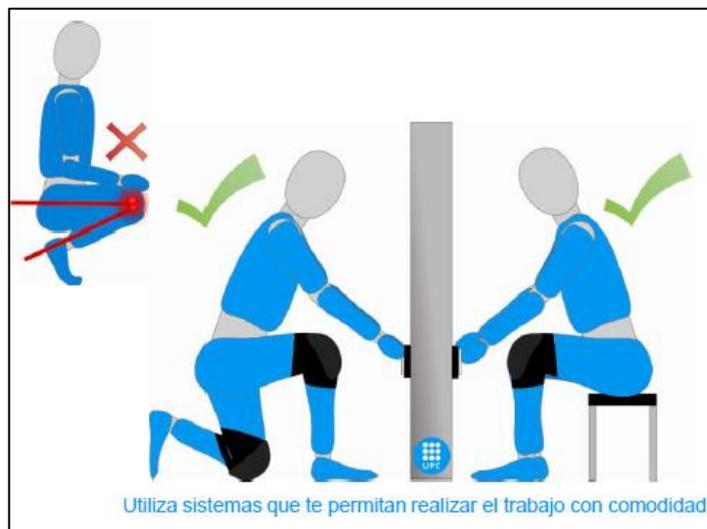


Figura No. 6.29 Postura neutra otras posturas I
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

Trabajo en posición estática: Cuando se debe trabajar en posición estática, hay que tener en cuenta:

- Procurar tener una pierna adelantada respecto a la otra e ir alternando el pie adelantado
- En la medida de lo posible apoyar el pie en una superficie elevada.

Alternar los trabajos que requieran posiciones estáticas con tareas dinámicas o tareas que permitan relajar los músculos que han estado en tensión.



Figura No. 6.30 Postura neutra otras posturas II
Fuente: (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011)

6.10.4 La manipulación de cargas

Se entiende por manipulación de cargas a cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por varios trabajadores que por sus características inadecuadas entraña riesgos musculo esqueléticos a los trabajadores. Entendiéndose por carga a cualquier objeto posible de ser movido y que puede ser animado como inanimado.

Muchas lesiones como hernias o lumbagos son consecuencia de esfuerzos físicos anormales o excesivos y según el Decreto Ejecutivo 2393, indica con precisión lo que se debe realizar para evitar sobreesfuerzos físicos; y en el Capítulo V, art 128, dice:

- El transporte o manejo de materiales en lo posible deberá ser mecanizado, utilizando para el efecto elementos como carretillas, vagonetas, elevadores, transportadores de bandas, grúas, montacargas y similares.
- Los trabajadores encargados de la manipulación de carga de materiales, deberán ser instruidos sobre la forma adecuada para efectuar las citadas operaciones con seguridad.

- Cuando se levanten o conduzcan objetos pesados por dos o más trabajadores, la operación será dirigida por una sola persona, a fin de asegurar la unidad de acción.
- El peso máximo de la carga que puede soportar un trabajador será el que se expresa en la tabla siguiente:

Varones hasta 16 años.....35 libras

Mujeres hasta 18 años.....20 libras

Varones de 16 a 18 años.....50 libras

Mujeres de 18 a 21 años.....25 libras

Mujeres de 21 años o más.....50 libras

Varones de más de 18 años.....Hasta 175 libras.

- No se deberá exigir ni permitir a un trabajador el transporte manual de carga cuyo peso puede comprometer su salud o seguridad.
- Los operarios destinados a trabajos de manipulación irán provistos de las prendas de protección personal apropiadas a los riesgos que estén expuestos.” (Decreto Ejecutivo, 1986).

Objetivo: Diseñar procedimientos que permitan capacitar a los trabajadores en el manejo seguro de cargas, para evitar afecciones musculo esqueléticas.

Responsabilidades:

Jefe de Producción:

- Revisar y aprobar el presente documento

Encargado de seguridad:

- Elaborar el documento respectivo para su revisión y aprobación
- Planificar junto al Jefe de producción la supervisión de la aplicación del método propuesto
- Capacitar y supervisar la aplicación del método de manipulación de carga y evaluar sus resultados.

Trabajadores:

- Participar activamente en el entrenamiento y evaluación respectiva
- Aportar con una retroalimentación para ir mejorando el método de manipulación de cargas.

Técnica:

Se aplica “La Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas INSHT” (INSHT, 2000)

Pasos a seguir para levantar una carga:

1.- Planificar el levantamiento:

- Seguir las indicaciones del embalaje acerca de los posibles riesgos de la carga: un centro de gravedad inestable, materiales corrosivos, etc.
- Si no hay indicaciones en el embalaje, observar bien la carga (forma, tamaño, posibles puntos peligrosos, etc) Probar a alzar primero de un lado.
- Tener previsto la ruta de transporte y el punto de destino final del levantamiento, retirar los materiales que entorpezcan el paso.



Figura No. 6.31 Planificar el levantamiento
Fuente: (INSHT, 2000)

2.- Colocar los pies

3.- Adoptar la postura de levantamiento

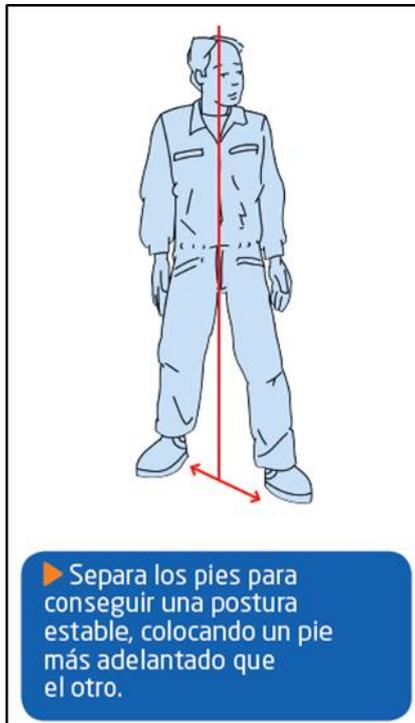


Figura No. 6.32 Colocar los pies, adoptar postura levantamiento
Fuente: (INSHT, 2000)

En el proceso de arrastre de pieles, cogen las pieles pelambradas y las dividen en bandas, no tienen una técnica de terminada y realizan sobreesfuerzos.



Figura No. 6.33 Obtención de bandas
Fuente: Curtiduría Hidalgo

- 4.- Agarre firme
- 5.- Evitar los giros
- 6.- Carga pegada al cuerpo



Figura No. 6.34 Agarre Giros Carga
Fuente: (INSHT, 2000)



Figura No. 6.35 Arrastre de pieles
Fuente: Curtiduría Hidalgo

Para el levantamiento de pieles, se trabajará en equipo para distribuir el peso de las pieles, cada uno se colocará por el costado respectivo y a una señal la piel será levantada, para evitar esfuerzos innecesarios. Se tiene que rotar de lugar cada 10 sacadas de pieles, para equilibrar el trabajo

7.- Depósito de la carga

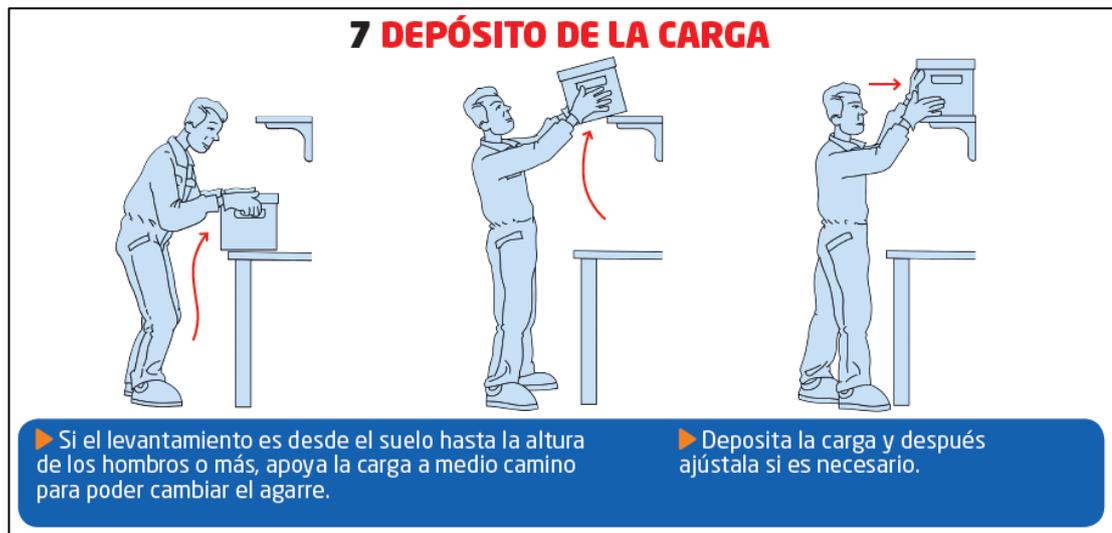


Figura No. 6.36 Depósito de la carga
Fuente: (INSHT, 2000)

6.11 Conclusiones y Recomendaciones de la propuesta

Conclusiones

- De acuerdo al estudio realizado se determinó que existe disconfort térmico en la Curtiduría y de acuerdo a los propietarios de la empresa se diseñó un sistema de ventilación, que consta de 4 ventiladores principales situados en la pared contraria a los accesos, que crearán una presión positiva, que llevará a que el aire caliente de la empresa salga por las puertas de acceso a la planta de producción, llevándose consigo la temperatura de disconfort a más de diluir el olor típico de la empresa, que a pesar de que trabaja con químicos, no es muy fuerte, pues dosifican adecuadamente los productos; logrando de esta manera confortabilidad en todo sentido a sus trabajadores.
- El diseño realizado consta también de controladores de temperatura, que se colocarán encima de los puestos de trabajo, para regular de mejor manera el momento que se necesite la presencia de aire fresco.
- Para la instalación de los ventiladores, se diseñó una obra civil, para asegurar su colocación, se determinó los accesorios necesarios para su funcionamiento y el costo total de los 4 ventiladores (tres en la planta baja de producción y uno en el altillo de acabados) con su respectiva mano de obra asciende a \$ 6,533.82, que a decir del propietario de la empresa los va a colocar en el próximo año.
- La fatiga está presente en la mayoría de procesos de la empresa y para esto se diseñó un sistema de descanso y entrenamiento que consta de: pausas activas, posturas de trabajo y levantamiento de cargas, que van a permitir recuperarse a los trabajadores, adoptar nuevas formas de posturas a los empleados y evitar enfermedades musculó esqueléticas en ellos.
- La correcta aplicación de estas rutinas, permitirá mejorar la salud física y mental de los trabajadores, lo cual va a redundar en un mejor rendimiento de la producción.

Recomendaciones

- La colocación de los ventiladores mejorará el ambiente de trabajo, permitiendo a los trabajadores laborar en un ambiente de confort térmico, evitando de esta manera que disminuya el rendimiento, por lo cual es altamente necesario su implantación.
- Los controladores de temperatura permitirán que los ventiladores solamente funcionen cuando es necesario, por lo tanto se tendrá ahorro de energía, por lo tanto se recomienda su instalación.
- El costo de instalación del sistema de ventilación no es muy alto, y es altamente recomendable su instalación y el propietario se compromete a instalarlo en el próximo año.
- Se recomienda la implantación de las pausas activas y el entrenamiento y evaluación de las posturas de trabajo y levantamiento de cargas, lo cual evitará la presencia de enfermedades profesionales y mejorará el índice de fatiga presentado por los trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabaleiro Portela, V. (2010). Prevención de Riesgos Laborales, Normativa de Seguridad e Higiene en el puesto de trabajo. En V. M. Cabaleiro Portela, & Ideaspropias (Ed.), *Prevención de Riesgos Laborales, Normativa de Seguridad e Higiene en el puesto de trabajo* (pág. 244). Vigo, España: Ideaspropias.
- (INSHT), I. N. (2015). *Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos*. Documento, INSHT, Madrid .
- Álvarez, L. I., & Pineda, Y. (Noviembre de 2008). Manejo integral de la exposición ocupacional a sobrecarga térmica. *Tesis Especialista Salud Ocupacional*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Arce-Espinoza, L., & Rojas -Súarez, L. (Junio 2007). Trabajadores costarricenses expuestos a sobrecarga térmica; implicaciones en la salud y la producción. *Enfermería en Costa Rica*, .
- Arroyo, F. V. (2013). *Termotecnia*. Obtenido de Cátedra. Educativa de Salud y Seguridad Laboral en ambientes térmicos: https://scholar.google.com/scholar?start=10&q=confort+termico+laboral&hl=es&as_sdt=0,5
- Barba, S. (Julio de 2011). Gestión Técnica del Riesgo de Estrés Térmico por exposición a calor en la lavandería, cocina y sala de esterilización del Hospital VOZANDES de Quito. *Tesis de Maestría, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Behrens, R. (2013). *Análisis de desempeño térmico y lumínico en edificios de oficina a partir de monitoreo experimental*. Tesis, Universidad Internacional de Andalucía, Andalucía.

- Boutet, L., Hernández, L., & Jacobo, J. (Marzo de 2012). Auditorías Higrotérmicas y luminínicas de dos edificios escolares. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 15(1), 29-36.
- Brito, E., & Molina, D. (2015). *Mejoramiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y visual de los multifamiliares del IESS de la ciudad de Cuenca*. Tesis, Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Bustamante, W., Encinas, F., Otarola, R., & Pino, A. (Diciembre de 2012). Análisis de Estrategias para Confort Térmico y Lumínico de Edificios en diferentes climas de la zona central de Chile. *Fabricación y Construcción*(82), 112-115.
- Camacho Fagúndez, D. I. (2013). Estrés Térmico en Trabajadores Expuestos al Área de Fundición en una Empresa Metalmeccánica, Mariara. *Scielo, Ciencia y Trabajo*, 31-34.
- Cardiosalud.org. (Abril de 2015). *Comisión Honoraria para la Salud Cardiovascular*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2016, de Pausa activa para ambientes laborales: <http://cardiosalud.org/programas/actividad-fisica-y-salud/pausa-activa-para-ambientes-laborales>
- Carrasco, H. (Abril de 2014). Fatigue Risk Management: Análisis de la factibilidad para performance, servicio integral de Gestión de Fatiga en minería. *Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*. Santiago, Chile: Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Castilla, N., Gimenez, B., & Martinez, A. (2011). *Cálculo según el método de los lúmenes*. Informe, Construcciones Arquitectónicas.
- Castillo, J., & Orozco, A. (Junio de 2012). Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a condiciones térmicas extremas. *Salud de los Trabajadores*, 18(1), 17-33.
- Censos, I. N. (2013). *Actividades Económicas de la Población*. INEC. Quito: INEC.

- Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, INSHT. (2013). *Calor y Trabajo-Prevención de riesgos laborales debido al estrés térmico*. Recuperado el 15 de Agosto de 2016, de www.navarra.es/NR/rdonlyres/...0A6D.../calorytrabajoprofesional.pdf
- Comunidad Andina. (2005). Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución 957.
- Constituyente, A. (2008). Constitución del Ecuador. Quito, Ecuador: Registro Oficial.
- CTAIMA. (Julio de 2007). *Trabajar con calor aumenta el riesgo de accidentes de trabajo. Caso real de trabajador de la construcción*. Obtenido de El Portal de la Coordinación Empresarial.com : El Portal de la Coordinación Empresarial.com, (2007, Julio). “Trabajar con calor aumenta el riesgo de accidentes de trabajo. Chttp://www.coordinacionempresarial.com/trabajar-con-calor-aumenta-el-riego-de-trabajo-caso-real-trabajador-de-construccion/
- Decreto Ejecutivo. (1986). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo Decreto 2393. Quito, Ecuador.
- DELTA OHM SRL. (2013). Manual de instrucciones de DELTALOG10. Roma: Delta OHM.
- España, M. d. (1983). *NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo*. Normativa, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid.
- España, M. d. (1983). *NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación*. Normativa, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid.
- España, M. d. (1984). *NTP 242: Ergonomía: análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas*. Normativa, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, Madrid.

- F.G., A. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Obtenido de Fideas G. Arias Odón: http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=y_743ktfK2sC&oi=fnd&pg=PA11&
- Fernández, P. S., & Pértegas Díaz, S. (2002). *Investigación cuantitativa y cualitativa*. Obtenido de Cad Aten Primaria: P. Fernández, S., & Pértegas Díaz, S., "Investigación cuantitativa y cualitativa", Cad Aten Primaria http://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp
- FiberGlass. (Septiembre de 2016). Obtenido de FiberGlass: http://fiberglasscolombia.com/cc_item/confort-acustico-y-termico/
- Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial. (2015). *La Seguridad Industrial. Fundamentos y Aplicaciones*. Madrid: Ministerio de Industria y Energía MINER.
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*. Obtenido de http://www.iupuebla.com/Maestrias/M_E_GENERO/MA_Maestria_Genero/Jose_Miguel_Velez/Tipos%20de%20investigacion.pdf.
- GREENHECK. (2004). *Ventiladores axiales para paredes. Transmisión por Correa o Directa*. Schofield: Greenheck.
- GREENHECK. (2 de Agosto de 2007). *Fundamentos de Ventilación*. Schofield, Wisconsin, USA.
- Guasch Farrás, J. (2001). Iluminación. En O. I. Trabajo, & J. Stellman (Ed.), *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO* (pág. 20). Madrid, España: Chantal Dufresne.
- IESS, C.D. 513. (4 de Marzo de 2016). *Reglamento del Seguro General de Riesgo del Trabajo*. Quito, Ecuador.
- Iluminación, C. I. (Septiembre de 2016). Obtenido de CIE: <http://www.cie.co.at>

Industrial, H. (Septiembre de 2014). *que_es_la_higiene_industrial*. Obtenido de www.uv.es/sfpenlinia/cas/231_qu_es_la_higiene_industrial.html

INSHT. (2000). *Manipulación manual de cargas. Guía técnica del INSHT*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2016, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: www.insht.es/MusculoEsqueleticos/Contenidos/.../GuiatecnicaMMC.pdf

INSHT NTP 322. (1997). NTP 322: Valoración del Riesgo de Éstres Térmico: índice WBGT. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

INSHT NTP 922. (2011). NTP: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I). Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. (2011). Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I). INSHT.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (s.f.). *-Calor y Trabajo- Prevención de riesgos laborales debido al estrés térmico por calor*. Obtenido de Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España: https://www.google.com/?client=firefox-b#q=clor+y+trabajo+prevencion+de+riesgos+laborales+debidos+al+estres+termico+por+calor&gfe_rd=cr

Instituto Sindical de Trabajo, A. y. (2013). *Prevención de riesgos en los lugares de trabajo*. Guía de intervención, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, Madrid.

Kanomax. (Enero de 2016). Obtenido de Kanomax-usa: http://www.kanomax-usa.com/manuals/6815_Manual.pdf

- L. Herrera, L., A., M., & G., N. (2008). *Tutoría de la Investigación Científica*. Quito: Empredane.
- Labor Occupational Safety and Health Program UCLA. (16 de Agosto de 2006). *Tailgate Meetings that Work: A Guide to Effective Construction Safety Training*. Recuperado el 09 de 2016, de www.losh.ucla.edu/losh/resources.../Heat-Stress-Checklist-Spanish.pdf
- Labor Occupational Safety and Health Program UCLA. (16 de Agosto de 2006). *Tailgate Meetings that Work: A Guide to Effective Construction Safety Training*. Recuperado el 09 de 2016, de www.losh.ucla.edu/losh/resources.../Heat-Stress-Checklist-Spanish.pdf
- Laszlo, C. (Junio de 2013). Iluminación Adecuada vs. Iluminación Inadecuada. *Ligting Design*.
- Medina, C. J. (2013). Influencia de la fatiga en la productividad del trabajo de los obreros del área de decorado avance de la compañía Tropical Packing Ecuador S.A. en la ciudad de Yaguachi en el año 2012. C. J. Medina, *"Influencia de la fatiga en la productividad del trabajo de los obreros del área de decorado avance de la compañía Tropical Packing Tesis Psicología Industrial*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Meowweather. (Noviembre de 2015). Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ambato#Clima>
- Molina, C., & Veas, L. (Julio de 2012). Evaluación del confort térmico en recintos de 10 edificios públicos de Chile en invierno. *Revista de la Construcción*, 11(2), 27-38.
- Mondelo , P., Gregori, E., & Comas, S. (2013). *Ergonomía 2 Confort y Estrés Térmico* (2 ed.). (E. UPC, Ed.) Barcelona, España: Mutua Universal.

- Mondelo, P., Torada, E., Gómez, M., & González Oscar. (2013). Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas. En P. Mondelo, E. Torada, M. Gómez, G. Oscar, & E. UPC (Ed.), *Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas* (pág. 310). Barcelona, España: Mutua Universal.
- Mondelo, P., Torada, E., Uriz, S., Castejón, E., & Bartolomé, E. (2013). Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico. En P. Mondelo, E. Torada, S. Uriz, E. Castejón, E. Bartolomé, & A. Teórica (Ed.), *Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico* (pág. 200). Barcelona, España: Alfaomega.
- Morales, G., & García, M. (Julio de 2012). Problemas de Confort Térmico en Edificios de Oficinas. Caso Estudio Torre Colpatria en la Ciudad de Bogotá. *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, 10, 11.
- Morales, G., & García, M. (Enero de 2012). Problemas de Confort Térmico en Edificios de Oficinas. Caso estudio: Torre Colpatria en la Ciudad de Bogota. *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, 10(1), 23-27.
- Morales, O. A. (2007). *Fundamentos de la Investigación Documental y la Monografía*. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/16490>.
- NIOSH 182. (1988). NTP 182: Encuesta de autovaloración de las condiciones de trabajo. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- NIOSH. (s.f.). Criteria for a recommended standard. Occupational exposure to hot environments. *Revised Criteria Publicación No. 86*, 113.
- Norma OHSAS 18001. (2015). *La Fatiga Laboral*. Obtenido de Chicago Web Design and Google Blogs Templates: Norma OHSAS 18001, "La Fatiga Laboral";

Chicago Web Design and <http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2012/12/la-fatiga-laboral.html>

Normalización, O. I. (2006). Ergonomía del Ambiente Térmico. En O. I. Normalización, & AENOR (Ed.), *UNE-ISO 7730* (pág. 58). Madrid, España: AENOR.

Normalización, S. E. (2004). *Ventilación Natural de Edificios*. Norma, INEN, Quito.

O.I.T. (2001). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Madrid: Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales.

OBSIE. (Enero de 2005). *OBSIE Observatorio de Seguridad Industrial*. Obtenido de OBSIE, OBSIE Observatorio de Seguridad Industrial, Enero 2005. [En línea]. Disponible: <http://www.obsie.com/imasd/plataforma.asp>.

OHSAS. (2012). *NORMAS OHSAS 18001:2007*. Obtenido de Seguridad y Salud en el Trabajo, "Fatiga Laboral": <http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2012/12/la-fatiga-laboral.html>

OSLAN Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. (2009). *Prevención de Riesgos Laborales*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de http://www.osalan.euskadi.eus/s94-osa0050/es/contenidos/informacion/trabajadores_preencion/es_preencion/trabajadores_preencion.html

Peñafiel, F.-M. (Julio de 2013). Gestión del riesgo asociado al estrés térmico en el proceso de vaciado de pocetas sanitarias de fábrica EDESA. *Tesis Maestría Seguridad Industrial y Salud Ocupacional*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Piñeda, A., & Montes, G. (Diciembre de 2014). Ergonomía Ambiental: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos. *Ingeniería, matemáticas y ciencias de la información*, 1(2), 49-71.

- Prieto, A. (Diciembre de 2012). La Apertura del Espacio de Trabajo. *Fabricación y construcción*, 2(82), 108-111.
- Profesionales, M. d. (2002). *Manual de Seguridad y Salud en Oficinas*. Manual, FREMAP, Madrid.
- Pupo, G., Cañedo, R., Rodríguez, S., Rodríguez, M., & Fernández, D. (Agosto de 2010). Calidad de vida y trabajo. Algunas consideraciones sobre el ambiente laboral de la oficina. *Acimed*, 14(4), 50-62.
- Rioja, U. (2011). *Prevención de Riesgos en trabajo de oficina*. Universidad de La Rioja, Logroño, La Rioja, España.
- Ríos, J. (2011). *Confort térmico y Lumínico para edificios inteligentes*. Tesis, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro.
- Satirnet. (7 de Agosto de 2015). *Vestimenta*. Recuperado el 2016 de Septiembre de 2016, de www.satirnet.com/satirnet/2015/08/07/vestimenta/
- Sebastián, M., Idoate, V., Llano, M., & Almanzor, F. (2008). SOFI-SM: Cuestionario para el análisis de la fatiga laboral física, mental y psíquica. Madrid.
- Sisalema, J. M. (2014). Factores de riesgo ergonómico y la salud laboral en el personal del área de remojo y pelambre de la empresa Curtiduría Tungurahua S.A., de la ciudad de Ambato. *Tesis Maestría en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Social, I. E. (1986). *Decreto Ejecutivo 2393*. Decreto, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Quito.
- Soler & Palau Ventilation Group. (Enero de 2016). *S & P*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2016, de <http://www.solerpalau.es/>
- Srl, D. O. (Enero de 2013). Obtenido de Deltaohm: http://www.deltaohm.com/ver2012/download/HD32.3_M_es.pdf

- Suasnavas, P., Carrera, E., & Salazar, D. (2011). *Consultoría en las oficinas del Gobierno Provincial de Tungurahua*. Consultoría, Gobierno Provincial de Tungurahua, Ambato.
- Tarradellas, J. (2010). *Prevención de riesgos laborales en el trabajo con pantallas de visualización de datos*. (1 ed.). (M. Mutual, Ed.) Barcelona, Madrid: Mc Mutual.
- Trabajo, I. N. (2000). *Evaluación de Riesgos Laborales* . Documento, INSHT, Madrid.
- Trabajo, I. N. (2003). *Evaluación de Riesgos Laborales* . Documento, INSHT, Madrid.
- Trabajo, I. N. (2015). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo*. Guía Técnica, INSHT, Madrid.
- Tungurahua, H. G. (Diciembre de 2015). Obtenido de Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua: <http://www.tungurahua.gob.ec/index.php/la-institucion-hgpt/mision-y-vision>
- UNE-EN ISO 27243. (1995). Norma UNE-EN ISO 27243:1995. *Ambientes Calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el Índice WBGT (ISO 27243:1995)*. Madrid, España: AENOR.
- UNE-EN ISO 7730. (Octubre de 2006). 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 criterio de bienestar térmico local*. Madrid, España: AENOR.
- Universitat de Valencia. (2012). *Curso online de Seguridad y Salud en el trabajo*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de http://www.uv.es/sfpenlinia/cas/231_qu_es_la_higiene_industrial.html

Universitat Politècnica de Catalunya. (Marzo de 2011). Posturas de trabajo. Barcelona, España.

Valerio, A. (2005). *Discriminación de factores de estrés laboral entre ejecutivos y personal operativo en una micro empresa del Valle de México*. Mexico: Administración Contemporánea, Colpamex.org .

Vera, A. (2012). *Cuestionarios*. Recuperado el 15 de Julio de 2016, de factorespsicosociales.com/primerforo/espanol/talleres/Aldo-Vera.pdf:
https://www.google.com/search?q=CUESTIONARIO+DE+FATIGA+F%C3%82SICA+Y+COGNITIVA&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=He0wWJLPMqTI8AeD3r-QDw

Zurita, M. A. (2013). *Identificación y evaluación de confort ambiental en las oficinas administrativas de una firma multinacional de consultoría; y, elaboración de plan de control*. Tesis, Universidad Internacional SEK, Quito.

ANEXOS

Anexo 1 Clasificación de los niveles de consumo metabólico

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 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) concluir 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 baja potencia; paseos ocasionales (velocidad hasta 3.5 km/h)
2 Consumo metabólico moderado	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	165	297	Trabajo de 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 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 cargados 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 un 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 ISO 27243:1995

Anexo 2 Tabla de los valores de referencia del WBGT

Valores de referencia para una condición dada

Clase 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 $1.8 m^2$ W	Persona aclimatada al calor $^{\circ}C$		Persona no aclimatada al calor $^{\circ}C$	
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 el movimiento del aire 26	No sensible el movimiento del aire 22	Sensible el movimiento del aire 23
4	$M > 260$	$M > 468$	23	25	18	20

NOTA.- : Los valores dados han sido establecidos permitiendo un máximo de temperatura rectal de $38^{\circ}C$ para la persona referida

FUENTE: UNE-EN ISO 27243:1995

Anexo 3 Lista de control: Heat Stress Safety Checklist

(Labor Occupational Safety and Health Program UCLA, 2006), realizada en la fábrica.

Lista de Control para el Estrés Debido al Calor*

(De la Labor Occupational Safety and Health Program. -UCLA- Heat Stress Safety Checklist, del 8/16/ 2006 de www.losh.ucla.edu/losh/resources.../heat%20stress/Heat-Stress-Checklist-Spanish.pdf)

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 la siguiente lista de control como guía para asesorar las posibilidades de que se presente el estrés debido al calor en su lugar de trabajo.

Reconocimiento del Peligro

- | Sí | No | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ¿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 checked="" type="checkbox"/> | <input 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? <u>Tendido de cueros al sol en molochk y de celozido</u> |
| | | ¿Cuánto calor hace? <u>20°C a 25°C</u> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ¿El calor es un problema durante todo el día? |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input 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? <u>Toglie ; pigmentador, pintura</u> |

Capacitación

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

- | Sí | No | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 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 checked="" type="checkbox"/> | <input 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 type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Los procedimientos del empleador para responder a los posibles síntomas de enfermedades ocasionadas por el calor |

- Los procedimientos para comunicarse con los servicios médicos de emergencia

Prácticas de Trabajo

Sí No

- Monitorear la temperatura y la humedad del ambiente
 - Monitorear la temperatura de los trabajadores con un instrumento personal para medir el estrés debido al calor
 - Para los trabajos más calientes y laboriosos, rotar a los trabajadores para reducir el riesgo de estrés debido al calor
 - 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)
 - Para los trabajadores nuevos que aun no estén acostumbrados al calor, asignar tareas más ligeras durante la primera semana de trabajo
 - Asegurar que siempre haya agua potable limpia y fría disponible en el área de trabajo****
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
 - Descansos****
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 buena ventilación
 - 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).
 - Asegurar la disponibilidad de provisiones de primeros auxilios
 - Asegurar que los trabajadores sepan cómo comunicarse con los servicios de emergencia
 - 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 sombreada 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.

Ropa y Equipo de Protección Personal

- | Sí | No | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 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 |
| <i>Para ambientes exteriores</i> | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 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 type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Si la temperatura es de más de 95° Fahrenheit, 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 inglés) de por lo menos 15 |

* Versión adaptada del "Tailgate Meetings that Work: A Guide to Effective Construction Safety Training", producido by LOHP

**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 Lista de control para la Fatiga Normal.

Lista de Control para la Fatiga Normal

- | Sí | No | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ¿Se evita el mantenimiento prolongado de una postura o tarea repetitiva? |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ¿Se evita la humedad y el calor y/o el frío? |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | ¿Existe aplicación de fuerza manual excesiva?
¿Cuáles son los trabajos? <u>Estercedora; Pimentador; Barmilao</u>
<u>respedora y dividida, serado y descomedor</u> |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ¿Se tiene un estudio de tiempos y movimientos, estableciendo pausas frecuentes y adecuadas? |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ¿El metabolismo de los trabajadores es adecuado al tipo de trabajo que realizan? |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | ¿Existe mucha carga física estática? |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | ¿Existe mucha carga física dinámica? |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | ¿Hay trabajo físico con movimientos repetitivos? |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | ¿Existen puestos de trabajo que exigen calidad y cantidad de procesos? |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ¿Se ha presentado ausentismo por trabajadores fatigados? |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | ¿Se han presentado lesiones entre los trabajadores? |

Anexo 5 Cuestionario para Estrés Térmico

1. DATOS GENERALES						
Nombre:	Hombre	Mujer	Peso	Estatura	Edad	Tiempo en la fábrica
_____	_____	_____	_____ (Kg)	_____ (cm)	_____ (Años)	_____ (meses)
2. ESTADO TÉRMICO PERSONAL						
PERCEPTIVO	¿Cómo valora la sensación térmica?	EVALUACIÓN AFECTIVA	¿Cómo percibe la temperatura?	PREFERENCIA TÉRMICA	¿Quiere la temperatura del recinto?	
	- Calurosa <input type="checkbox"/> - Calidad <input type="checkbox"/> - Ligeramente cálida <input type="checkbox"/> - Neutra <input type="checkbox"/> - Ligeramente fría <input type="checkbox"/> - Fría <input type="checkbox"/> - Muy fría <input type="checkbox"/>		- Claramente aceptable <input type="checkbox"/> - Aceptable <input type="checkbox"/> - Inaceptable <input type="checkbox"/> - Claramente inaceptable <input type="checkbox"/>		- Más alta <input type="checkbox"/> - Sin cambios <input type="checkbox"/> - Más baja <input type="checkbox"/>	
3. AMBIENTE TÉRMICO						
ACEPTABILIDAD PERSONAL	¿Cómo percibe la calidad del aire?	TOLERANCIA PERSONAL	¿Cómo percibe la intensidad del olor?			
	- Claramente aceptable <input type="checkbox"/> - Aceptable <input type="checkbox"/> - Inaceptable <input type="checkbox"/> - Claramente inaceptable <input type="checkbox"/>		- Sin olor <input type="checkbox"/> - Olor débil <input type="checkbox"/> - Olor moderado <input type="checkbox"/> - Olor fuerte <input type="checkbox"/> - Olor muy fuerte <input type="checkbox"/> - Olor abrumador <input type="checkbox"/>			
4. ESTADO EMOCIONAL						
GRADO DE ESTRÉS	¿La actividad que está realizando?	ESTADO DE ÁNIMO	¿Ud. Está ahora mismo?			
	- Le estresa <input type="checkbox"/> - Es normal <input type="checkbox"/> - Le relaja <input type="checkbox"/>		- Feliz <input type="checkbox"/> - Optimista <input type="checkbox"/> - Entusiasmado <input type="checkbox"/> - Normal <input type="checkbox"/> - Apático <input type="checkbox"/> - Deprimido <input type="checkbox"/> - Triste <input type="checkbox"/>			

Anexo 6 Aislamiento térmico para combinaciones habituales de prendas

Ropa de trabajo	<i>I</i>		Ropa de uso diario	<i>I</i>	
	clo	m ² ·		clo	m ² ·
Calzoncillos, mono, calcetines, zapatos	0,70	0,110	Bragas, camiseta, pantalón corto, calcetines finos,	0,30	0,050
Calzoncillos, camisa, mono, calcetines, zapatos	0,80	0,125	Calzoncillos, camisa de manga corta, pantalones ligeros, calcetines finos,	0,50	0,080
Calzoncillos, camisa, pantalones, bata, calcetines,	0,90	0,140	Bragas, combinación, medias, vestido, zapatos	0,70	0,105
Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, calcetines, zapatos	1,00	0,155	Ropa interior, camisa, pantalones, calcetines, zapatos	0,70	0,110
Ropa interior de mangas y perneras largas, chaqueta térmica, calcetines, zapatos	1,20	0,185	Bragas, camisa, pantalones, chaqueta, calcetines, zapatos	1,00	0,155
Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, chaquetón y sobrepantalones con acolchado grueso, calcetines, zapatos, gorro,	1,40	0,220	Bragas, medias, blusa, falda larga, chaqueta, zapatos	1,10	0,170
Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, chaquetón y sobrepantalones con acolchado grueso,	2,00	0,310	Ropa interior de manga y perneras largas, camisa, pantalones, jersey de cuello en V, chaqueta, calcetines, zapatos	1,30	0,200
Ropa interior de mangas y perneras largas, chaqueta y pantalones térmicos, parka con acolchado grueso, chaquetón y sobrepantalones con	2,55	0,395	Ropa interior de manga y perneras cortas, camisa, pantalones, chaleco, chaqueta, chaquetón, calcetines, zapatos	1,50	0,230

FUENTE UNE-EN ISO 7730:2006

Anexo 7 Aislamiento térmico para combinaciones habituales de prendas

Pre en	<i>I</i>		Cambio de temperatura
	clo	m ² · K/W	
Ropa interior			
Bragas	0,03	0,005	0
Calzoncillos de perneras largas	0,10	0,016	0
Camisetas sin mangas	0,04	0,006	0
Camisetas de manga corta	0,09	0,014	0
Camiseta de manga larga	0,12	0,019	0
Bragas y sujetador	0,03	0,005	0
Camisas/blusas			
Mangas cortas	0,15	0,023	0
Ligeras, mangas largas	0,20	0,031	1
Normales, mangas largas	0,25	0,039	1
De franela, mangas largas	0,30	0,047	1
Blusa ligera, mangas largas	0,15	0,023	0
Pantalones			
Cortos	0,06	0,009	0
Ligeros	0,20	0,031	1
Normales	0,25	0,039	1
De franela	0,28	0,043	1
Vestidos/Faldas			
Faldas ligeras (verano)	0,15	0,023	0
Faldas gruesas (invierno)	0,25	0,039	1
Vestidos ligeros, magas cortas	0,20	0,031	1
Vestido de invierno, mangas largas	0,40	0,062	2
Monos	0,55	0,085	3
Jerseys			
Chalecos sin mangas	0,12	0,019	0
Jersey fino	0,20	0,031	1
Jersey	0,28	0,043	1
Jersey grueso	0,35	0,054	2
Chaquetas			
Ligeras, de verano	0,25	0,039	1
Chaquetas	0,35	0,054	2
Batas	0,30	0,047	1
Muy aislantes, de fieltro			
Mono	0,90	0,140	5
Pantalones	0,35	0,054	2
Chaqueta	0,40	0,062	2
Chaleco	0,20	0,031	1
Ropa de abrigo			
Chaquetón	0,60	0,093	3
Cazadora	0,55	0,085	3
Parka	0,70	0,109	4
Pantalones de fieltro	0,55	0,085	3
Varios			
Calcetines	0,02	0,003	0
Calcetines gruesos, tobilleros	0,05	0,008	0
Calcetines gruesos, largos	0,10	0,016	0
Medias de nylon	0,03	0,005	0
Zapatos (suela fina)	0,02	0,003	0
Zapatos (suela gruesa)	0,04	0,006	0
Botas	0,10	0,016	0
Guantes	0,05	0,008	0

FUENTE UNE-EN ISO 7730:2006

Anexo 8 Características del equipo Delta OHM HD 32.3



CERTIFICATO DI ACCREDITAMENTO Accreditation Certificate

Registrazione n°
Registration n° **124T** Rev. **27**

Si dichiara che
We declare that

Delta OHM s.r.l.

Via G. Marconi, 5 35030 CASELLE DI SELVAZZANO (PD) - Italia
(Sede legale e operativa)

è conforme ai requisiti
della norma

UNI CEI EN ISO/IEC 17025: 2005 - Requisiti generali per la competenza dei
laboratori di prova e di taratura

meets the requirements
of the standard

EN ISO/IEC 17025: 2005 - General requirements for the competence of testing
and calibration laboratories

Quale

Laboratorio di taratura (LAT)

as

Calibration laboratory (LAT)

L'accreditamento attesta che il Laboratorio ha la competenza per operare quale Centro di taratura ACCREDIA per le grandezze, i campi e le incertezze di misura riportati nella tabella allegata al presente certificato di accreditamento. Il presente certificato non è da ritenersi valido se non accompagnato dalla tabella allegata e può essere sospeso o revocato in qualsiasi momento nel caso di inadempienza accertata da parte di ACCREDIA. La validità dell'accreditamento può essere verificata sul sito WEB (www.accredia.it) o richiesta direttamente ai singoli Dipartimenti. Questo Laboratorio è accreditato in accordo alla norma internazionale UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005. L'accreditamento dimostra che il laboratorio possiede competenza tecnica per lo scopo definito e che opera secondo un sistema di gestione (si veda il comunicato congiunto ISO-ILAC-IAF del gennaio 2009).

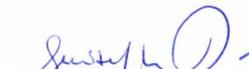
Accreditation attests that the Laboratory has the competence to operate as calibration Centre of ACCREDIA, for the physical quantities, the range and uncertainty of measurement reported in the table attached to the present accreditation certificate. The present certificate is valid only if associated to the annexed schedule, and can be suspend or withdrawn at any time in the event of non fulfillment as ascertained by ACCREDIA. The in force status of the accreditation may be checked in the WEB site (www.accredia.it) or on direct request to relevant Departments. This laboratory is accredited in accordance with the recognised International Standard ISO/IEC 17025:2005. This accreditation demonstrates technical competence for a defined scope and the operation of a laboratory quality management system (refer joint ISO-ILAC-IAF Communiqué dated January 2009).

Data di 1ª emissione
1st issue date
1999-12-01

Data di modifica
Modification date
2016-02-26

Data di Scadenza
Expiring date
2019-11-30


Il Direttore di Dipartimento
The Department Director
(Ing. Rosalba Mugno)


Il Presidente
The President
(Ing. Giuseppe Rossi)


Il Direttore Generale
The General Director
(Dott. Filippo Trifiletti)

ACCREDIA

Sede operativa: Strada delle Cacce, 91 | 10135 Torino - Italy | Tel. +39 011 328461 | Fax +039 011 3284630
Sede legale: Via Guglielmo Saliceto, 7/9 | 00161 Roma - Italy | Tel. +39 06 8440991 | Fax +39 06 8841199
info@accredia.it | www.accredia.it | Partita IVA - Codice Fiscale 10566361001



HD 32.3

INSTRUMENTO PARA ANALIZAR LOS ÍNDICES: WBGT INDEX - PMV – PPD

El HD32.3 – WBGT - PMV - PPD index es un instrumento producido por DELTA OHM Srl para:

- Análisis de los lugares muy calientes a través del índice WBGT (Wet Bulb Glob Temperature: temperatura de bulbo húmedo y de globotermómetro) en presencia o ausencia de irradiación solar.
- Análisis de los lugares moderados a través del índice PMV (Predicted Mean Vote: voto promedio previsto).
- Análisis del índice PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied: Porcentaje previsto de insatisfechos).

Regulaciones de referencia:

ISO 7243: Lugares calientes. Evaluación del estrés térmico para el hombre en los lugares de trabajo, según el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de

ISO 7726: Ergonomics of the thermal environment (Ergonomía del lugar térmico) - Instruments for measuring physical quantities (Instrumentos para medir las cantidades físicas).

ISO 7730: Lugares térmicos moderados. Determinación de los índices PMV y PPD y específica de las condiciones de bienestar.

El instrumento tiene tres entradas para sondas con módulo SICRAM: las sondas tienen un circuito electrónico que comunica con el instrumento, en su memoria permanente se conservan los datos de calibración del sensor. Todas las sondas SICRAM pueden ser insertadas en una de las entradas: se reconocen automáticamente cuando se enciende el instrumento.

Las características principales del instrumento son:

- **Logging:** adquisición de los datos y memorización dentro del instrumento. Capacidad de memoria: 64 secciones de logging distintas con la posibilidad de configurar el intervalo de adquisición de las muestras. Se puede configurar la duración de la memorización y, con la

función auto-encendido, se puede configurar la fecha y la hora de inicio y de fin de memorización de los datos.

- La humedad de medida de las magnitudes de temperatura visualizadas: °C, °F, °K.
- La fecha y la hora del sistema.
- La visualización de los parámetros estadísticos máximo, mínimo, promedia y su calibración.
- La velocidad de transferencia de los datos a través del puerto serial RS232 o USB.

El instrumento HD32.3 puede detectar contemporáneamente las siguientes magnitudes:

- Temperatura de globo termómetro Tg con la sonda TP3276.2 o (TP3775).
- Temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural Tn con la sonda HP3201.2 o (HP3201).
- Temperatura ambiente T con la sonda TP3207.2 o (TP3207).
- Humedad relativa HR y temperatura ambiente T con la sonda HP3217.2 o (HP3217).
- Velocidad del aire Va con la sonda AP3203.2 o (AP3203).

Según las magnitudes detectadas por el instrumento, el HD32.3 puede calcular y visualizar, con las sondas TP3207R.2 o (TP3207R), HP3276.2 o (TP3775) e HP3201.2 o (HP3201) los índices siguientes:

- Índice WBGT (in) (Wet Bulb Glob Temperature: temperatura de bulbo húmedo y de globotermómetro) en presencia o ausencia de irradiación solar.
- Índice WBGT (out) (Wet Bulb Glob Temperature: temperatura de bulbo húmedo y de globotermómetro) en presencia de irradiación solar.

Según las magnitudes detectadas por el instrumento, el HD32.3 puede calcular y visualizar, con las sondas TP3217.2 o (TP3217), HP3276.2 o (HP3275) e AP3203.2 o (AP3203) los índices siguientes:

- Temperatura promedia radiante Tr.
- Índice PMV (Predicted Mean Vote: voto promedio previsto).
- Índice PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied: Porcentaje establecido de insatisfechos).

WBGT

El WBGT (Wet Bulb Globe Temperature – temperatura de bulbo húmedo y de globotermómetro) es uno de los índices usado para determinar el estrés térmico que tiene que parecer un ser en un lugar caliente.

Representa el valor, según el dispendio metabólico asociado a un determinado trabajo, además de qué el ser se encuentra en una situación de estrés térmico.

El índice WBGT combina la medida de la temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural t_{nw} con la temperatura de globotermómetro t_g y, en unas situaciones, con la temperatura del aire t_a .

La fórmula para el cálculo es la que sigue:

- Dentro y fuera de los edificios en ausencia de irradiación solar:

$$\text{WBGT lugares cerrados} = 0,7 t_{nw} + 0,3 t_g$$

- Fuera de los edificios en presencia de irradiación solar:

$$\text{WBGT lugares externos} = 0,7 t_{nw} + 0,2 t_g + 0,1 t_a$$

Donde:

t_{nw} = temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural

t_g = temperatura de globo termómetro;

t_a = temperatura del aire.

Los datos detectados deben ser comparados con los valores límites establecidos por la regulación; si se sobrepasan, se debe:

- reducir directamente el estrés térmico en el lugar de trabajo examinado;
- analizar detalladamente el estrés térmico.

Para calcular el Índice WBGT, es necesario que al instrumento estén conectadas:

- La sonda de temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural HP3201.2 o (HP3201).
- La sonda globotermómetro TP3276.2 o (TP3275).
- La sonda de temperatura de bulbo seco si la detección se realiza en presencia de irradiación solar TP3207.2 o (TP3207).

Para medir el Índice WBGT se tienen en cuenta las regulaciones:

- ISO 7726
- ISO 7243
- ISO 8996

PMV - PPD

El confort térmico está definido por el ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers INC) como una condición de bienestar psicofísico del ser con respecto al lugar donde vive y trabaja. La evaluación de este estado subjetivo puede ser objetivada y cuantificada por el uso de índices integrados que tienen en cuenta los parámetros microclimáticos ambientales (T_a , T_r , V_a , HR), el dispendio energético

(dispendio metabólico MET) conectado con el trabajo y la tipología de vestidos (aislamiento térmico CLO) comúnmente usado. Entre dichos índices que con mayor precisión refleja la influencia de las variables físicas y fisiológicas sobredichas sobre el confort térmico es el PMV (Predicted Mean Vote). Sintéticamente, ello llega de la ecuación de balance térmico, cuyo resultado se compara con una escala de bienestar psicofísico y determina con el promedio (voto promedio previsto) sobre las sensaciones térmicas de una muestra de sujetos que se encuentran en el mismo lugar.

Del PMV llega un segundo índice llamado PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) que cuantifica en porcentaje los sujetos “insatisfechos” con referencia a determinadas condiciones microclimáticas.

La regulación ISO 7730 aconseja usar el PMV en presencia de ámbitos de variación de las variables que acondicionan el balance térmico:

- dispendio energético = $1 \div 4$ met
- impedancia térmica de los vestidos = $0 \div 2$ clo
- temperatura del bulbo seco = $10 \div 30^{\circ}\text{C}$
- temperatura radiante promedia = $10 \div 40^{\circ}\text{C}$
- velocidad del aire = $0 \div 1$ m/sec
- presión del vapor = $0 \div 2,7$ kpa

EL PMV, entonces, es un índice muy adaptado a la evaluación de lugares de trabajo con un microclima moderado, como habitaciones, escuelas, despachos, laboratorios, hospitales, etc. Ello permite detectar también grados de malestar térmico limitados en residentes en dichos lugares.

La regulación ISO 7730 sugiere, para el estado de confort térmico, valores de PMV entre + 0,5 y - 0,5, a los que corresponde un porcentaje de insatisfechos de las condiciones térmicas (PPD) menor que 10%

CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS

Instrumento

Dimensiones: 185x90x40 mm (Longitud x Anchura x Altura)

Peso: 470 g (completo de baterías)

Materiales: ABS, goma

Visualizador: Retroiluminado, de matriz con puntos. 160x160 puntos, área visible 52x42 mm

Condiciones de trabajo

Temperatura de trabajo: -5... 50°C

Temperatura de almacenamiento: -25... 65°C

Humedad de trabajo relativa: 0 ... 90% HR, sin condensación

Grado de protección: IP67

Incertidumbre del instrumento ± 1 digit @ 20°C

Alimentación (cód. SWD10); Adaptador de red 12Vdc/1^a; Baterías 4 baterías 1.5V tipo AA; Autonomía: 200 horas con baterías alcalinas de 1800mAh; Corriente absorbida cuando el instrumento está apagado $< 45\mu\text{A}$

Seguridad de los datos guardados Ilimitada

Sonda de alambre caliente omnidireccional AP3203.2 (AP3203)

Sensor tipo:	NTC 0kohm
Precisión:	± 0.05 m/s ($0 \div 1$ m/s) ± 0.15 m/s ($1 \div 5$ m/s)
Campo de medida;	$0.05 \div 5$ m/s $0^\circ\text{C} \div 80^\circ\text{C}$
Conexión:	7 hilos más módulo SICRAM
Conector:	8 polos hembra DIN45326
Dimensiones del vástago:	$\varnothing=8$ mm L= 230 mm
Dimensión de la protección:	$\varnothing=80$ mm
Resolución:	0.01 m/s
Deriva en temperatura @20°C:	0.06%/°C Deriva
después de 1 año	0.12°C/año

Sonda combinada temperatura y humedad relativa HP3217.2 (HP3217R)

Sensores tipo:	Pt100 con película fina para temperatura
Sensor capacitivo:	para humedad relativa
Precisión de la temperatura:	1/3 DIN
Precisión de la humedad relativa:	$\pm 2\%$ HR ($15 \div 90$ %HR)
@ 20°C $\pm 2.5\%$ HR en el restante campo	
temperatura:	$-10^\circ\text{C} \div 80^\circ\text{C}$
humedad relativa:	$5\% \div 98\%$ HR
Conexión:	4 hilos más módulo SICRAM
Conector:	8 polos hembra DIN45326
Dimensiones:	$\varnothing=14$ mm L= 150 mm
Tiempo de respuesta T ₉₅ :	15 minutos
Resolución:	0.1%HR, 0.1% °C

Sonda globotermómetro $\varnothing 50$ mm TP3276.2 ($\varnothing 150$ mm TP3275)

Sensor tipo:	Pt100
Precisión:	Clase 1/3 DIN
Campo de medida:	$-10 \div 100^\circ\text{C}$
Resolución:	0.1°C
Deriva en temperatura @20°C:	0.003%/°C Deriva
después de 1 año	0.1°C/año
Conexión:	4 hilos más módulo SICRAM
Conector:	8 polos hembra
DIN45326 Dimensiones del vástago:	$\varnothing=8$ mm L= 170 mm
Tiempo de respuesta T ₉₅ :	15 minutos



Anexo 9 Registro de mediciones del índice WBGT / Tabla No. 1: Proceso salado de cueros

		REGISTRO DE MEDICIONES					
		INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	Fecha: 05/09/2016
		Área: Recepción de pieles	Proceso: Salado de cueros	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m²): 165		
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
DATOS DE MEDICIÓN							
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	20.0	24.2	18.6	21.3	
2	12:00		19.9	24.1	18.5	21.2	
3	12:30		20.7	24.5	17.9	20.8	
Sumatoria (Σ)			60.6	72.8	55.0	63.3	
Promedio			20.2	24.3	18.3	21.1	
1	11:30	Abdomen	19.9	24.0	18.3	21.1	
2	12:00		19.9	23.9	18.4	21.0	
3	12:30		19.0	23.5	18.2	21.0	
Sumatoria (Σ)			58.8	71.4	54.9	63.1	
Promedio			19.6	23.8	18.3	21.0	
1	11:30	Tobillos	19.7	23.9	18.3	21.0	
2	12:00		19.7	23.6	18.2	21.1	
3	12:30		18.9	23.3	18.0	20.9	
Sumatoria (Σ)			58.3	70.8	54.5	63.0	
Promedio			19.4	23.6	18.2	21.0	
INDICE WBGT FINAL					21.025		

Tabla No. 2 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso bombos

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT				
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	
		Área: Húmeda	Proceso: Bombos	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 06/09/2016
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo
		DATOS DE MEDICIÓN				
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)
1	11:30	Cabeza	15.8	18.9	18.9	16.7
2	12:00		16.0	19.0	19.2	17.0
3	12:30		15.7	18.9	18.5	16.8
Sumatoria (Σ)			47.5	56.8	56.6	50.5
Promedio			15.8	18.9	18.7	16.8
1	11:30	Abdomen	15.9	18.9	18.8	16.8
2	12:00		15.7	18.8	18.9	16.8
3	12:30		15.5	18.5	18.7	16.6
Sumatoria (Σ)			47.1	56.2	56.4	50.2
Promedio			15.7	18.7	18.8	16.7
1	11:30	Tobillos	15.6	18.7	18.7	16.5
2	12:00		15.6	18.7	18.7	16.4
3	12:30		15.8	18.9	18.4	16.0
Sumatoria (Σ)			47.0	56.3	55.8	48.9
Promedio			15.7	18.7	18.6	16.3
INDICE WBGT FINAL					16.625	

Tabla No. 3 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso descarnado

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Húmeda	Proceso: Descarnado	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 06/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	18.7	19.7	17.3	19.0	
2	12:00		19.0	20.5	17.6	19.5	
3	12:30		18.6	20.7	17.2	19.2	
Sumatoria (Σ)			56.3	60.9	52.1	57.7	
Promedio			18.8	20.3	17.4	19.2	
1	11:30	Abdomen	18.8	19.9	17.3	19.1	
2	12:00		18.7	19.8	17.2	18.9	
3	12:30		18.6	19.7	17.2	19.0	
Sumatoria (Σ)			56.1	59.4	51.7	57.0	
Promedio			18.7	19.8	17.2	19.0	
1	11:30	Tobillos	18.5	20.6	17.1	19.1	
2	12:00		18.5	20.5	17.0	19.1	
3	12:30		18.4	20.4	17.0	19.0	
Sumatoria (Σ)			55.4	61.5	51.1	57.2	
Promedio			18.5	20.5	17.0	19.1	
INDICE WBGT FINAL					19.075		

Tabla No. 4 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso dividido

		REGISTRO DE MEDICIONES					
		INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	Fecha: 06/09/2016
		Área: Húmeda	Proceso: Dividido	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m²): 165		
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
DATOS DE MEDICIÓN							
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	19.2	20.6	17.8	19.6	
2	12:00		19.4	20.6	18.0	19.8	
3	12:30		19.4	20.6	18.0	19.8	
Sumatoria (Σ)			58.0	61.8	53.8	59.2	
Promedio			19.3	20.6	17.9	19.7	
1	11:30	Abdomen	19.0	20.4	17.5	19.4	
2	12:00		19.0	20.4	17.5	19.4	
3	12:30		19.0	20.5	17.6	19.4	
Sumatoria (Σ)			57.0	61.3	52.6	58.2	
Promedio			19.0	20.4	17.5	19.4	
1	11:30	Tobillos	18.5	20.4	17.0	19.1	
2	12:00		18.6	20.3	17.1	19.1	
3	12:30		18.6	20.3	17.2	19.1	
Sumatoria (Σ)			55.7	61.0	51.3	57.3	
Promedio			18.6	20.3	17.1	19.1	
INDICE WBGT FINAL					19.4		

Tabla No. 5 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso raspado

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Seca	Proceso: Raspado	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 07/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	18.4	20.9	18.8	19.2	
2	12:00		18.2	21.0	19.0	19.0	
3	12:30		18.0	20.8	18.8	18.9	
Sumatoria (Σ)			54.6	62.7	56.6	57.1	
Promedio			18.2	20.9	18.9	19.0	
1	11:30	Abdomen	17.9	21.0	19.3	18.8	
2	12:00		17.3	21.1	19.5	18.5	
3	12:30		17.1	20.8	19.1	18.1	
Sumatoria (Σ)			52.3	62.9	57.9	55.4	
Promedio			17.4	21.0	19.3	18.5	
1	11:30	Tobillos	17.5	21.2	19.9	18.6	
2	12:00		17.2	21.3	20.1	18.4	
3	12:30		17.0	20.9	19.7	18.2	
Sumatoria (Σ)			51.7	63.4	59.7	55.2	
Promedio			17.2	21.1	19.9	18.4	
INDICE WBGT FINAL					18.6		

Tabla No. 6 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso escurrido

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Seca	Proceso: Escurrido	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 07/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	18.3	22.8	19.1	19.6	
2	12:00		18.1	22.7	18.9	19.5	
3	12:30		18.0	22.5	18.0	19.0	
Sumatoria (Σ)			54.4	68.0	56.0	58.1	
Promedio			18.1	22.6	18.7	19.4	
1	11:30	Abdomen	17.9	22.5	18.7	19.3	
2	12:00		17.4	22.3	18.5	18.9	
3	12:30		17.4	22.3	18.2	18.6	
Sumatoria (Σ)			52.7	67.1	55.4	56.8	
Promedio			17.6	22.4	18.5	18.9	
1	11:30	Tobillos	16.6	21.7	18.3	18.1	
2	12:00		16.1	21.4	18.3	17.7	
3	12:30		15.8	21.0	18.3	17.5	
Sumatoria (Σ)			48.5	64.1	54.9	53.3	
Promedio			16.2	21.4	18.3	17.8	
INDICE WBGT FINAL					18.75		

Tabla No. 7 Registro de mediciones del índice WBGT, secado cueros al sol

		REGISTRO DE MEDICIONES				
		INDICE WBGT				
		Equipo:	Marca:	Modelo:	Época:	Condición Ambiental:
		Índice WBGT	Delta OHM	32.3	Verano	Sol
	Área:	Proceso:	Vestido (clo):	Carga de trabajo (W/m ²):	Fecha:	
	Seca	Secado cueros	0.75	165	07/09/2016	
	Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
DATOS DE MEDICIÓN						
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)
1	11:30	Cabeza	22.3	24.1	20.8	22.5
2	12:00		21.8	24.3	20.7	22.2
3	12:30		21.1	24.4	20.4	21.6
Sumatoria (Σ)			65.2	72.8	61.9	66.3
Promedio			21.7	24.3	20.6	22.1
1	11:30	Abdomen	21.8	24.4	20.4	21.6
2	12:00		20.5	24.2	19.6	20.7
3	12:30		20.0	24.0	19.0	20.5
Sumatoria (Σ)			62.3	72.6	59.0	62.8
Promedio			20.8	24.2	19.7	20.9
1	11:30	Tobillos	20.0	24.2	18.6	20.7
2	12:00		19.8	24.0	18.3	20.5
3	12:30		19.7	23.9	18.1	20.4
Sumatoria (Σ)			59.5	72.1	55.0	61.6
Promedio			19.8	24.0	18.3	20.5
INDICE WBGT FINAL					21.10	

Tabla No. 8 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso zarandeado

		REGISTRO DE MEDICIONES					
		INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	Fecha: 09/09/2016
		Área: Seca	Proceso: zarandeado	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m²): 165		
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
DATOS DE MEDICIÓN							
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	22.4	24.3	20.9	22.5	
2	12:00		22.9	24.8	21.3	22.8	
3	12:30		21.1	24.4	20.0	21.9	
Sumatoria (Σ)			66.4	73.5	62.2	67.2	
Promedio			22.1	24.5	20.7	22.4	
1	11:30	Abdomen	18.3	22.9	19.2	19.4	
2	12:00		18.1	22.8	19.0	19.2	
3	12:30		17.9	22.6	18.8	19.0	
Sumatoria (Σ)			54.3	68.3	57.0	57.6	
Promedio			18.1	22.8	19.0	19.2	
1	11:30	Tobillos	18.3	22.9	19.1	19.4	
2	12:00		18.2	23.0	19.1	19.3	
3	12:30		18.5	23.0	18.8	19.3	
Sumatoria (Σ)			55.0	68.9	57.0	58	
Promedio			18.3	23.0	19.0	19.3	
INDICE WBGT FINAL					20.025		

Tabla No. 9 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso arrastre pieles

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Húmeda	Proceso: arrastre	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 12/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	19.0	20.4	17.5	19.4	
2	12:00		19.0	20.4	17.5	19.4	
3	12:30		19.0	20.5	17.6	19.4	
Sumatoria (Σ)			57.0	61.3	52.6	58.2	
Promedio			19.0	20.4	17.5	19.4	
1	11:30	Abdomen	19.0	20.2	17.5	19.4	
2	12:00		18.9	20.2	17.5	19.3	
3	12:30		18.8	20.2	17.4	19.2	
Sumatoria (Σ)			56.7	60.6	52.4	57.9	
Promedio			18.9	20.2	17.5	19.3	
1	11:30	Tobillos	18.5	20.4	17.0	19.1	
2	12:00		18.6	20.3	17.1	19.1	
3	12:30		18.6	20.3	17.2	19.1	
Sumatoria (Σ)			55.7	61.0	51.3	57.3	
Promedio			18.6	20.3	17.1	19.1	
INDICE WBGT FINAL					19.275		

Tabla No. 10 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso estacado

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: estacado	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 12/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	21.4	22.1	20.8	21.6	
2	12:00		21.3	22.0	20.7	21.5	
3	12:30		21.1	22.0	20.7	21.4	
Sumatoria (Σ)			63.8	66.1	62.2	64.5	
Promedio			21.3	22.0	20.7	21.5	
1	11:30	Abdomen	20.4	21.2	19.8	20.6	
2	12:00		20.3	21.1	19.8	20.6	
3	12:30		20.3	20.9	19.7	20.4	
Sumatoria (Σ)			61.0	63.2	59.3	61.6	
Promedio			20.3	21.1	19.8	20.5	
1	11:30	Tobillos	19.6	21.0	19.7	20.0	
2	12:00		19.2	21.0	19.6	19.7	
3	12:30		18.9	20.9	19.6	19.5	
Sumatoria (Σ)			57.7	62.9	58.9	59.2	
Promedio			19.2	21.0	19.6	19.7	
INDICE WBGT FINAL					20.55		

Tabla No. 11 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso lijado/nobukado

		REGISTRO DE MEDICIONES					
		INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: Lijado/ nobukado	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m²): 165	Fecha: 12/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
DATOS DE MEDICIÓN							
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	20.0	24.2	18.6	20.7	
2	12:00		19.8	24.0	18.3	20.5	
3	12:30		19.7	23.9	18.3	20.4	
Sumatoria (Σ)			59.5	72.1	55.2	61.6	
Promedio			19.8	24.0	18.4	20.5	
1	11:30	Abdomen	17.3	22.8	18.4	20.5	
2	12:00		17.0	21.5	18.2	20.3	
3	12:30		17.0	21.0	18.0	20.0	
Sumatoria (Σ)			51.3	65.3	54.6	60.8	
Promedio			17.1	21.8	18.2	20.3	
1	11:30	Tobillos	16.6	22.5	18.0	20.3	
2	12:00		16.4	21.0	17.9	20.3	
3	12:30		16.2	20.8	17.8	20.3	
Sumatoria (Σ)			49.2	64.3	53.7	60.9	
Promedio			16.4	21.4	17.9	20.3	
INDICE WBGT FINAL					20.35		

Tabla No. 12 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso pigmentadora

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT				
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	
		Área: seca	Proceso: pigmentadora	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 12/09/2016
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo
		DATOS DE MEDICIÓN				
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)
1	11:30	Cabeza	20.5	27.3	20.6	22.5
2	12:00		20.4	26.9	20.7	22.4
3	12:30		20.3	26.6	20.9	22.2
Sumatoria (Σ)			61.2	80.8	62.2	67.1
Promedio			20.4	26.9	20.7	22.4
1	11:30	Abdomen	20.1	26.3	21.0	22.0
2	12:00		19.9	26.1	21.0	21.8
3	12:30		19.5	25.8	21.1	21.4
Sumatoria (Σ)			59.5	78.2	63.1	65.2
Promedio			19.8	26.1	21.0	21.7
1	11:30	Tobillos	19.1	25.6	21.1	21.0
2	12:00		18.1	25.4	21.2	20.3
3	12:30		16.6	25.1	21.3	19.2
Sumatoria (Σ)			53.8	76.1	63.6	60.5
Promedio			17.9	25.4	21.2	20.2
INDICE WBGT FINAL					21.5	

Tabla No. 13 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso plancha

		REGISTRO DE MEDICIONES					
		INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	Fecha: 12/09/2016
		Área: seca	Proceso: plancha	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m²): 165		
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
DATOS DE MEDICIÓN							
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	21.3	21.7	19.8	21.4	
2	12:00		21.3	21.7	19.9	21.4	
3	12:30		21.3	21.6	19.9	21.4	
Sumatoria (Σ)			63.9	65.0	59.6	64.2	
Promedio			21.3	21.7	19.9	21.4	
1	11:30	Abdomen	21.3	21.6	20.0	21.4	
2	12:00		21.1	21.6	20.0	21.3	
3	12:30		20.9	21.6	19.9	21.1	
Sumatoria (Σ)			63.3	64.8	59.9	63.8	
Promedio			21.1	21.6	20.0	21.3	
1	11:30	Tobillos	20.8	21.5	19.9	21.0	
2	12:00		20.4	21.5	19.9	20.7	
3	12:30		20.1	21.4	19.9	20.5	
Sumatoria (Σ)			61.3	64.4	59.7	62.2	
Promedio			20.4	21.5	19.9	20.7	
INDICE WBGT FINAL					21.175		

Tabla No. 14 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso acabados

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: acabados	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 12/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	25.0	22.9	23.5	24.4	
2	12:00		25.0	22.7	23.4	24.3	
3	12:30		24.6	22.6	23.1	24.0	
Sumatoria (Σ)			74.6	68.2	70.0	72.7	
Promedio			24.9	22.7	23.3	24.2	
1	11:30	Abdomen	24.2	22.5	22.7	23.7	
2	12:00		23.8	22.4	22.3	23.4	
3	12:30		23.4	22.4	21.9	23.1	
Sumatoria (Σ)			71.4	67.3	66.9	70.2	
Promedio			23.8	22.4	22.3	23.4	
1	11:30	Tobillos	23.1	22.3	21.6	22.9	
2	12:00		22.8	22.3	21.3	22.6	
3	12:30		22.6	22.2	21.1	22.5	
Sumatoria (Σ)			68.5	66.8	64.0	68.0	
Promedio			22.8	22.3	21.3	22.7	
INDICE WBGT FINAL					23.425		

Tabla No. 15 Registro de mediciones del índice WBGT, proceso medición

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: medición	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 15/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	20.0	20.7	18.6	20.2	
2	12:00		19.7	20.7	18.5	20.0	
3	12:30		19.5	20.5	18.1	19.7	
Sumatoria (Σ)			59.2	61.9	55.2	59.9	
Promedio			19.7	20.6	18.4	20.0	
1	11:30	Abdomen	19.5	20.7	18.6	19.9	
2	12:00		19.5	20.7	18.8	19.9	
3	12:30		19.2	20.3	18.4	19.5	
Sumatoria (Σ)			58.2	61.7	55.8	59.3	
Promedio			19.4	20.6	18.6	19.8	
1	11:30	Tobillos	19.9	20.7	19.0	20.1	
2	12:00		19.8	20.7	19.1	20.1	
3	12:30		19.5	20.4	18.5	19.5	
Sumatoria (Σ)			59.2	61.8	56.6	59.7	
Promedio			19.7	20.6	18.9	19.9	
INDICE WBGT FINAL					19.875		

Tabla No. 16 Registro de mediciones del índice WBGT, caldera

		REGISTRO DE MEDICIONES					
		INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	Fecha: 14/09/2016
		Área: seca	Proceso: caldera	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m²): 165		
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	23.3	25.1	21.8	23.5	
2	12:00		22.3	24.1	20.8	22.5	
3	12:30		21.8	24.3	20.4	22.2	
Sumatoria (Σ)			67.4	73.5	63.0	68.2	
Promedio			22.4	24.5	21.0	22.7	
1	11:30	Abdomen	21.5	25.5	20.0	22.1	
2	12:00		20.5	24.4	19.0	21.1	
3	12:30		20.0	24.2	18.6	20.7	
Sumatoria (Σ)			62.0	74.1	57.6	63.9	
Promedio			20.7	24.7	19.2	21.3	
1	11:30	Tobillos	20.8	25.0	19.3	21.5	
2	12:00		19.8	24.0	18.3	20.5	
3	12:30		19.7	23.9	18.3	20.4	
Sumatoria (Σ)			60.3	72.9	55.9	62.4	
Promedio			20.1	24.3	18.6	20.8	
INDICE WBGT FINAL					21.525		

Tabla No. 17 Registro de mediciones del índice WBGT, coordinación

		REGISTRO DE MEDICIONES INDICE WBGT					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: coordinación	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 15/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TW (°C)	°TG (°C)	°TA (°C)	°T WBGT (°C)	
1	11:30	Cabeza	15.8	18.9	18.8	16.7	
2	12:00		15.9	18.9	18.9	16.8	
3	12:30		15.8	18.9	18.8	16.7	
Sumatoria (Σ)			47.5	56.7	56.5	50.2	
Promedio			15.8	18.9	18.8	16.7	
1	11:30	Abdomen	15.8	18.9	18.7	16.7	
2	12:00		15.8	18.9	18.8	16.7	
3	12:30		15.8	18.9	18.9	16.7	
Sumatoria (Σ)			47.4	56.7	56.4	50.1	
Promedio			15.8	18.9	18.8	16.7	
1	11:30	Tobillos	15.8	18.9	18.8	16.7	
2	12:00		15.7	18.7	18.6	16.7	
3	12:30		15.7	18.7	18.6	16.7	
Sumatoria (Σ)			47.2	56.3	56	50.1	
Promedio			15.7	18.8	18.7	16.7	
INDICE WBGT FINAL					16.7		

Anexo 10 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD / Tabla No. 1: Proceso salado de cueros

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD				
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	
		Área: Recepción de pieles	Proceso: Salado de cueros	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 05/09/2016
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto	Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN				
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)
1	11:30	Cabeza	18.6	56.3	0.99	36.4
2	12:00		18.5	55.0	0.96	44.5
3	12:30		17.9	57.3	0.89	42.0
Sumatoria (Σ)			55.0	168.6	2.84	122.9
Promedio			18.3	56.2	0.95	41.0
1	11:30	Abdomen	18.3	50.3	0.82	38.8
2	12:00		18.4	48.8	0.88	41.5
3	12:30		18.2	48.2	0.88	41.9
Sumatoria (Σ)			54.9	147.3	2.58	122.2
Promedio			18.3	49.1	0.86	40.7
1	11:30	Tobillos	18.3	48.5	0.95	37.1
2	12:00		18.2	48.2	0.85	43.8
3	12:30		18.0	47.8	0.88	42.0
Sumatoria (Σ)			54.5	144.5	2.68	122.9
Promedio			18.2	48.2	0.89	41.0
PROMEDIOS TOTALES			18.3	51.2	0.90	40.9

Tabla No. 2 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso bombos

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Húmeda	Proceso: Bombos	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 06/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	18.9	96.2	0.20	22.6	
2	12:00		19.2	98.5	0.17	22.8	
3	12:30		18.5	93.1	0.20	22.4	
Sumatoria (Σ)			56.6	287.8	0.57	67.8	
Promedio			18.7	95.9	0.19	22.6	
1	11:30	Abdomen	18.8	96.1	0.10	22.4	
2	12:00		18.9	95.8	0.09	22.3	
3	12:30		18.7	90.8	0.11	22.2	
Sumatoria (Σ)			56.4	282.7	0.30	66.9	
Promedio			18.8	94.2	0.10	22.3	
1	11:30	Tobillos	18.7	95.4	0.09	22.0	
2	12:00		18.7	93.2	0.08	22.5	
3	12:30		18.4	92.0	0.07	22.2	
Sumatoria (Σ)			55.8	280.6	0.24	66.7	
Promedio			18.6	93.5	0.08	22.2	
PROMEDIOS TOTALES			18.7	94.5	0.12	22.4	

Tabla No. 3 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso descarnado

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Húmeda	Proceso: Descarnado	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 06/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	17.3	95.4	0.36	24.6	
2	12:00		17.6	95.3	0.22	26.6	
3	12:30		17.2	95.4	0.38	24.8	
Sumatoria (Σ)			52.1	286.1	0.96	76.0	
Promedio			17.4	95.4	0.32	25.3	
1	11:30	Abdomen	17.3	96.5	0.36	25.0	
2	12:00		17.2	96.7	0.28	24.5	
3	12:30		17.2	96.8	0.40	24.6	
Sumatoria (Σ)			51.7	290.0	1.04	74.1	
Promedio			17.2	96.7	0.35	24.7	
1	11:30	Tobillos	17.1	96.5	0.25	24.8	
2	12:00		17.0	96.8	0.35	25.2	
3	12:30		17.0	94.2	0.30	25.6	
Sumatoria (Σ)			51.1	287.5	0.90	75.6	
Promedio			17.0	95.8	0.30	25.2	
PROMEDIOS TOTALES			17.2	96.0	0.32	25.1	

Tabla No. 4 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso dividido

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Húmeda	Proceso: Dividido	Vestido (clo): 0.9	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 06/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	17.8	90.3	0.05	23.1	
2	12:00		18.0	91.0	0.08	22.9	
3	12:30		18.0	89.5	0.10	22.7	
Sumatoria (Σ)			53.8	270.8	0.23	68.7	
Promedio			17.9	90.3	0.08	22.9	
1	11:30	Abdomen	17.5	85.8	0.12	22.5	
2	12:00		17.5	89.7	0.08	22.7	
3	12:30		17.6	89.3	0.10	22.4	
Sumatoria (Σ)			52.6	264.8	0.30	67.6	
Promedio			17.5	88.3	0.10	22.5	
1	11:30	Tobillos	17.0	80.5	0.02	22.3	
2	12:00		17.1	83.5	0.00	22.3	
3	12:30		17.2	84.1	0.07	23.0	
Sumatoria (Σ)			51.3	248.1	0.09	67.6	
Promedio			17.1	82.7	0.03	22.5	
PROMEDIOS TOTALES			17.5	87.1	0.07	22.6	

Tabla No. 5 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso raspado

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Seca	Proceso: Raspado	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 07/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	18.8	87.6	0.12	22.4	
2	12:00		19.0	80.4	0.15	22.4	
3	12:30		18.8	79.3	0.08	22.3	
Sumatoria (Σ)			56.6	247.3	0.35	67.1	
Promedio			18.9	82.4	0.12	22.4	
1	11:30	Abdomen	19.3	82.5	0.12	22.3	
2	12:00		19.5	78.4	0.11	22.3	
3	12:30		19.1	75.5	0.05	22.0	
Sumatoria (Σ)			57.9	236.4	0.28	66.6	
Promedio			19.3	78.8	0.09	22.2	
1	11:30	Tobillos	19.9	79.3	0.10	22.0	
2	12:00		20.1	74.9	0.12	22.0	
3	12:30		19.7	70.8	0.04	21.8	
Sumatoria (Σ)			59.7	225.0	0.26	65.8	
Promedio			19.9	75.0	0.09	21.9	
PROMEDIOS TOTALES			19.4	78.7	0.10	22.2	

Tabla No. 6 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso escurrido

		REGISTRO DE MEDICIONES				
		CÁLCULO PMV Y PPD				
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol
		Área: Seca	Proceso: Escurrido	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m²): 165	Fecha: 07/09/2016
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo
DATOS DE MEDICIÓN						
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)
1	11:30	Cabeza	19.1	83.2	1.76	41.7
2	12:00		18.9	83.4	2.00	44.6
3	12:30		18.0	83.1	2.20	39.8
Sumatoria (Σ)			56.0	249.7	5.96	126.1
Promedio			18.7	83.2	2.00	42.0
1	11:30	Abdomen	18.7	83.0	1.74	38.9
2	12:00		18.5	83.0	2.00	34.6
3	12:30		18.2	85.0	2.10	35.1
Sumatoria (Σ)			55.4	251.0	5.84	108.6
Promedio			18.5	83.7	1.95	36.2
1	11:30	Tobillos	18.3	82.5	1.75	38.0
2	12:00		18.3	83.5	2.15	35.0
3	12:30		18.3	82.5	2.18	36.4
Sumatoria (Σ)			54.9	248.5	6.08	109.4
Promedio			18.3	82.8	2.03	36.5
PROMEDIOS TOTALES			18.5	83.2	2.00	38.2

Tabla No. 7 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, secado cueros al sol

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD				
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	
		Área: Seca	Proceso: Secado cueros	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 07/09/2016
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo
		DATOS DE MEDICIÓN				
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)
1	11:30	Cabeza	20.8	95.4	0.56	31.7
2	12:00		20.7	95.4	1.20	38.3
3	12:30		20.4	92.3	1.26	42.7
Sumatoria (Σ)			61.9	283.1	3.02	112.7
Promedio			20.6	94.4	1.00	37.6
1	11:30	Abdomen	20.4	95.7	0.60	34.9
2	12:00		19.6	95.8	1.22	37.8
3	12:30		19.0	95.6	1.21	38.3
Sumatoria (Σ)			59.0	287.1	3.03	111.0
Promedio			19.7	95.7	1.01	37.0
1	11:30	Tobillos	18.6	96.6	0.48	42.7
2	12:00		18.3	96.5	1.15	40.9
3	12:30		18.1	96.5	1.18	43.5
Sumatoria (Σ)			55.0	289.6	2.81	127.1
Promedio			18.3	96.5	0.94	42.4
PROMEDIOS TOTALES			19.5	95.5	1.32	39.0

Tabla No. 8 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso zarandeado

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Seca	Proceso: zarandeado	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 09/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	20.9	93.2	1.76	44.7	
2	12:00		21.3	92.7	2.00	43.5	
3	12:30		20.0	92.7	1.85	41.7	
Sumatoria (Σ)			62.2	278.6	5.61	129.9	
Promedio			20.7	92.9	1.87	43.3	
1	11:30	Abdomen	19.2	90.8	1.45	34.6	
2	12:00		19.0	89.6	2.49	35.1	
3	12:30		18.8	88.2	1.84	43.3	
Sumatoria (Σ)			57.0	268.6	5.78	113.0	
Promedio			19.0	89.5	1.93	37.7	
1	11:30	Tobillos	19.1	84.6	2.00	32.8	
2	12:00		19.1	79.5	2.20	29.0	
3	12:30		18.8	78.1	1.95	34.3	
Sumatoria (Σ)			57.0	242.2	6.15	96.1	
Promedio			19.0	80.7	2.05	32.0	
PROMEDIOS TOTALES			19.6	87.7	1.95	37.7	

Tabla No. 9 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso arrastre pieles

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: Húmeda	Proceso: arrastre	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m²): 165	Fecha: 12/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto	Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo		
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	17.5	95.8	0.15	36.4	
2	12:00		17.5	93.2	0.12	32.0	
3	12:30		17.6	90.5	0.10	42.0	
Sumatoria (Σ)			52.6	279.5	0.37	110.4	
Promedio			17.5	93.2	0.12	36.8	
1	11:30	Abdomen	17.5	95.5	0.12	42.0	
2	12:00		17.5	93.3	0.15	48.8	
3	12:30		17.4	91.8	0.11	37.1	
Sumatoria (Σ)			52.4	280.6	0.38	127.9	
Promedio			17.5	93.5	0.13	42.6	
1	11:30	Tobillos	17.0	95.5	0.12	44.7	
2	12:00		17.1	96.7	0.12	43.0	
3	12:30		17.2	96.7	0.09	37.3	
Sumatoria (Σ)			51.3	288.9	0.33	125.0	
Promedio			17.1	96.3	0.11	41.7	
PROMEDIOS TOTALES			17.4	94.3	0.12	40.4	

Tabla No. 10 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso estacado

		REGISTRO DE MEDICIONES					
		CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	Fecha: 12/09/2016
		Área: seca	Proceso: estacado	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m²): 165		
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
DATOS DE MEDICIÓN							
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	20.8	98.7	0.13	23.1	
2	12:00		20.7	99.0	0.13	21.6	
3	12:30		20.7	95.5	0.10	20.8	
Sumatoria (Σ)			62.2	293.2	0.36	65.5	
Promedio			20.7	97.7	0.12	21.8	
1	11:30	Abdomen	19.8	97.7	0.12	22.8	
2	12:00		19.8	98.5	0.12	22.9	
3	12:30		19.7	98.0	0.12	23.2	
Sumatoria (Σ)			59.3	294.2	0.36	68.9	
Promedio			19.8	98.1	0.12	23.0	
1	11:30	Tobillos	19.7	98.0	0.13	22.5	
2	12:00		19.6	98.5	0.11	23.0	
3	12:30		19.6	98.8	0.14	22.0	
Sumatoria (Σ)			58.9	295.3	0.38	67.5	
Promedio			19.6	98.4	0.13	22.5	
PROMEDIOS TOTALES			20.0	98.1	0.12	22.4	

Tabla No. 11 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso lijado/nobukado

		REGISTRO DE MEDICIONES					
		CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	Fecha: 12/09/2016
		Área: seca	Proceso: Lijado/ nobukado	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m²): 165		
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
DATOS DE MEDICIÓN							
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	18.6	74.9	0.25	23.5	
2	12:00		18.3	72.8	0.30	22.7	
3	12:30		18.3	73.7	0.28	22.7	
Sumatoria (Σ)			55.2	221.4	0.83	68.9	
Promedio			18.4	73.8	0.28	23.0	
1	11:30	Abdomen	18.4	72.4	0.28	23.8	
2	12:00		18.2	73.1	0.27	22.9	
3	12:30		18.0	72.8	0.25	22.7	
Sumatoria (Σ)			54.6	218.3	0.80	69.4	
Promedio			18.2	72.8	0.27	32.1	
1	11:30	Tobillos	18.0	71.8	0.24	24.0	
2	12:00		17.9	70.3	0.23	23.5	
3	12:30		17.8	70.6	0.28	22.9	
Sumatoria (Σ)			53.7	212.7	0.75	70.4	
Promedio			17.9	70.9	0.25	23.5	
PROMEDIOS TOTALES			18.2	72.5	0.27	26.2	

Tabla No. 12 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso pigmentadora

		REGISTRO DE MEDICIONES				
		CÁLCULO PMV Y PPD				
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol
Área: seca		Proceso: pigmentadora	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 12/09/2016	
Elaborado por: Investigador			Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
DATOS DE MEDICIÓN						
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)
1	11:30	Cabeza	20.6	98.9	0.15	35.2
2	12:00		20.7	97.5	0.23	32.6
3	12:30		20.9	95.1	0.35	37.4
Sumatoria (Σ)			62.2	291.5	0.73	105.2
Promedio			20.7	97.2	0.24	35.1
1	11:30	Abdomen	21.0	92.3	0.32	36.6
2	12:00		21.0	90.4	0.23	33.3
3	12:30		21.1	86.8	0.28	34.9
Sumatoria (Σ)			63.1	269.5	0.83	104.8
Promedio			21.0	89.8	0.28	34.9
1	11:30	Tobillos	21.1	82.7	0.14	31.3
2	12:00		21.2	74.5	0.26	33.0
3	12:30		21.3	82.1	0.27	32.7
Sumatoria (Σ)			63.6	239.3	0.67	97.0
Promedio			21.2	79.8	0.22	32.3
PROMEDIOS TOTALES			21.0	88.9	0.25	34.1

Tabla No. 13 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso plancha

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
	Área: seca	Proceso: plancha	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 12/09/2016		
	Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo		
	DATOS DE MEDICIÓN						
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	19.8	73.6	0.11	19.0	
2	12:00		19.9	73.9	0.08	19.5	
3	12:30		19.9	73.2	0.09	19.4	
Sumatoria (Σ)			59.6	220.7	0.28	57.9	
Promedio			19.9	73.6	0.09	19.3	
1	11:30	Abdomen	20.0	73.0	0.10	18.9	
2	12:00		20.0	72.8	0.08	18.9	
3	12:30		19.9	72.4	0.07	18.9	
Sumatoria (Σ)			59.9	218.2	0.25	56.7	
Promedio			20.0	72.7	0.08	18.9	
1	11:30	Tobillos	19.9	72.2	0.08	17.8	
2	12:00		19.9	72.1	0.09	17.8	
3	12:30		19.9	70.7	0.06	17.2	
Sumatoria (Σ)			59.7	215.0	0.23	52.8	
Promedio			19.9	71.7	0.08	17.6	
PROMEDIOS TOTALES			19.9	72.7	0.08	18.6	

Tabla No. 14 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso acabados

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: acabados	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 12/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	23.5	93.2	1.79	45.7	
2	12:00		23.4	92.7	2.49	43.2	
3	12:30		23.1	92.7	1.95	44.0	
Sumatoria (Σ)			70.0	278.6	6.23	132.9	
Promedio			23.3	92.9	2.08	44.3	
1	11:30	Abdomen	22.7	92.1	2.49	41.8	
2	12:00		22.3	90.5	1.28	38.9	
3	12:30		21.9	89.9	1.85	40.3	
Sumatoria (Σ)			66.9	272.5	5.62	212.0	
Promedio			22.3	90.8	1.87	40.3	
1	11:30	Tobillos	21.6	88.2	2.33	38.7	
2	12:00		21.3	88.6	1.94	38.4	
3	12:30		21.1	90.5	1.74	35.1	
Sumatoria (Σ)			64.0	267.3	6.01	112.2	
Promedio			21.3	89.1	2.00	37.4	
PROMEDIOS TOTALES			22.3	90.9	1.98	40.7	

Tabla No. 15 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, proceso medición

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD				
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	
		Área: seca	Proceso: medición	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 15/09/2016
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo
		DATOS DE MEDICIÓN				
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)
1	11:30	Cabeza	18.6	73.6	0.11	19.0
2	12:00		18.5	73.9	0.11	18.9
3	12:30		18.1	73.7	0.11	18.9
Sumatoria (Σ)			55.2	221.2	0.33	56.8
Promedio			18.4	73.7	0.11	18.9
1	11:30	Abdomen	18.6	73.0	0.11	18.9
2	12:00		18.8	73.2	0.10	18.8
3	12:30		18.4	72.8	0.10	18.9
Sumatoria (Σ)			55.8	219.0	0.31	56.6
Promedio			18.6	73.0	0.10	18.9
1	11:30	Tobillos	19.0	72.2	0.09	18.7
2	12:00		19.1	72.0	0.08	18.8
3	12:30		18.5	72.2	0.07	18.8
Sumatoria (Σ)			56.6	216.4	0.24	56.3
Promedio			18.9	72.1	0.08	18.8
PROMEDIOS TOTALES			18.6	72.9	0.10	18.9

Tabla No. 16 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, caldera

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: caldera	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 14/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	21.8	98.5	1.20	42.7	
2	12:00		20.8	98.5	1.29	42.5	
3	12:30		20.4	98.5	1.25	40.9	
Sumatoria (Σ)			63.0	295.5	3.74	126.1	
Promedio			21.0	98.5	1.25	42.0	
1	11:30	Abdomen	20.0	98.7	1.22	43.2	
2	12:00		19.0	98.7	1.27	42.0	
3	12:30		18.6	98.5	1.23	41.5	
Sumatoria (Σ)			57.6	295.9	3.72	126.7	
Promedio			19.2	98.6	1.24	42.2	
1	11:30	Tobillos	19.3	98.2	1.23	38.3	
2	12:00		18.3	98.5	1.28	37.8	
3	12:30		18.3	98.3	1.20	37.9	
Sumatoria (Σ)			55.9	295.0	3.71	114.0	
Promedio			18.6	98.3	1.24	38.0	
PROMEDIOS TOTALES			19.6	98.5	1.24	40.7	

Tabla No. 17 Registro de mediciones. Cálculo PMV y PPD, coordinación

		REGISTRO DE MEDICIONES CÁLCULO PMV Y PPD					
		Equipo: Índice WBGT	Marca: Delta OHM	Modelo: 32.3	Época: Verano	Condición Ambiental: Sol	
		Área: seca	Proceso: coordinación	Vestido (clo): 0.75	Carga de trabajo (W/m ²): 165	Fecha: 15/09/2016	
		Elaborado por: Investigador		Revisado por: Ing. M.Sc. María Gracia Calisto		Aprobado por: Ing. Fabián Hidalgo	
		DATOS DE MEDICIÓN					
N.- de medición	Hora	Altura medición	°TA (°C)	Hr (%)	Va (m/seg)	°Tr (°C)	
1	11:30	Cabeza	18.8	73.6	0.11	19.0	
2	12:00		18.9	73.9	0.11	18.9	
3	12:30		18.8	73.0	0.08	18.9	
Sumatoria (Σ)			56.5	220.5	0.30	56.8	
Promedio			18.8	73.5	0.10	18.9	
1	11:30	Abdomen	18.7	73.0	0.05	18.9	
2	12:00		18.8	72.4	0.06	18.9	
3	12:30		18.9	72.2	0.04	18.9	
Sumatoria (Σ)			56.4	217.6	0.15	56.7	
Promedio			18.8	72.5	0.05	18.9	
1	11:30	Tobillos	18.8	72.2	0.09	18.9	
2	12:00		18.6	72.0	0.05	18.9	
3	12:30		18.6	72.2	0.02	18.9	
Sumatoria (Σ)			56.0	216.4	0.16	56.7	
Promedio			18.7	72.1	0.05	18.9	
PROMEDIOS TOTALES			18.8	72.7	0.07	18.9	

Anexo 11 Cálculo PMV y PPD

Tabla No. 1: Cálculo PMV y PPD. Proceso salado de cueros

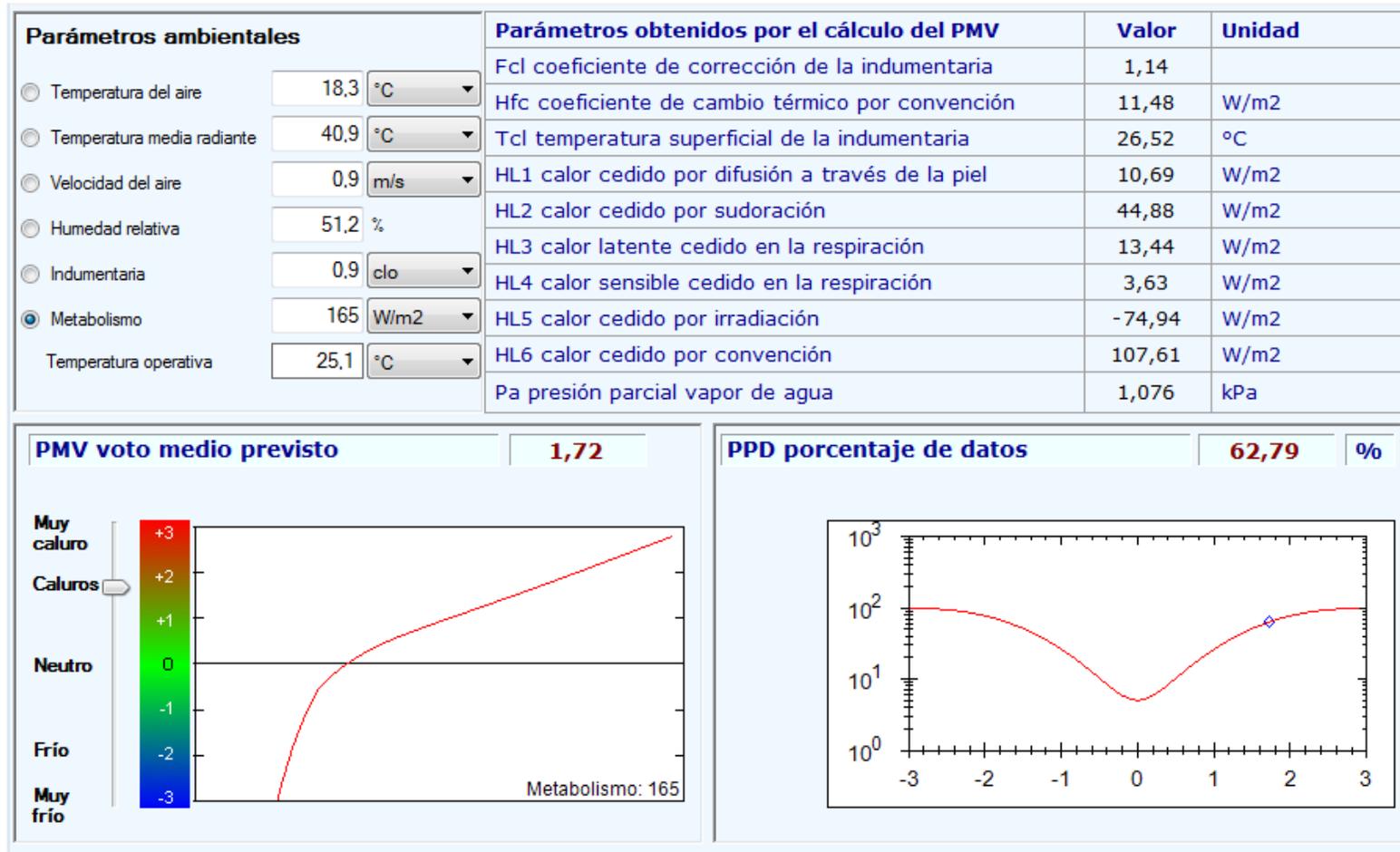


Tabla No. 2 Cálculo PMV y PPD. Proceso bombos

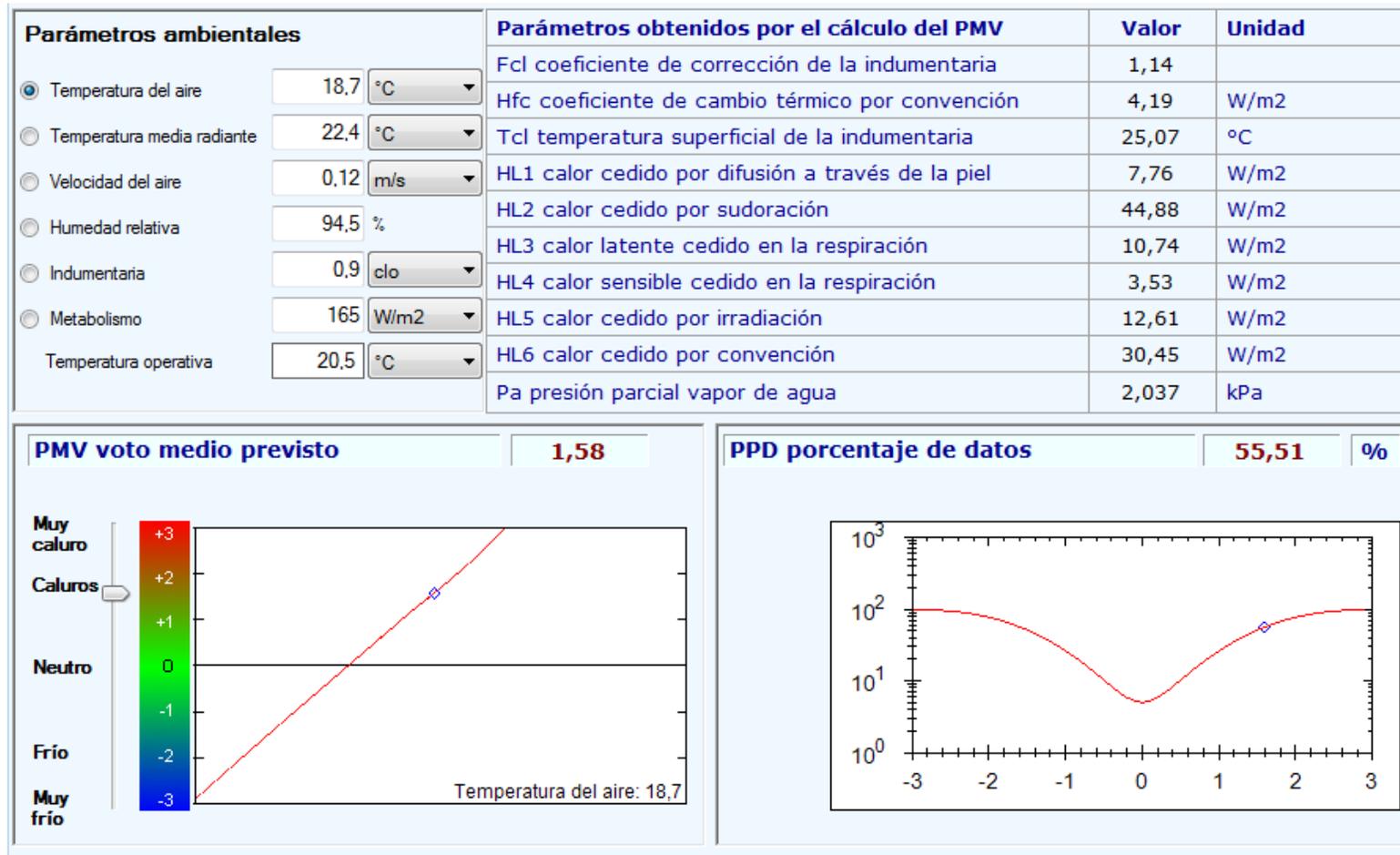


Tabla No. 3 Cálculo PMV y PPD. Proceso descarnado

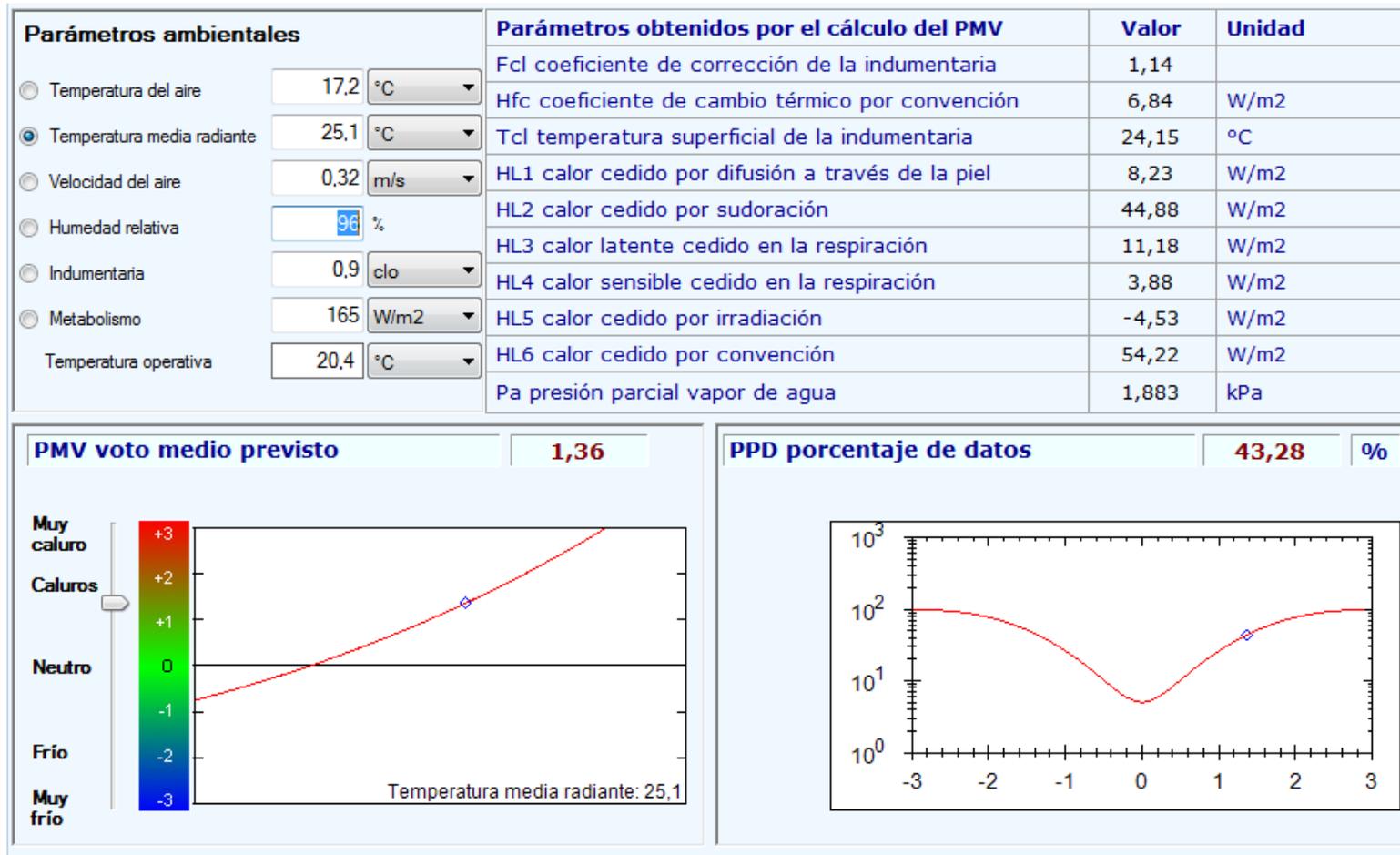


Tabla No. 4 Cálculo PMV y PPD. Proceso dividido

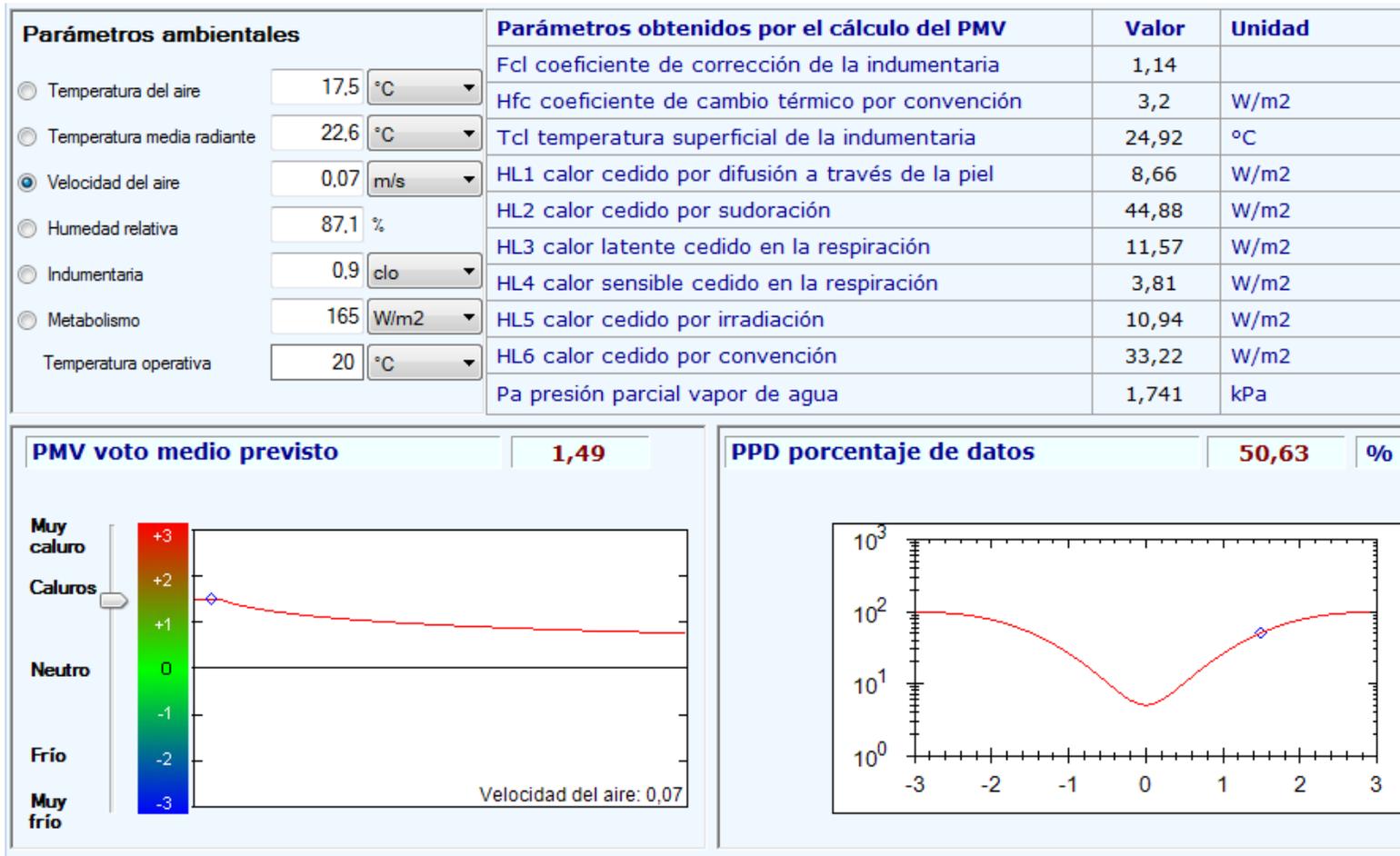


Tabla No. 5 Cálculo PMV y PPD. Proceso raspado

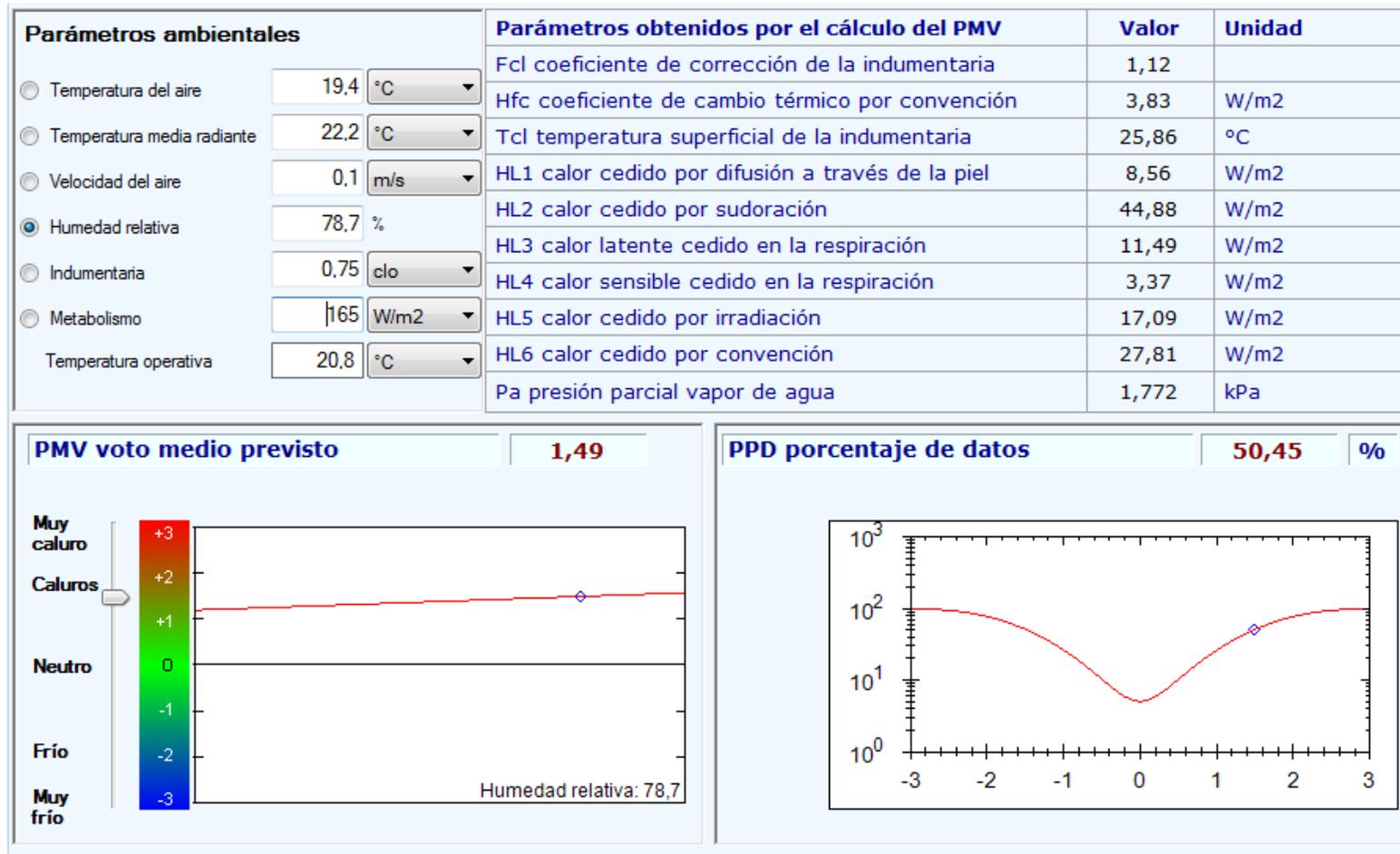


Tabla No. 6 Cálculo PMV y PPD. Proceso escurrido

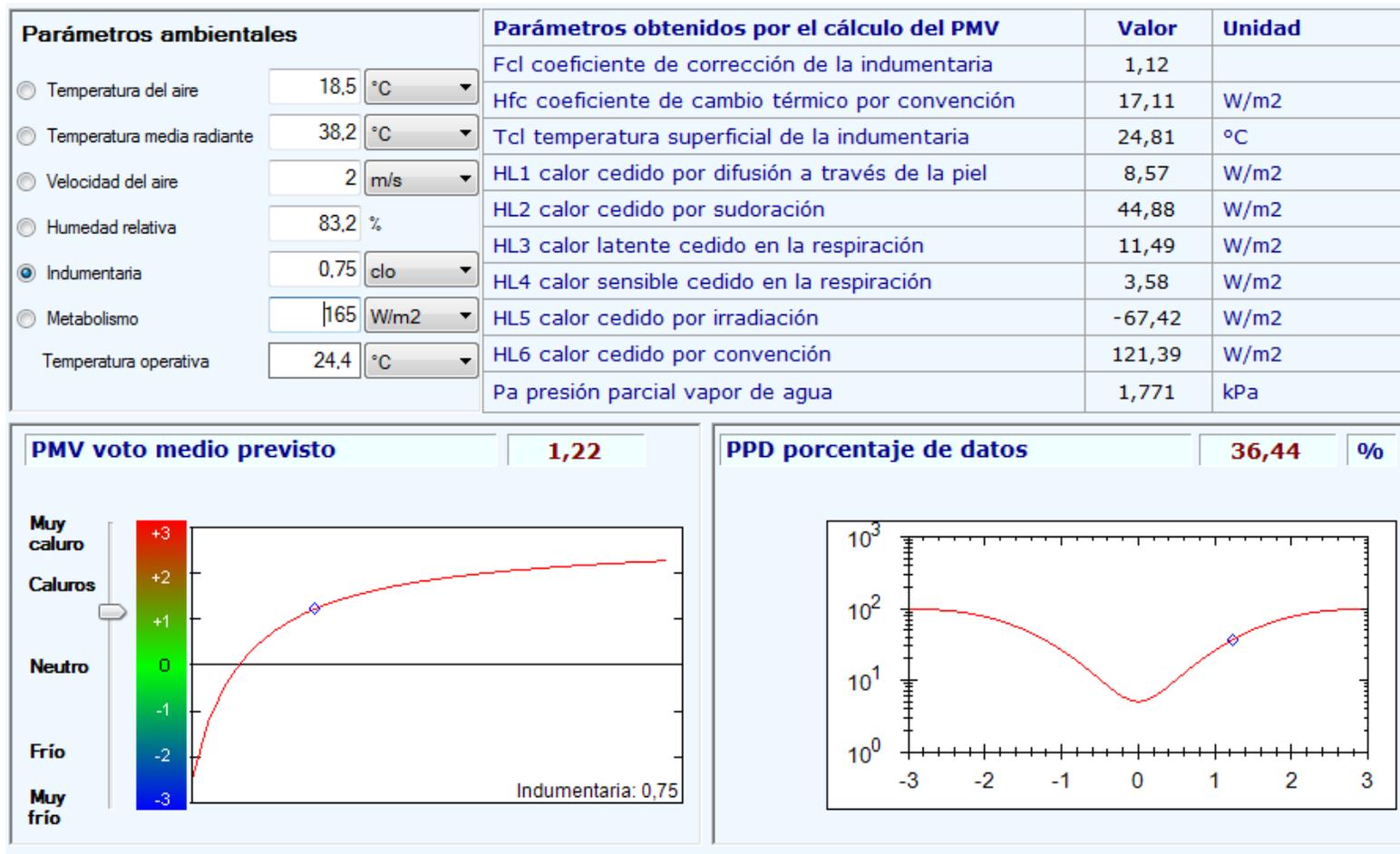


Tabla No. 7 Cálculo PMV y PPD. Proceso secado de cueros

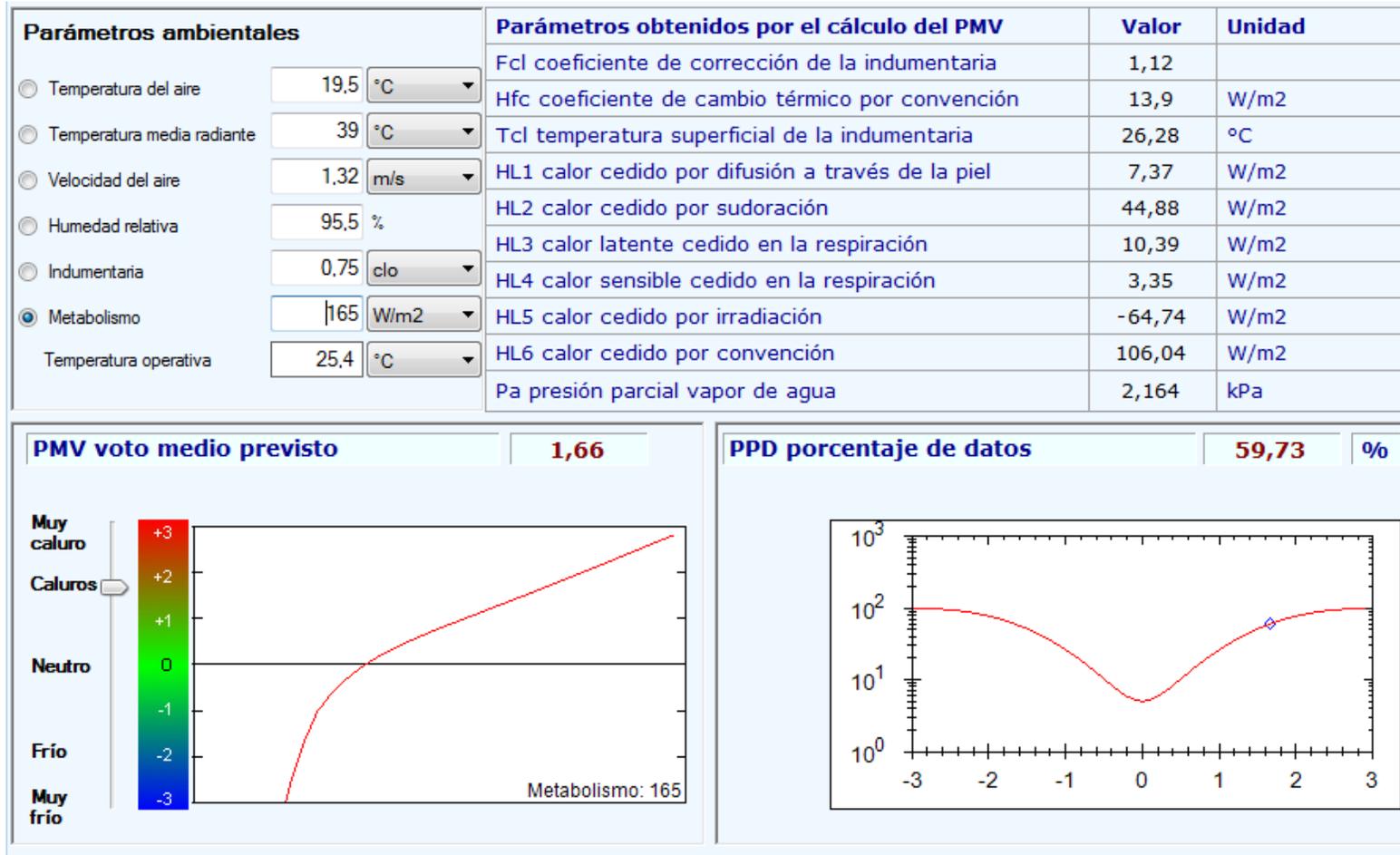


Tabla No. 8 Cálculo PMV y PPD. Proceso zarandeado

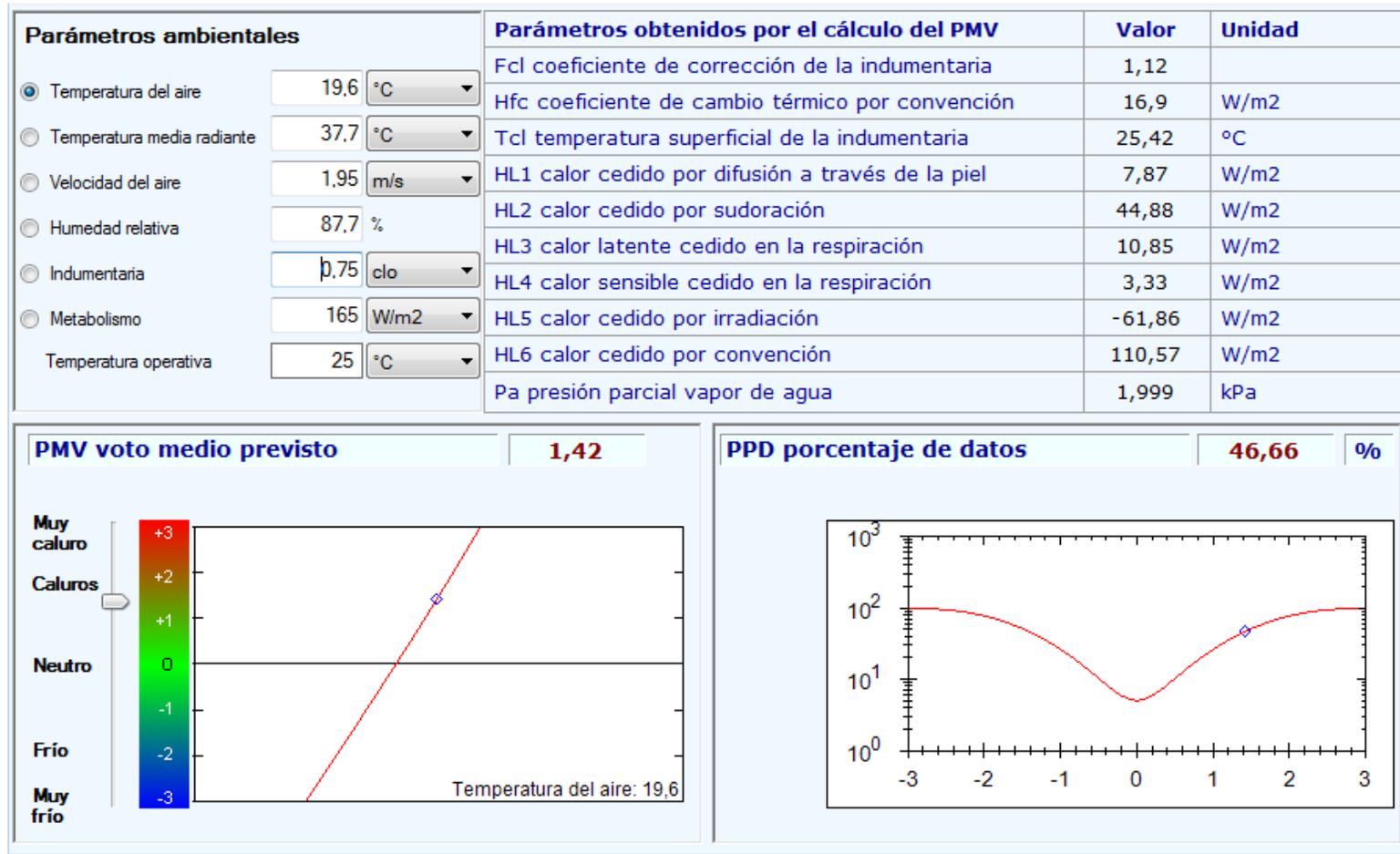


Tabla No. 9 Cálculo PMV y PPD. Arrastre de pieles

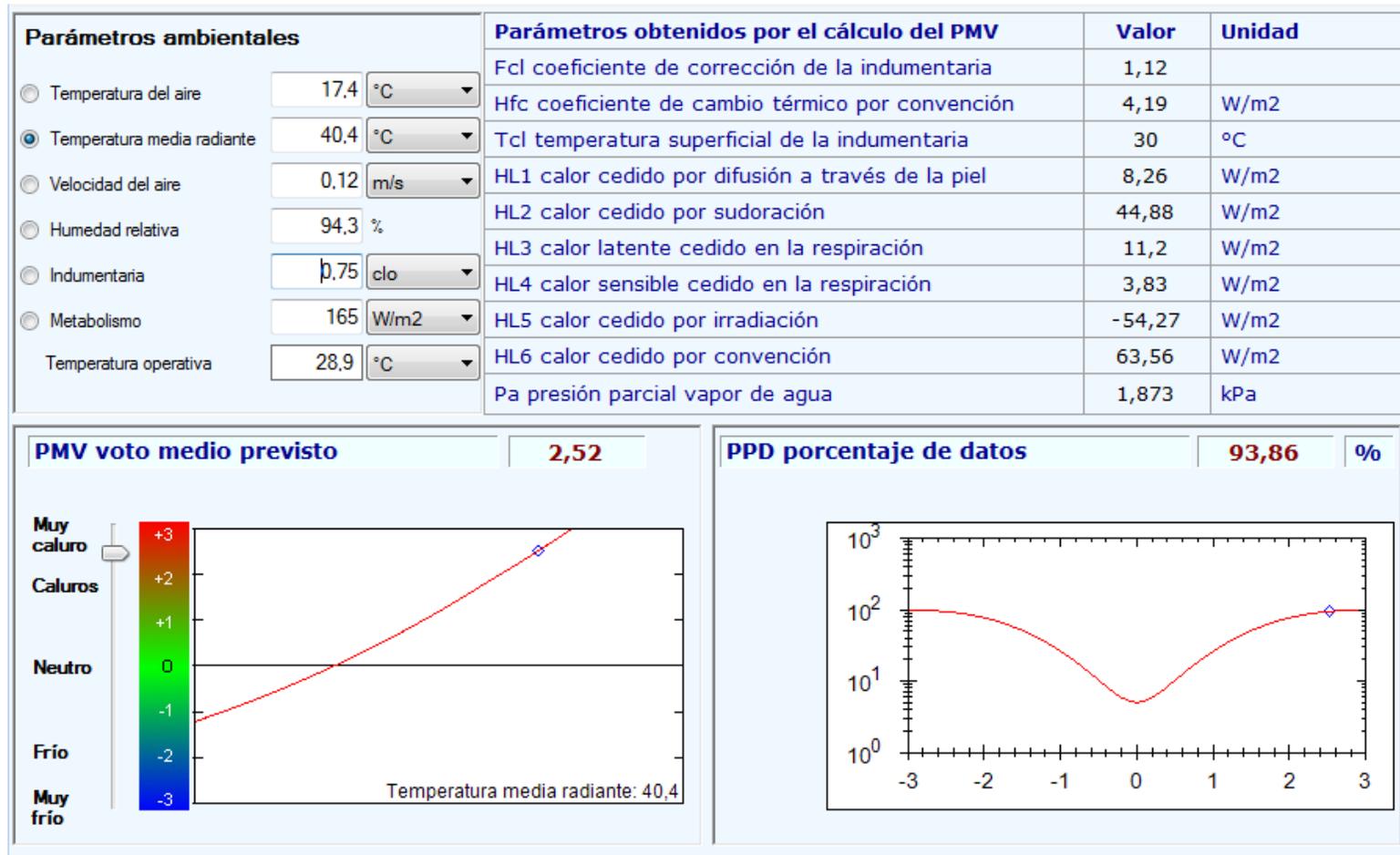


Tabla No. 10 Cálculo PMV y PPD. Proceso estacado

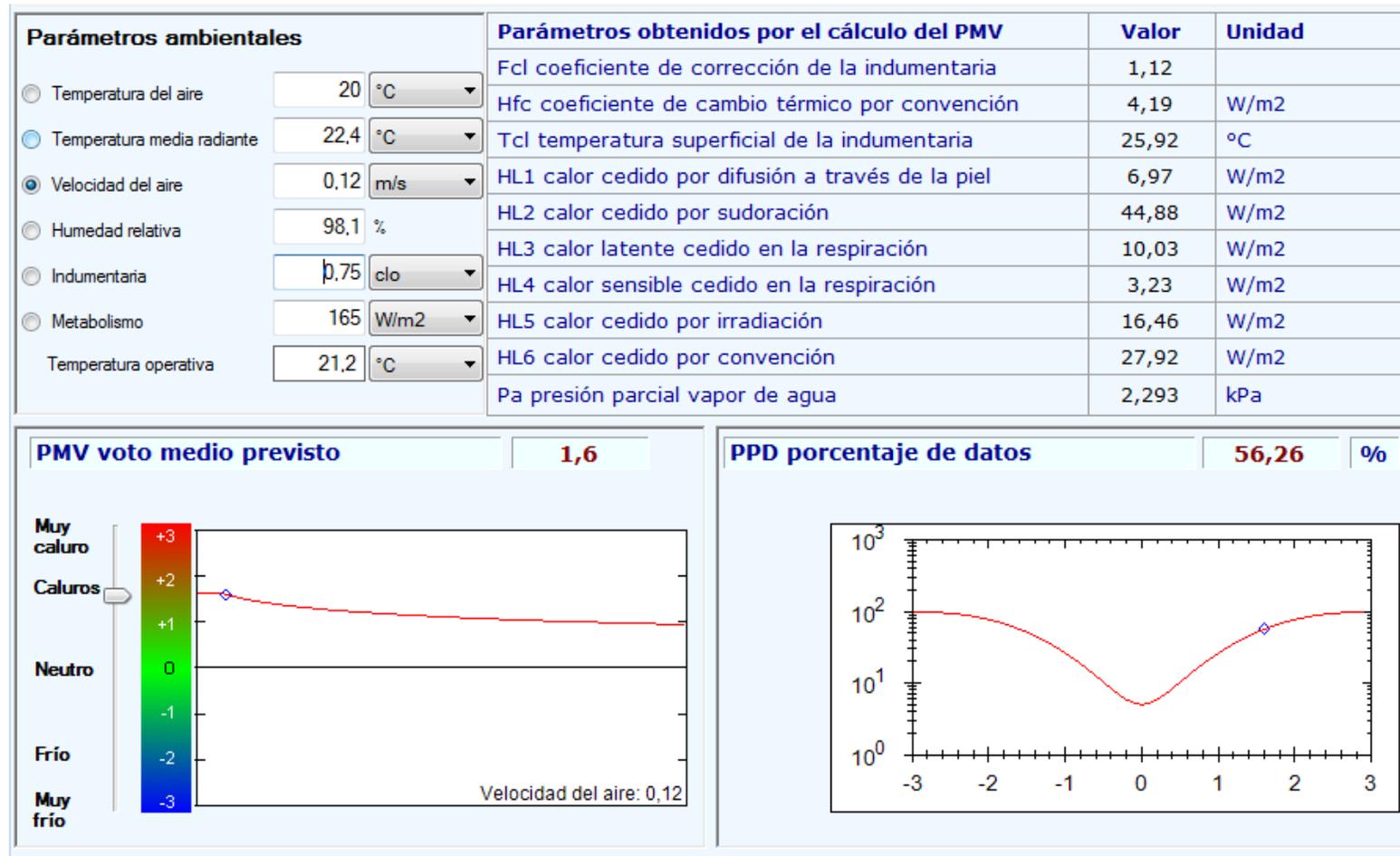


Tabla No. 11 Cálculo PMV y PPD. Proceso lijado/nobukado

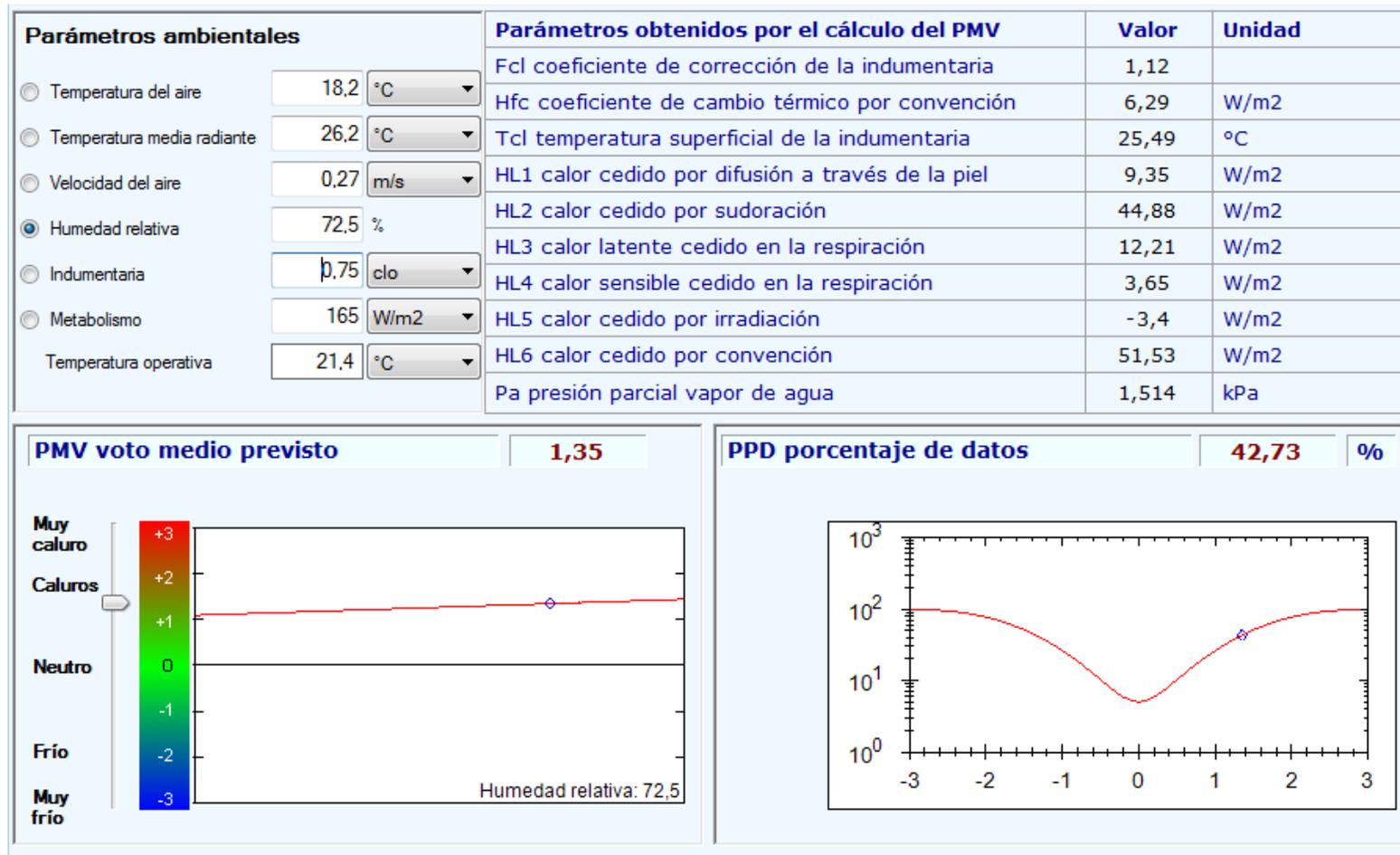


Tabla No. 12 Cálculo PMV y PPD. Proceso pigmentadora

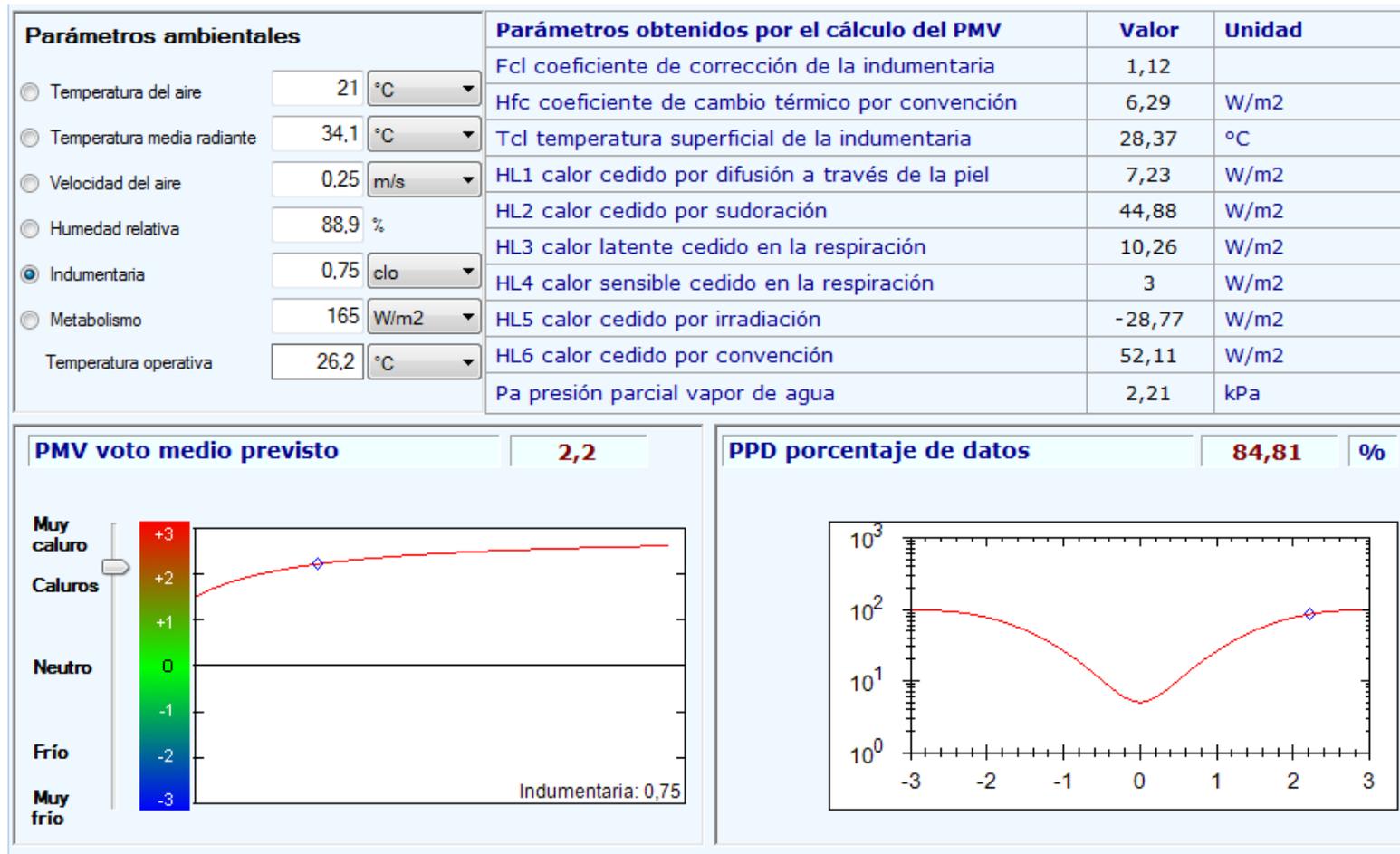


Tabla No. 13 Cálculo PMV y PPD. Proceso plancha

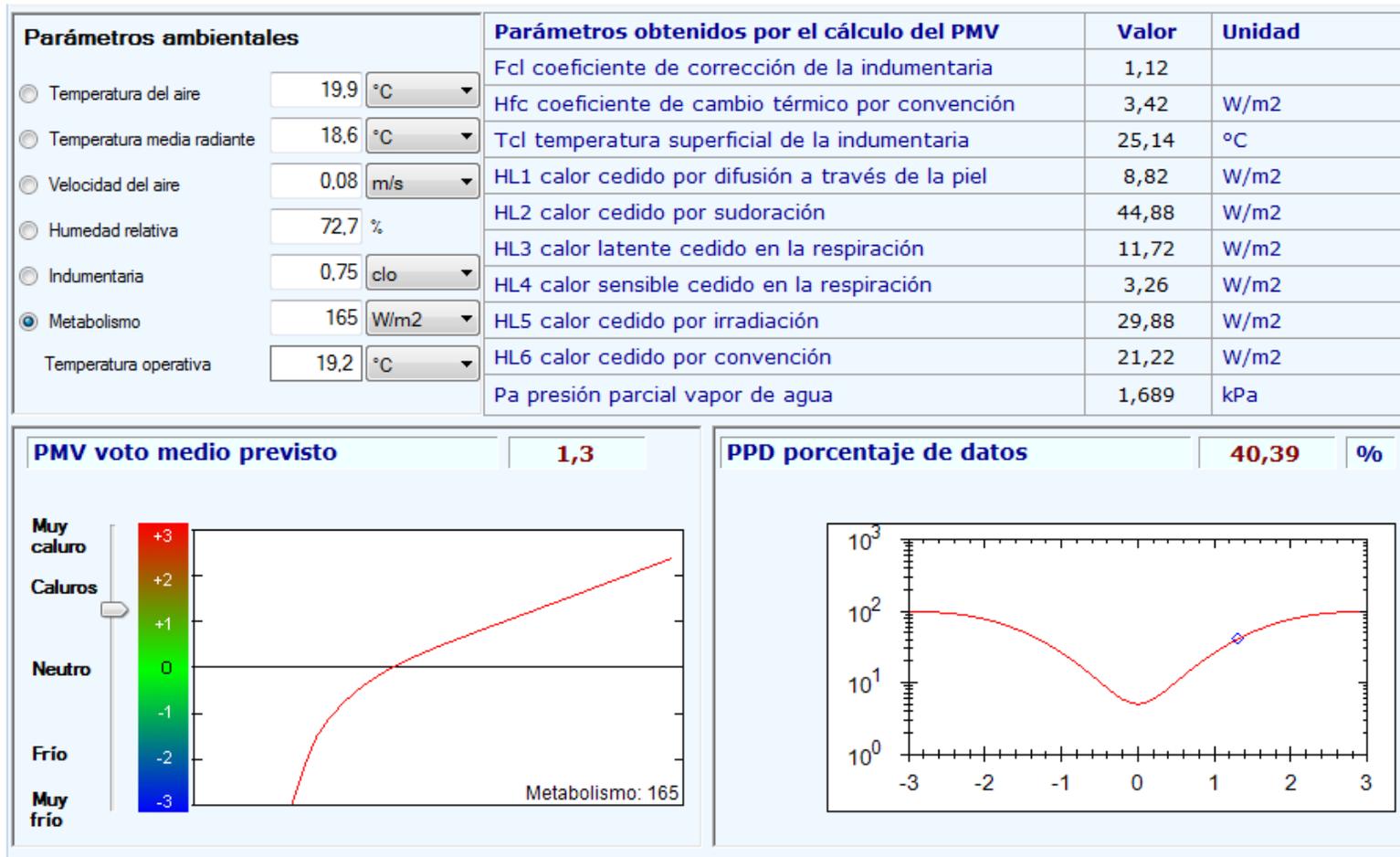


Tabla No. 14 Cálculo PMV y PPD. Proceso acabados

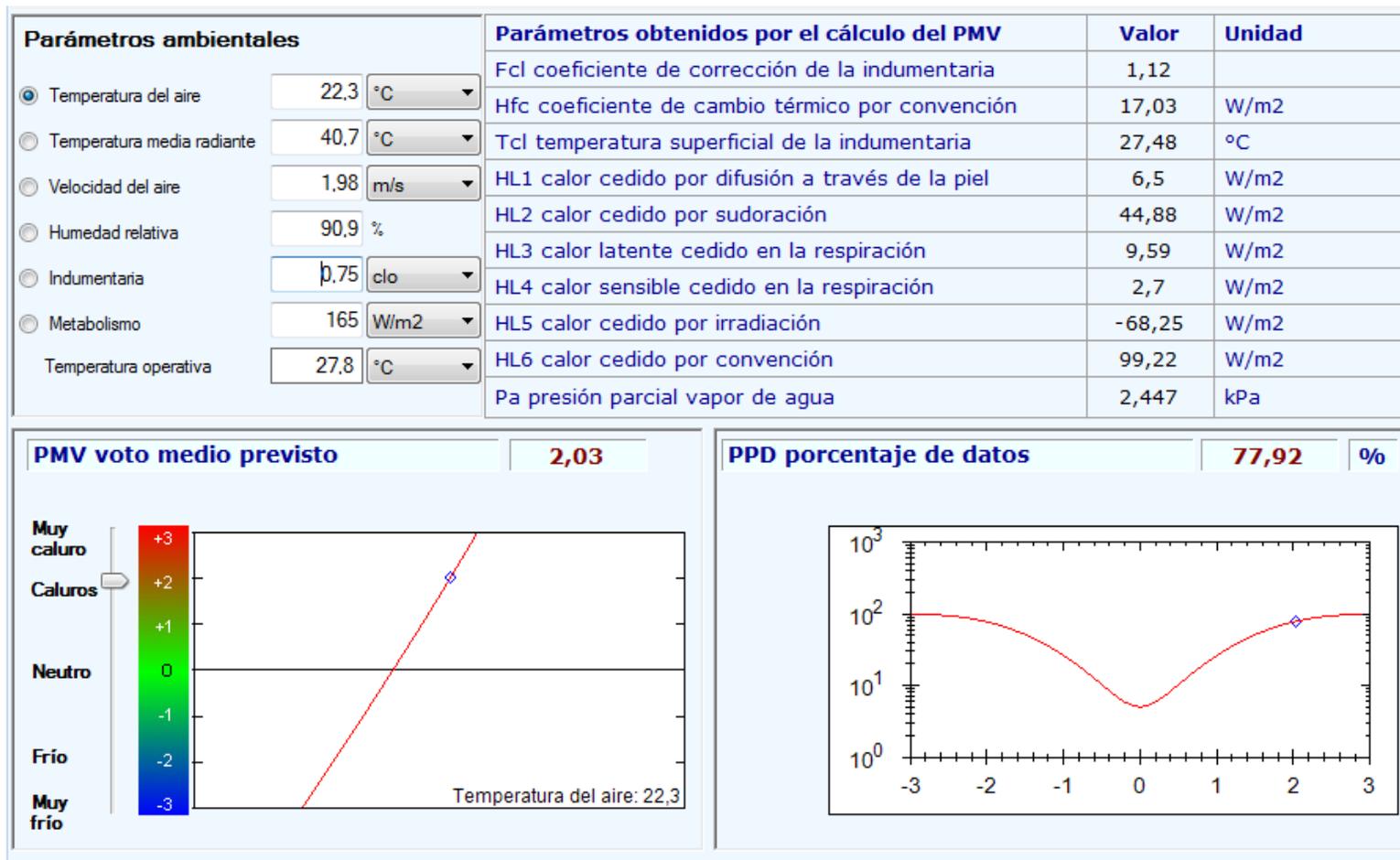


Tabla No. 15 Cálculo PMV y PPD. Proceso medición

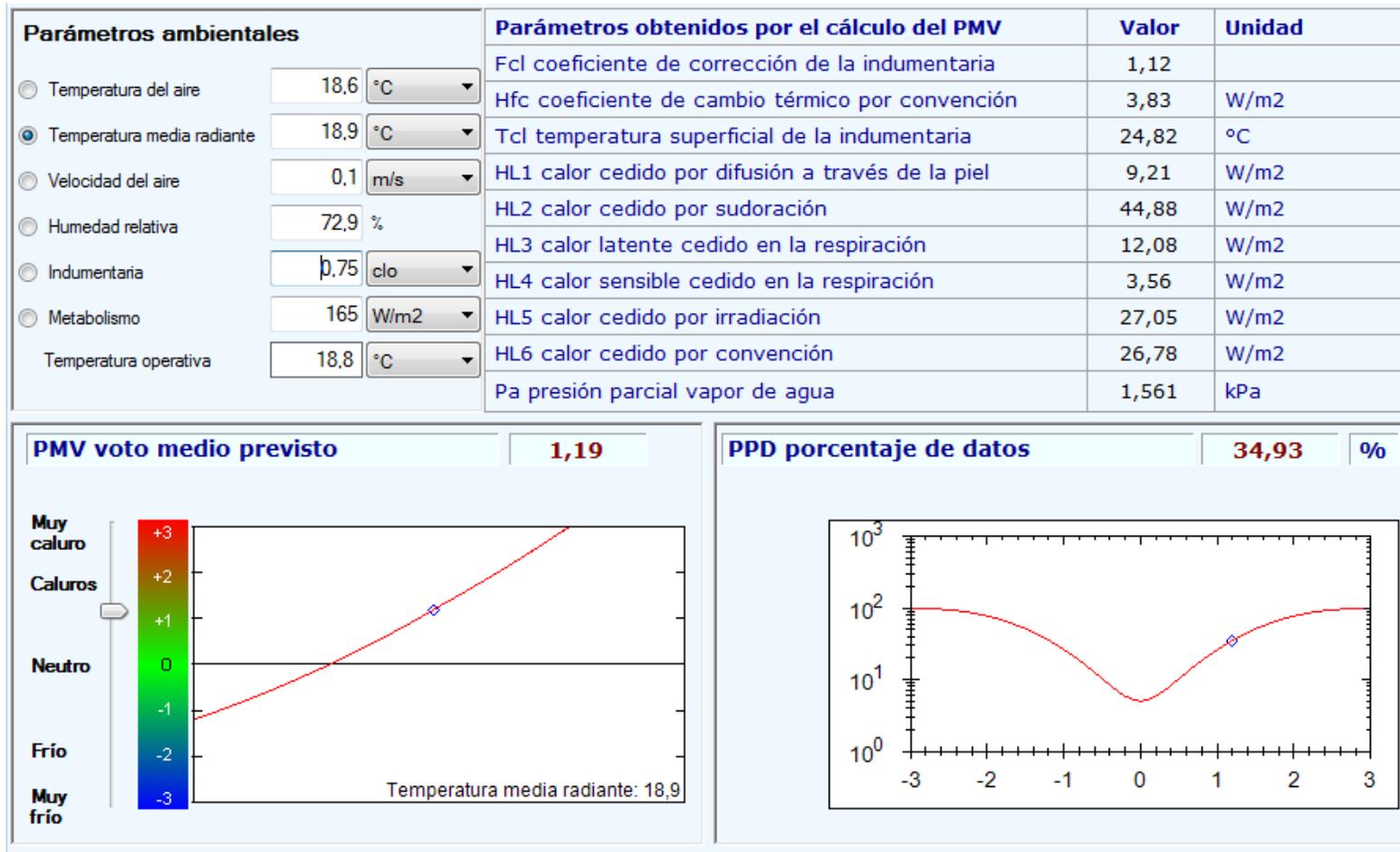


Tabla No. 16 Cálculo PMV y PPD. Caldera

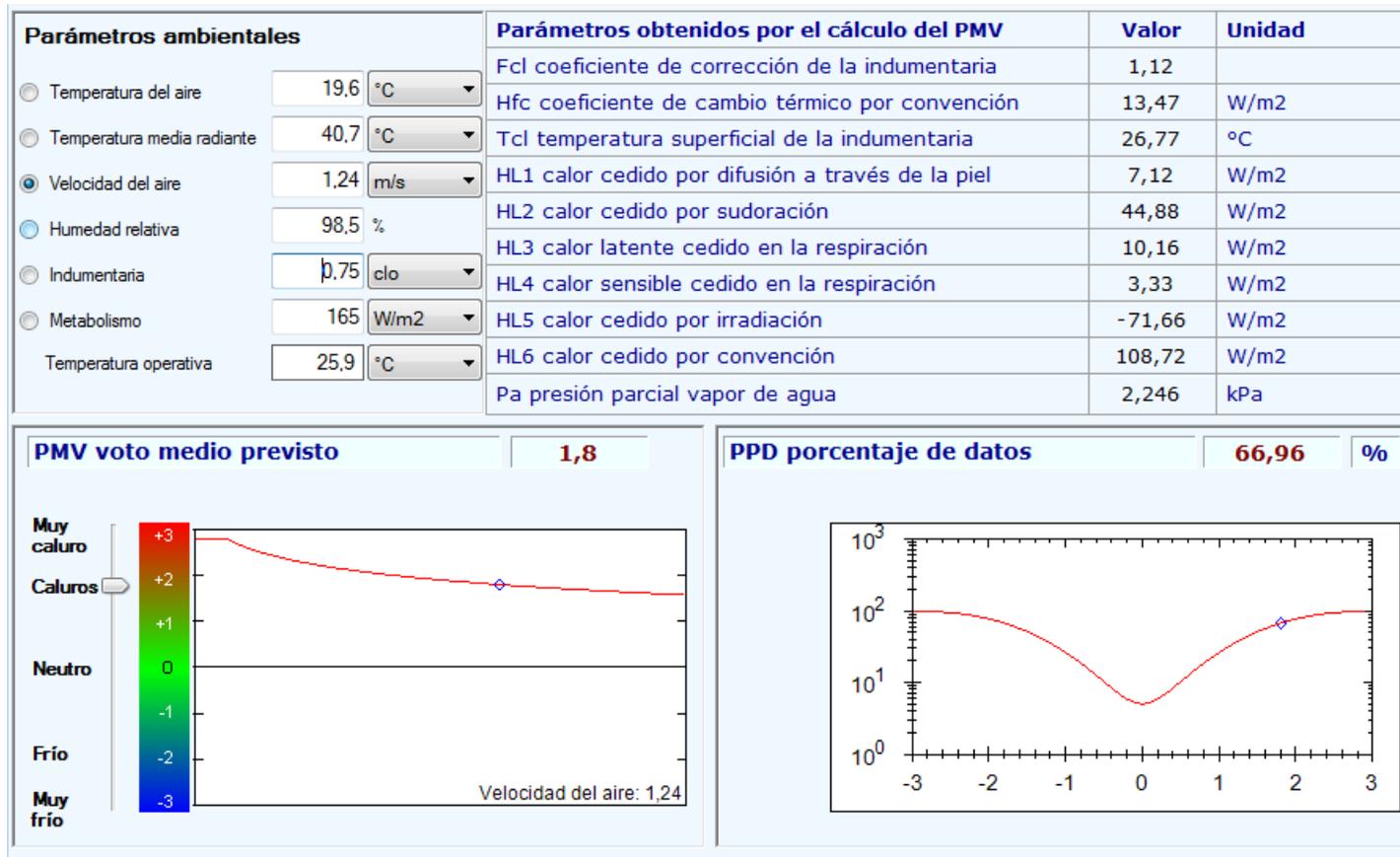
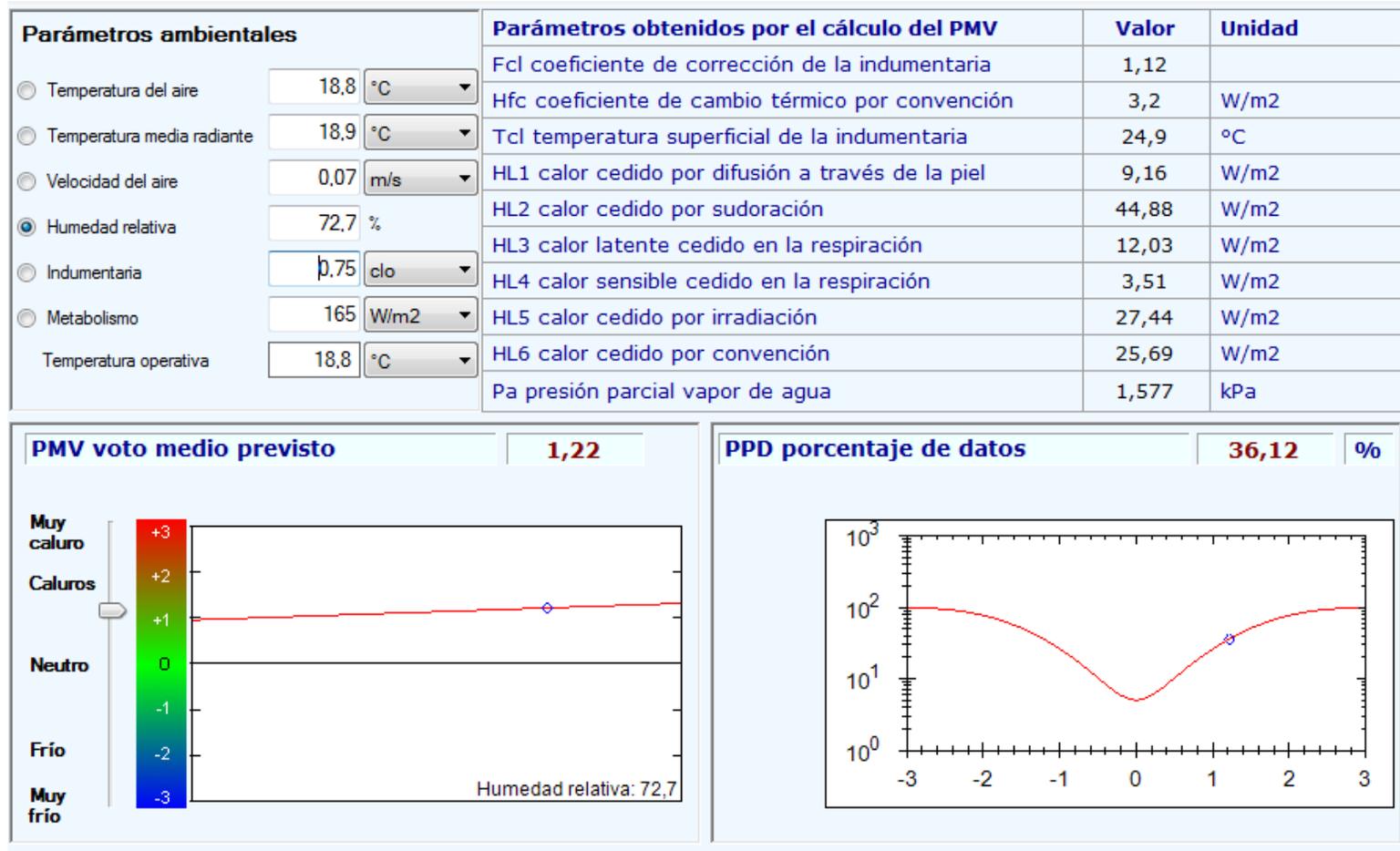


Tabla No. 17 Cálculo PMV y PPD. Coordinación



Anexo 12 Cuestionario de Fatiga Física y Cognitiva

A continuación se plantean distintas afirmaciones que dicen relación con como usted se siente. Para responder, **considere las últimas dos semanas incluido el día de hoy**. Debe dar cuenta de cuán verdadera es para usted la afirmación, utilizando una escala de 1 a 5. (Donde 1= Nunca y 5= Siempre)

A. SEÑALE LA OPCIÓN DE RESPUESTA QUE MÁS REPRESENTA LO QUE USTED SIENTE.

	Nunca	Alguna vez	Algunas veces	Muchas veces	Siempre
1. Me siento cansado	1	2	3	4	5
2. Me cuesta más pensar	1	2	3	4	5
3. Físicamente me siento exhausto, rendido	1	2	3	4	5
4. Me siento equilibrado, en armonía conmigo	1	2	3	4	5
5. Me concentro en lo que hago	1	2	3	4	5
6. Me siento débil	1	2	3	4	5
7. Olvido cosas importantes en muy poco tiempo(desde minutos a un par de días)	1	2	3	4	5
8. Me cuesta enfocar los ojos o fijar la vista	1	2	3	4	5
9. Me puedo concentrar bien	1	2	3	4	5
10. Me siento descansado	1	2	3	4	5
11. Tengo problemas para concentrarme	1	2	3	4	5
12. Me siento en mala condición física	1	2	3	4	5
13. Me canso rápidamente	1	2	3	4	5
14. Me encuentro distraído pensando en cosas	1	2	3	4	5
15. Me siento en buena forma	1	2	3	4	5

B. AHORA RESPONDA A LO SIGUIENTE:

En las últimas dos semanas, incluido el día de hoy ¿Se ha sentido fatigado?:				
1	2	3	4	5
No, nunca	Un poco	Moderadamente	Bastante	Completamente

FUENTE (Vera, 2012)

Anexo 13 Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga de H. YOSHITAKE

Edad: _____ Sexo: M _____ F _____

Ocupación: _____

Experiencia en el puesto (años): _____

Centro de trabajo: _____

Fecha: _____ Hora: _____ año mes día

Responda las siguientes preguntas de acuerdo con lo que sienta usted ahora.

	Si	No
1. Siente pesadez en la cabeza?.....	_____	_____
2. Siente el cuerpo cansado?.....	_____	_____
3. Tiene cansancio en las piernas?.....	_____	_____
4. Tiene deseos de bostezar?.....	_____	_____
5. Siente la cabeza aturdida, atontada?.....	_____	_____
6. Está soñoliento?.....	_____	_____
7. Siente la vista cansada?.....	_____	_____
8. Siente rigidez o torpeza en los movimientos?.....	_____	_____
9. Se siente poco firme e inseguro al estar de pie?.....	_____	_____
10. Tiene deseos de acostarse?.....	_____	_____
11. Siente dificultad para pensar?.....	_____	_____
12. Está cansado de hablar?.....	_____	_____
13. Está nervioso?.....	_____	_____
14. Se siente incapaz de fijar la atención?.....	_____	_____
15. Se siente incapaz de ponerle atención a las cosas?.....	_____	_____
16. Se le olvidan fácilmente las cosas?.....	_____	_____
17. Le falta confianza en sí mismo?.....	_____	_____
18. Se siente ansioso?.....	_____	_____
19. Le cuesta trabajo mantener el cuerpo en una buena postura?.....	_____	_____
20. Se le agotó la paciencia?.....	_____	_____
21. Tiene dolor de cabeza?.....	_____	_____
22. Siente los hombros entumecidos?.....	_____	_____
23. Tiene dolor de espaldas?.....	_____	_____

	Sí	No
24. Siente opresión al respirar?.....	_____	_____
25. Tiene sed?.....	_____	_____
26. Tiene la voz ronca?.....	_____	_____
27. Se siente mareado?.....	_____	_____
28. Le tiemblan los párpados?.....	_____	_____
29. Tiene temblor en las piernas o en los brazos?.....	_____	_____
30 Se siente mal?.....	_____	_____

1:_____ 2:_____ 3:_____ Tipo:_____

Anexo 14 Cuestionario SOFI-SM

Versión española modificada del Swedish Occupational Fatigue Inventory (SOFI-SM). Indicar en qué medida tales expresiones describen cómo se siente habitualmente al final de su jornada laboral.

1. Agotado	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
2. Exhausto	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
3. Extenuado	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
4. Respirando con dificultad	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
5. Palpitaciones	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
6. Con calor	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
7. Con las articulaciones agarrotadas	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
8. Entumecido	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
9. Dolorido	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
10. Apático	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
11. Pasivo	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
12. Indiferente	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
13. Somnoliento	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
14. Durmiéndome	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
15. Bostezante	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
16. Irritable	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado
17. Enojado	Nada en absoluto 0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 En alto grado

18. Furioso	Nada en absoluto	En alto grado
	0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10	

Anexo 15 Distribución Chi-cuadrado χ^2

DISTRIBUCION DE χ^2

Grados de libertad	Probabilidad										
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	18,48	24,32
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	20,09	26,12
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59
	No significativo								Significativo		

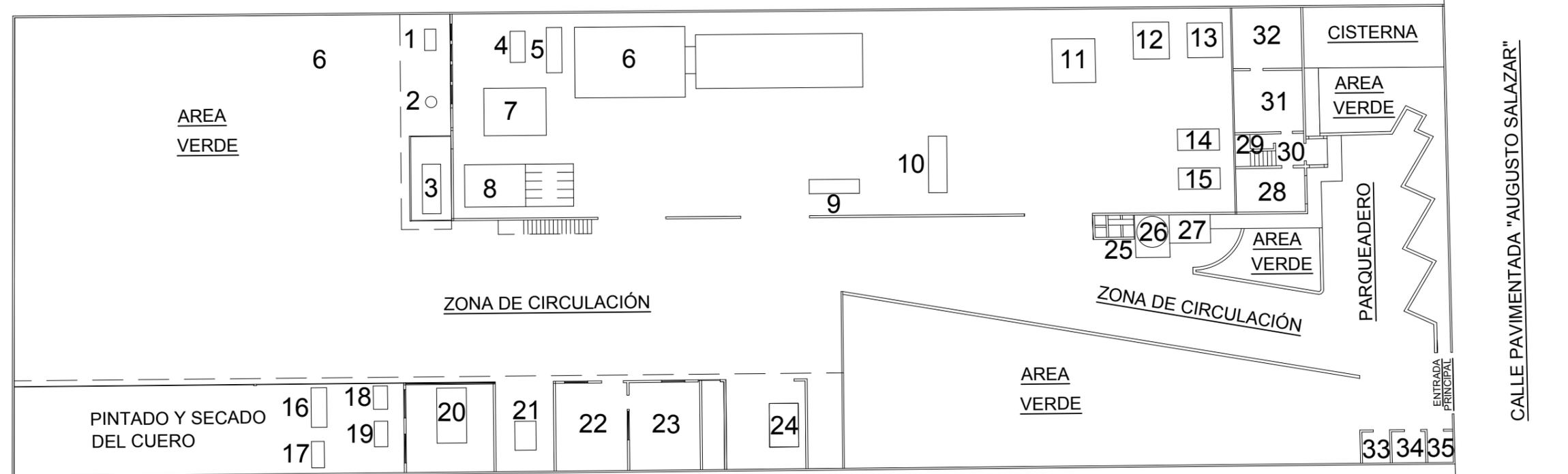
FUENTE.

<https://www.google.com/search?q=tabla+chi+cuadrado+completa&client=firefox-b&sa=X&biw=1366&bih=657&noj=1&tbm=isch&tbo=u&source=univ&ved=0ahUKEwiLwLjfhMfQAhWLZiYKHUwLAuIQsAQIIg>

Anexo 16: Detalle de las instalaciones de la Curtiduría Hidalgo

CURTIDURÍA HIDALGO

UBICACIÓN DE AMBIENTES Y/O MAQUINAS



IDENTIFICACIÓN DE AMBIENTES Y/O MAQUINAS

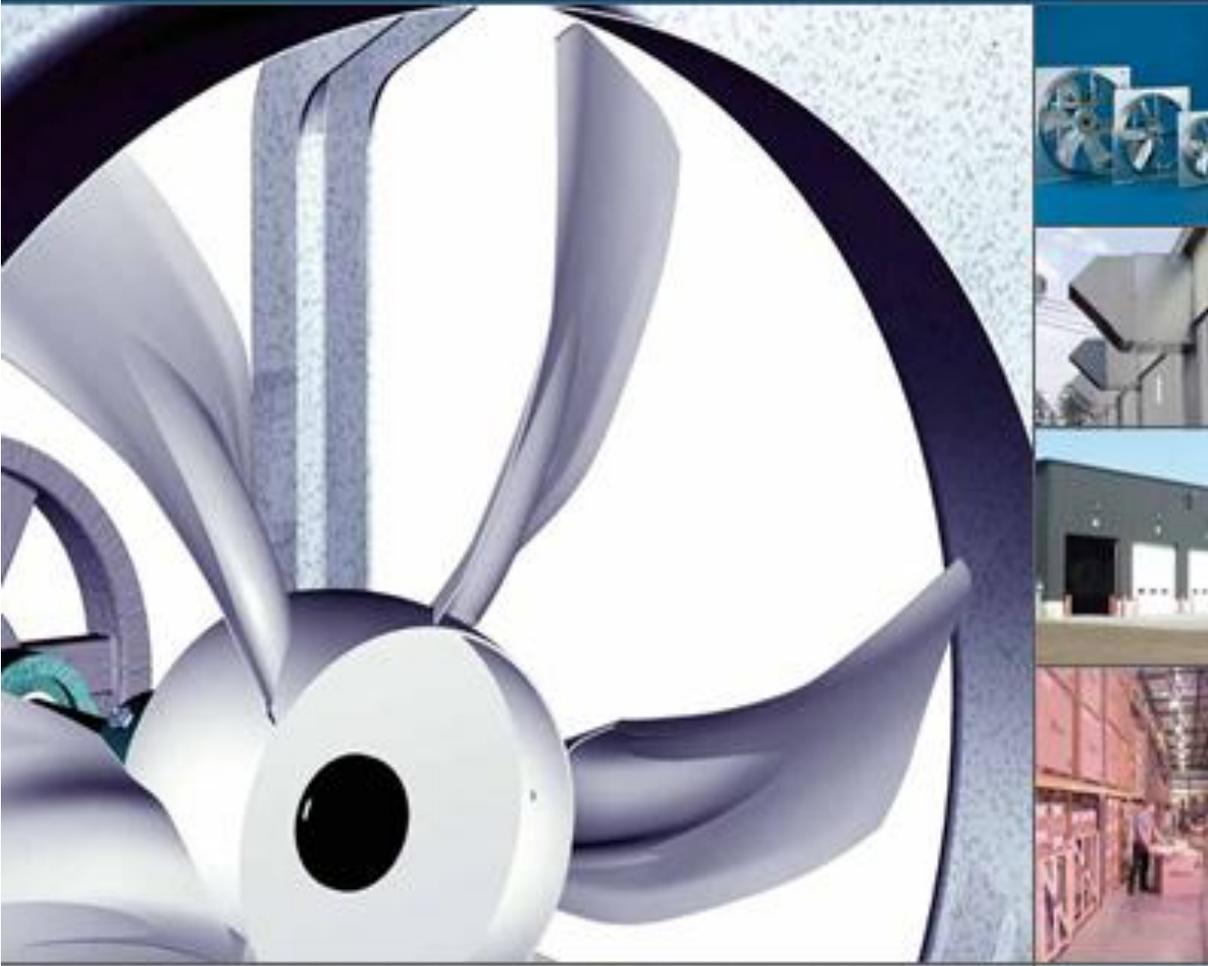
Nº AMBIENTE Ó MAQUINA

- | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 Compresor | 13 Bombo de curtición # 2 | 25 Tanque de Sedimentación (H= 1,50 m. bajo el nivel + 0,00) |
| 2 Tanque de Presión | 14 Bombo de Teñido # 1 | 26 Calentador de agua |
| 3 Caldero | 15 Bombo de Teñido # 2 | 27 Baño obreros (N. inferior) Tanque elevado (N. superior) |
| 4 Prensa | 16 Lijadora grande | 28 Bodega exhibición de Cueros |
| 5 Máquina para pintar tipo Rodillo | 17 Desempolvadora | 29 Baño |
| 6 Máquina para pintar tipo Carrousel | 18 Lijadora pequeña | 30 Hall |
| 7 Máquina de medición | 19 Pulidora | 31 Secretaría |
| 8 Estacadora | 20 Molliza | 32 Gerencia |
| 9 Descarnadora | 21 Raspadora | 33 Cubículo de desechos Plásticos |
| 10 Divididora | 22 Bodega de Productos químicos # 1 | 34 Cubículo de desechos Orgánicos |
| 11 Bomba de pelambre | 23 Bodega de Productos químicos # 2 | 35 Cubículo de desechos de Cartón |
| 12 Bombo de curtición # 1 | 24 Bombo de Ablandamiento | |

LEVANTAMIENTO REALIZADO POR: ING. RAMIRO VALLE MELO

Fuente: Curtiduría Hidalgo

Ventiladores Axiales para Paredes Transmisión por Correa y Directa



**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 pcm y 87,000 pcm 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 contruidos para que funcionen con los mismos altos estándares de confianza y resistencia.

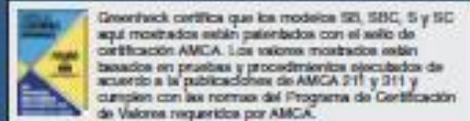
Todos los modelos están disponibles para extracción o suministro. Las aspas están disponibles en acero ó aluminio. Los marcos de transmisión y los paneles son contruidos para corresponder al nivel de uso y al tamaño del motor, desde el modelo más pequeño hasta el ventilador de uso industrial más grande.

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 intemperie. 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 ayudará a tomar las decisiones necesarias para eliminar las alternativas rápidamente. El tamaño del ventilador adecuado y la construcción son ajustados 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.



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 axial típicamente 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 correas o rodamientos que reponer y no haya poleas 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 ser más lentos y generan menos ruido, también tienden 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 sonos para ayudar al diseñador del sistema a evaluar el volumen relativo de una selección de ventilador. Los sonos son lineales al oído humano. Un ventilador con un valor de diez sonos, por ejemplo, es dos veces más ruidoso que un ventilador con un valor de cinco sonos.

Los ventiladores u otro equipo que generen un nivel de sonido en un cuarto de 50 sonos (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 aspas y en tres materiales de construcción. El primer diseño es una aspa estándar y muy inclinada para las presiones estáticas bajas, una velocidad baja y niveles de sonido reducidos. El segundo diseño es una aspa 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 chispas 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 ó aluminio fundido.

Como los Accesorios Afectan la Presión Estática

Todas 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 axiales 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 entra los motores de los ventiladores axiales para pausas. Con un flujo intermitente del aire de arranque, 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 menos sobrecargas para aplicaciones que usan motores totalmente encerrados o resistentes a la explosión.

Las 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. Las 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 caballo 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. Incluyen la potencia completa de sonido en ocho bandas, L_{eq} y valores en sonos.

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 Hélice 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 requieran la mejor combinación del funcionamiento de aire y sonido.

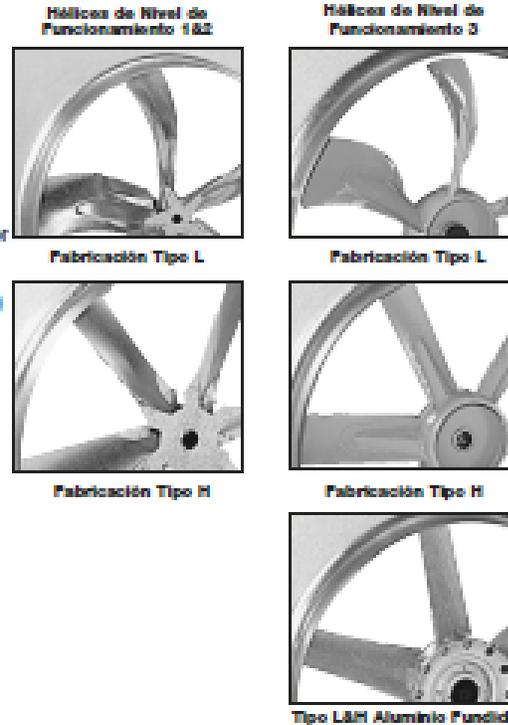
La Hélice Tipo "H" es una hélice de acero (aluminio opcional) con aspas rectas y de inclinación moderada. Es diseñada para usos donde la hélice "L" no alcanza las presiones estáticas. Estas hélices típicamente funcionan a RPM más altos y generan niveles de sonido más altos que la hélice tipo "L".

Hélices de Aluminio Fundido

Hélices Tipo "L" — Sonido Bajo
Ventiladores con la hélice de aluminio fundido tipo "L" son diseñados para usos de presión bajasonido 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 páginas 14 y 15 para el funcionamiento de hélices de 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 usa las tablas de funcionamiento, primero revise las selecciones "L", porque ofrecen velocidades y niveles de sonido más bajos.

Número de Modelo	Motor HP	Vel. RPM	Max. DHP	* Sonido	PCM / Presión Estática en Pulgadas. C.A.										
					0.500	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
NIVEL 2 LIMITE DE FUNCIONAMIENTO					Max RPM L - 987 H - 1148 Tamaño del Motor -143T										
					TS = RPM										
5S-2L24-S	1/2	811	0.50	15.5	6744	6962	6872	6677	6266	4628					
5S-2L24-S	1/2	863	0.60	17.4	7175	6945	6367	6187	5820	5345					
5S-2L24-S	1/2	961	0.75	18.5	6574	4641	4624	4422	4142	3642	3484	3274	1700	1102	
5S-2L24-S	1/2	1010	0.90	19.9	6311	4920	4819	4717	4470	4150	3901	3692	2168	1426	
5S-2L24-7	3/4	992	0.75	20	7759	7179	7013	6848	6511	6171	5890				

Hélice tipo "L" presión baja
Hélice tipo "H" presión alta

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

Nota que cada DHP 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 5S y 5SC 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 5S y 5SC tienen certificación (UL) ETL FM no. 3-00011
Registrado en sistema de listado "UL-OM" "UL-OM"

*E es un punto 2 y tiene que ser especificado.

Anexo 18 Manual de instalación, operación y mantenimiento de los ventiladores de hélice de pared lateral Greenheck.

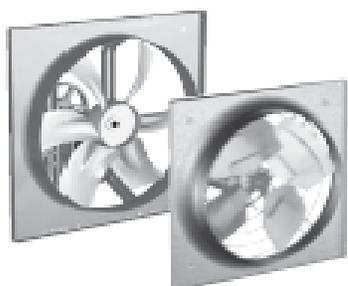
LEA Y GUARDE ESTAS INSTRUCCIONES

PIEZA Nº 460763



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 desee 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 preperforados 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 1/4 (27)	8 (15)
90	12 (30)	16 1/4 (41)	12 1/4 (32)	8 (15)
12	14 (35)	18 1/4 (46)	14 1/4 (37)	7 (18)
14	16 (41)	20 1/4 (52)	16 1/4 (42)	8 (20)
16	18 (45)	22 1/4 (57)	18 1/4 (47)	9 (23)
18	20 (51)	24 1/4 (62)	20 1/4 (52)	10 (25)
20	22 (56)	26 1/4 (67)	22 1/4 (57)	11 (28)
24	26 (66)	30 1/4 (78)	26 1/4 (67)	12 (30)
30	32 (81)	36 1/4 (93)	32 1/4 (83)	13 (33)
36	36 (91)	40 1/4 (103)	36 1/4 (93)	14 (36)
42	44 (112)	48 1/4 (124)	40 1/4 (103)	15 (38)
48	50 (127)	54 1/4 (140)	46 1/4 (120)	16 (41)
54	56 (142)	60 1/4 (155)	52 1/4 (134)	17 (43)
60	62 (157)	66 1/4 (170)	58 1/4 (150)	19 (48)
72	74 (188)	84 1/4 (215)	74 1/4 (188)	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.

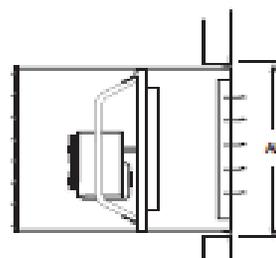


Figura 1 - Instalación con Carcasa de Pared

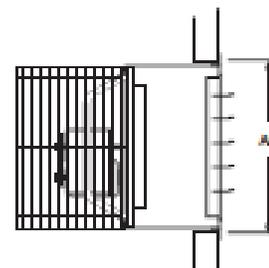


Figura 2 - Instalación con Collar de Pared

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.

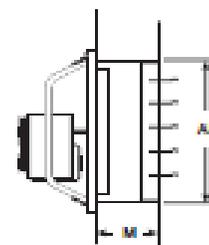


Figura 3 - Instalación Directa en la Pared

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 calcomante de giro que se encuentra en la unidad o como se muestra en la Figura 4.

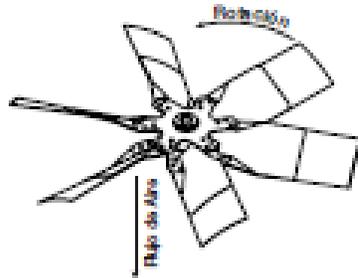


Figura 4 - Giro de la Hélice

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 profija 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 al 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 corren 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 (6,4 pulgadas), la deflexión de la correa debe ser de 3 mm (una pulgada) al usar una presión moderada con el pulgar en el medio de la transmisión. Consulte la Figura 5.

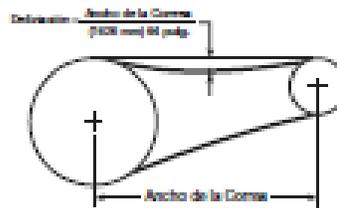


Figura 5 - Tensión de la Correa

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 desajuste de las correas, vibraciones y pérdida de energía prematuras. Consulte la Figura 6.

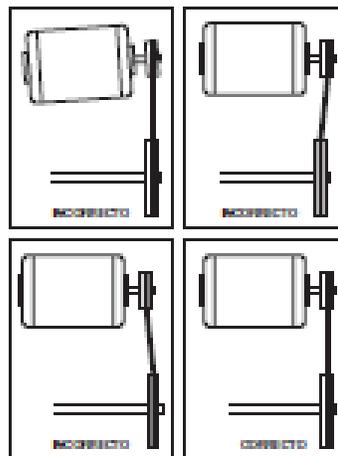


Figura 6 - Alineación de las Poleas

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 inmovilizados, 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 paletas 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.

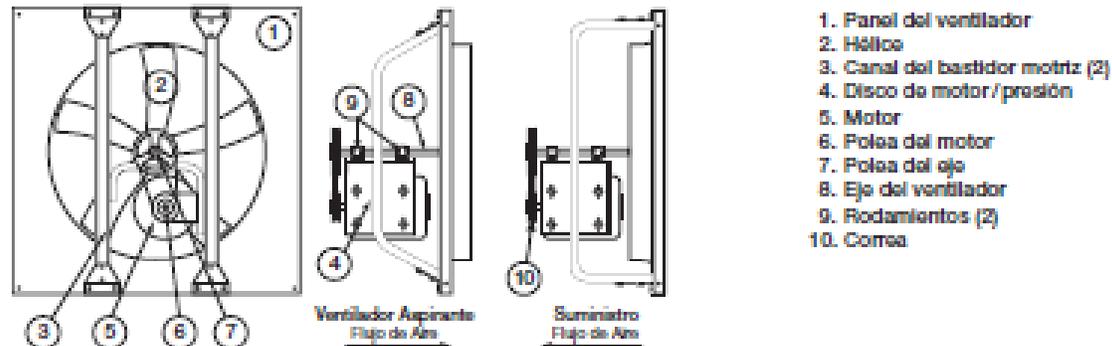
Solución de Problemas

PROBLEMA	CAUSA	MEDIDAS CORRECTIVAS
FLUJO DE AIRE REDUCIDO	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.
RUIDO EXCESIVO	Rodamientos	Apriete los collares de los rodamientos y los tornillos de fijación. Lubrique los rodamientos. Cambie los rodamientos defectuosos.
	Transmisión de la correa en V	Apriete 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.

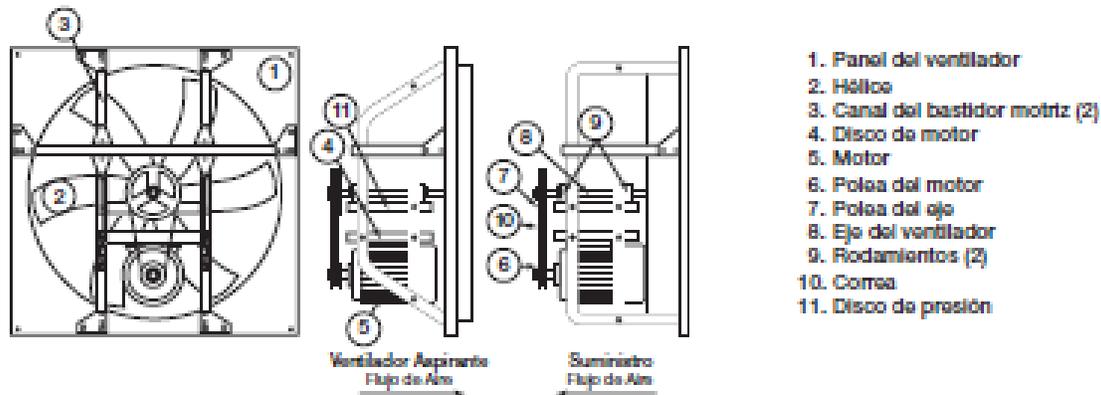
El empuje de carga del motor se debe verificar y comparar con la placa de identificación para evitar daños graves al motor cuando se aumenta la velocidad.

Lista de Partes (Transmisión por Correa)

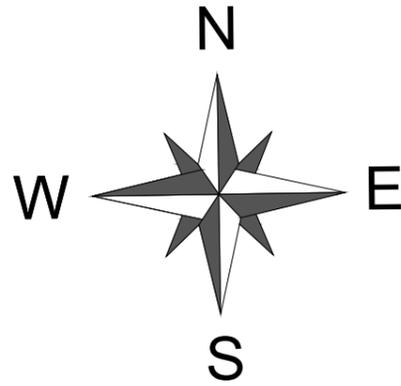
• SB-1L/H Y SBC-2L/H



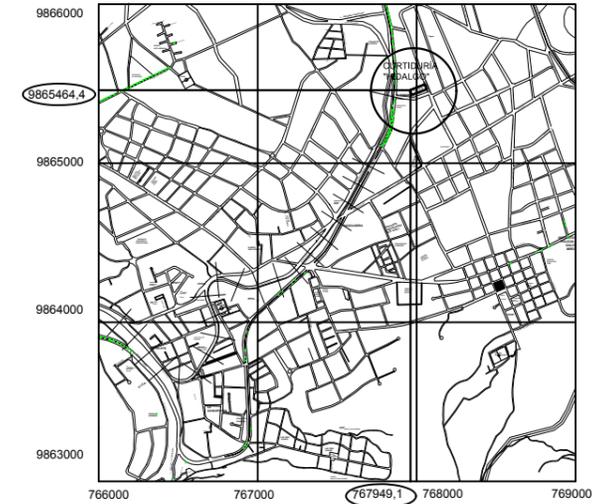
• SB-3L/H Y SBC-3L/H



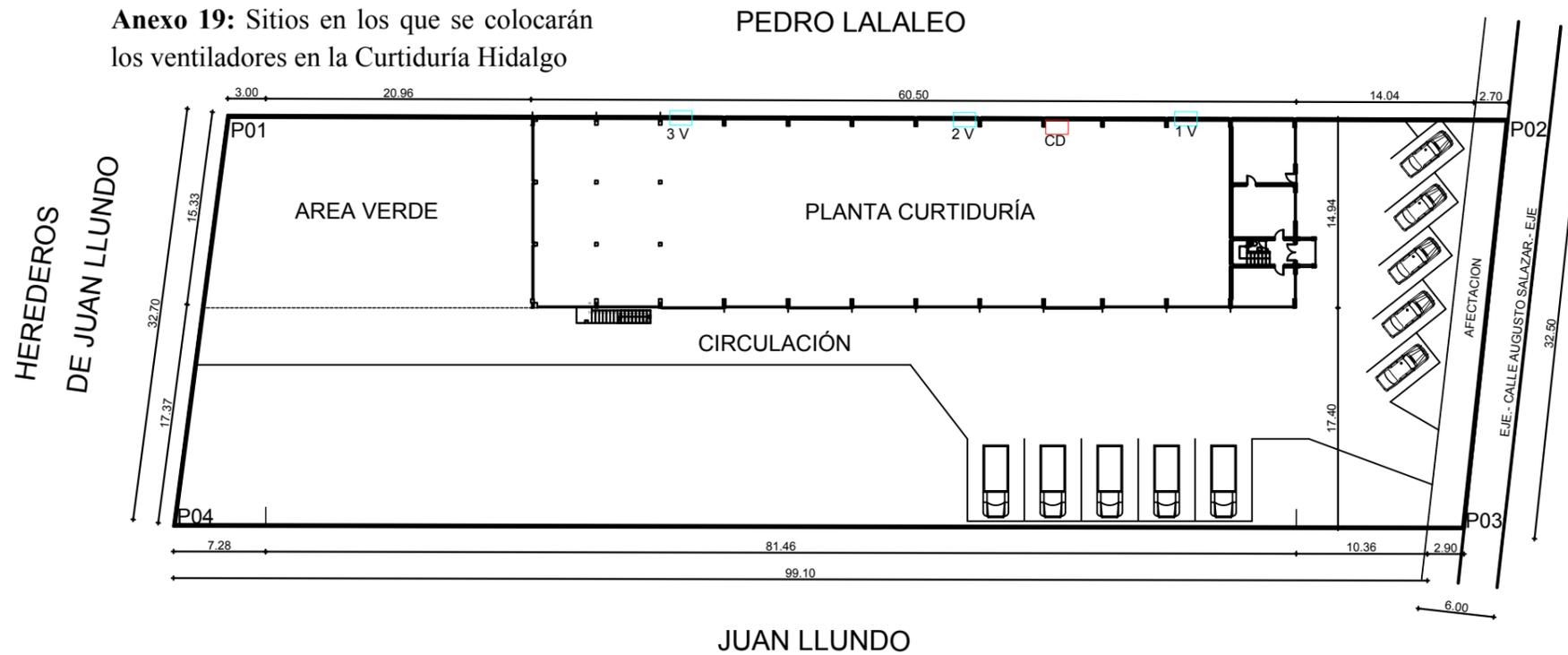
LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO



UBICACIÓN



Anexo 19: Sitios en los que se colocarán los ventiladores en la Curtiduría Hidalgo



NOMENCLATURA

- 1 V= VENTILADOR 1
- 2 V= VENTILADOR 2
- 3 V= VENTILADOR 3
- CD= CAJA DE DISTRIBUCIÓN
- Nota: El ventilador 4 esta en el atillito

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X(m)	Y(m)
P01	767949,1	9865464,4
P02	768041,3	9865464,1
P03	768037,8	9865431,8
P04	767935,8	9865432,0

Datos tomados con GPS DATUM: WGS - 84
Proyección Cartográfica UTM Zona: 17 SUR

DUEÑOS :

GUILLERMO FABIÁN HIDALGO POVEDA
C.C: 180140596-8

HILDA MARGARITA RUIZ FREIRE
C.C: 180168333-3

FIRMA

FIRMA

PLANIMETRÍA LOTE CURTIDURÍA "HIDALGO"

768000 E
768010 E
768020 E
768030 E
768040 E

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTÓN: AMBATO	PARROQUIA: IZAMBA	SECTOR: BARRIO "EL PISQUE"
SUPERFICIE: 3.289 m2	ALTURA: 2817 m.s.n.m	ESCALA: 1:500	FECHA: Junio 2016

ELABORADO POR:

ING. RAMIRO VALLE MELO
Registro Profesional 18-082
SENECYT 1005 -06 -668279

REVISADO Y APROBADO POR:

TÉCNICO MUNICIPIO DE AMBATO

767930 E
767940 E
767950 E
767960 E
767970 E
767980 E
767990 E

Anexo 20 Presupuesto de la obra civil para colocar los ventiladores

DESCRIPCION	A	B	C	NUMERO DE ELEMENTOS	VOLUMEN HOMIGON (m3)	COSTO \$/M3	COSTO TOTAL
VOLUMEN DE LOSETAS	1,03	0,93	0,10	2,00	0,19	110,00	21,07
VOLUMEN DE PAREDES	0,83	0,83	0,10	1,00	0,07	110,00	7,58
VOLUMEN DE PAREDES	0,83	0,83	0,10	2,00	0,14	110,00	15,16
VOLUMEN DE COLUMNAS	0,30	0,30	3,97	1,00	0,36	110,00	39,30
VOLUMEN DE PLINTOS	1,00	1,00	0,20	1,00	0,20	110,00	22,00
TOTAL					0,96		105,11

DESCRIPCION	DIAMETRO DE VARILLA		PESO/ML C	NUMERO DE VARILLAS	PESO KG	COSTO \$/M3	COSTO TOTAL
	mm	LONG.					
VARILLA EN LOSETAS	10	1,08	0,394	12,00	5,11	1,9	9,701856
VARILLA EN LOSETAS	10	1,18	0,610	12,00	8,64	1,9	16,41144
VARILLA EN PAREDES	8	1,20	0,394	6,00	2,84	1,9	5,38992
VARILLA EN PAREDES	10	1,20	0,610	12,00	8,78	1,9	16,6896
VARILLA EN PAREDES	8	1,10	0,394	6,00	2,60	1,9	4,94076
VARILLA EN COLUMNA	12	4,50	0,888	8,00	31,97	1,9	60,7392
VARILLA EN COLUMNA	8	1,10	0,394	26,00	11,27	1,9	21,40996
VARILLA EN PLINTO	12	1,15	0,888	5,00	5,11	1,9	9,7014
TOTAL					76,31		144,984136

RESUMEN:	DOLARES (\$)	NUMERO DE ELEMENTOS	TOTAL
COSTO DE HOMIGON	0,00	4	0,00
COSTO DEL ACERO	144,98	4	579,94
COSTO TOTAL			579,94

SON: UN MIL DOLARES CON TREINTA Y OCHO CENTAVOS

Anexo 21 Pausas Activas Ejercicios

4. PAUSAS ACTIVAS

4.1 EJERCICIOS PARA EL CUELLO



Con la ayuda de la mano lleve la cabeza hacia un lado como si tocara el hombro con la oreja hasta sentir una leve tensión. Sostenga durante 15 segundos y realícelo hacia el otro lado.

Entrelace las manos y llévelas detrás de la cabeza de manera tal que lleve el mentón hacia el pecho. Sostenga esta posición durante 15 segundos.



4.2 EJERCICIOS PARA LOS HOMBROS



Eleve los hombros lo que más pueda y sostenga esta posición durante 15 segundos.

Lleve los brazos hacia atrás, por la espalda baja y entrelace los dedos e intente subir los dedos sin soltar los dedos. Sostenga esta posición durante 15 segundos.



4.3 EJERCICIOS PARA BRAZOS



Con la espalda recta, cruce los brazos por detrás de la cabeza e intente llevarlos hacia arriba. Sostenga esta posición durante 15 segundos.

Lleve el brazo hacia el lado contrario y con otra mano empújelo hacia el hombro. Realice el ejercicio durante 15 segundos y luego hágalo con el otro brazo.



Extienda completamente el brazo hacia el frente, voltee la mano hacia abajo y con la mano contraria ejerce un poco de presión sobre el pulgar, hasta que sienta algo de tensión. Luego se debe hacer con la otra mano.

Lleve los brazos hacia atrás por encima del nivel de los hombros, tome un codo con la mano contraria, empujando hacia el cuello. Sostenga durante 15 segundos y cambie de lado.



4.4 EJERCICIOS PARA LAS MANOS



Estire el brazo hacia el frente y abra la mano como si estuviera haciendo la señal de pare, y con la ayuda de la otra mano leve hacia atrás todos los dedos durante 15 segundos.

Lleve hacia adelante la mano y voltee hacia abajo todos los dedos, con la ayuda de la otra mano ejerza un poco de presión hacia atrás durante 15 segundos.



Con una mano estire uno a uno cada dedo de la mano contraria (como si los estuviera contando) y sosténgalo durante 3 segundos.

Con las palmas de las manos hacia arriba, abra y cierre los dedos. Esto se debe repetir 10 veces.



4.5 EJERCICIOS PARA LAS PIERNAS



Levante la rodilla hasta donde le sea posible y sostenga esta posición durante 15 segundos. Mantenga recta la espalda y la pierna de apoyo.

Conservando la pierna recta, extiéndala al máximo posible. Mantenga esta posición por 15 segundos.



De un paso al frente, apoyando el talón en el piso y lleve la punta del pie hacia su cuerpo. Mantenga durante 15 segundos.



Extienda sus brazos hacia el frente, y flexione las piernas simulando que se sienta en el aire y mantenga esta posición durante 15 segundos.



4.6 EJERCICIOS PARA LOS OJOS



Con el cuello recto mire hacia arriba, hacia la derecha, hacia la izquierda y hacia abajo repitiendo durante 10 segundos.

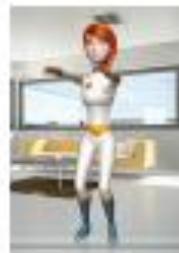
Con el cuello recto haga movimientos circulares con los ojos hacia el lado derecho y luego hacia el lado izquierdo durante 10 segundos.



Cierre los ojos durante 30 segundos, respire profundo y piense en algo POSITIVO.

4.7 EJERCICIOS PARA LA ESPALDA

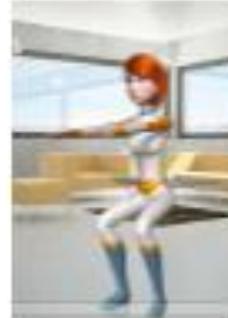
Con la espalda recta flexione las rodillas, lleva los brazos hacia al frente, sostenga durante 15 segundos y luego descansa.





Sentado coloca las manos en la espalda, dirige los codos hacia atrás y extiende ligeramente el tronco y sostenga esta posición durante 15 segundos

En posición de pie, extienda sus brazos hacia adelante, y flexione las piernas simulando que se sienta en el aire y mantenga esta posición durante 15 segundos.



Sentado con las piernas separadas más allá del ancho de los hombros y con los pies bien apoyados en el suelo, lleva las manos hacia el piso y sostenga esta posición durante 15 segundos.

Fuente: <https://ufpso.edu.co/ftp/doc/otrospro/gh/L-GH-DRH-002B.pd>