

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**

### **MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE LABORAL PARA LOS TRABAJADORES QUE SE ENCUENTRAN SOMETIDOS A ESTRÉS TÉRMICO EN UNA EMPRESA ECUATORIANA PROCESADORA DE FRITURAS**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MÁSTER (MSc.) EN  
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL**

**WILLIAM ESTUARDO VILLACIS OÑATE**

[williamvillacis@yahoo.es](mailto:williamvillacis@yahoo.es)

**DIRECTOR: DR. MARIO FERNANDO RIVERA ESCOBAR, MSc.**

[mario.rivera568@gmail.com](mailto:mario.rivera568@gmail.com)

**CO-DIRECTOR: ING. PABLO VALLEJO TEJADA, MSc.**

[pvallejo67@gmail.com](mailto:pvallejo67@gmail.com)

**Quito, Marzo 2013**

© Escuela Politécnica Nacional 2011  
Reservados todos los derechos de reproducción

## DECLARACIÓN

Yo, William Estuardo Villacis Oñate, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

William Estuardo Villacis Oñate  
C.I. 1714336565

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Ing. William Estuardo Villacis Oñate, bajo mi supervisión.

---

Dr. Mario Rivera, MSc.  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

Ing. Pablo Vallejo Tejada, MSc.  
**CODIRECTOR DE PROYECTO**



## AGRADECIMIENTOS

Para la culminación de esta tesis agradezco primero a Dios, por haberme concedido las fuerzas necesarias, primero para lanzarme a estudiar y culminar con éxitos la respectiva maestría y luego porque desde que inicie a realizar este trabajo, me dio el ánimo y la perseverancia necesarios para vencer todos los obstáculos que se venían en el transcurso de esta tesis.

A mí querida esposa Monse, por brindarme su confianza, primero a que siga adelante en mis estudios y segundo por tener la paciencia en el interior de mi hogar para que pueda terminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis queridos hijos Camila y José Miguel, por disculparme de no haber podido estar con ellos, en el período de estudios que constituyó esta maestría. Gracias por siempre recibirme con una sonrisa y abrazos.

A toda mi familia que desde el primer día que emprendí esta increíble aventura, siempre me apoyaron y estaban seguros de mi culminación exitosa.

A mi tío Julio Oñate, por haberme ayudado para obtener el crédito del IECE y poder realizar el estudio de la presente maestría.

Al Dr. Mario Rivera, Msc., porque desde el momento que le propuse ser director de mi tesis, aceptó inmediatamente, y por haberme ayudado y colaborado para lograr la culminación del desarrollo de la tesis. Al Ing. Pablo Vallejo, MSc., por haberme brindado primero sus amistad en el transcurso de la maestría y como codirector por haberme ayudado en la ejecución del plan y luego la elaboración de la tesis.

A todos los ingenieros, doctores de la Maestría de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional por transmitir sus conocimientos.

Al Ing. Carlos Andrade (hijo) y Dr. Carlos Andrade (padre), por haberme dado la oportunidad de realizar esta tesis en una importante empresa ecuatoriana.

Al Ing. Francisco Martínez, Sr. Patricio Durán y en general a todo el personal de BanchisFood S.A., por toda la ayuda brindada durante el tiempo que estuve en las instalaciones para lograr el desarrollo de la parte experimental de la tesis.

Al Ing. Francisco Salgado, por ayudarme desde el inicio con sus conocimientos y consejos para poder realizar este tipo de trabajo.

A mis amigos Francisco, Evelyn, Carlos, Isabel, por compartir momentos inolvidables en las aulas, durante la realización de trabajos, durante las horas de estudio, gracias por su amistad y por aportar con un granito de arena para culminar esta nueva meta que me impuse. A mis compañeros de la maestría, por compartir momentos de estudio y de esparcimiento cuando se ameritaba la ocasión.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi esposa Monse e hijos Camila y José Miguel, por brindarme su apoyo incondicional para culminar con éxitos esta meta trazada.

**Willy**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
<b>GLOSARIO</b>	<b>xviii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xxi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xxii</b>
<b>1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>1</b>
1.1 Estrés térmico y salud	1
1.1.1 Concepto de estrés térmico	1
1.1.2 Sobrecarga calórica	1
1.1.3 Factores que influyen en el estrés térmico	2
1.1.4 Medidas de protección frente al ambiente caluroso	2
1.1.5 Intercambios térmicos entre el cuerpo humano y el medio	3
1.1.5.1 Metabolismo (M)	5
1.1.5.2 Trabajo externo (W)	5
1.1.5.3 Intercambio de calor por radiación (R)	6
1.1.5.4 Intercambio de calor por convección (C)	6
1.1.5.5 Pérdida de calor por evaporación del sudor (E)	6
1.1.5.6 Pérdida de calor por respiración ( $C_{res}$ ) y ( $E_{res}$ )	6
1.1.5.7 Pérdida de calor por difusión del vapor en la piel ( $E_d$ )	7
1.1.5.8 Pérdida de calor por difusión del vapor en la piel ( $C_{cond.clo}$ )	7
1.1.6 Efectos derivados de la exposición laboral al ambiente térmico	8
1.2 Gestión del estrés térmico	9
1.2.3 Métodos de evaluación	11
1.2.4 Método del índice de temperatura efectiva	11
1.2.5 Método del índice de tensión térmica	11
1.2.6 Método del índice WBGT	12
1.2.6.1 Ponderación por metabolismo, tiempo de actividad y posición del operario	12
1.2.6.2 Coeficientes de trabajo-descanso	15
1.2.6.3 Dosis de estrés térmico	16
1.2.7 Medidas de prevención y corrección	18
1.2.7.1 Medidas en la fuente	17
1.2.7.2 Medidas en el medio de transmisión o ambiente	18
1.2.7.3 Medidas sobre el individuo	18
1.2.8 Quejas	19
1.2.9 Productividad	20
1.3 Marco legal	21

1.3.1	Legislación nacional	21
1.3.1.1	De la temperatura, humedad relativa y ventilación (capítulo IV)	19
1.3.1.2	De la ropa de trabajo y del equipo de protección personal (capítulo IX)	21
1.3.1.3	Edificios y locales (capítulo II)	21
1.3.1.3.1	Art. 24.- Pasillos	21
1.3.1.4	Servicios permanentes (capítulo III)	21
1.3.1.4.1	Art. 35.- Dormitorios	21
1.3.1.5	Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos (capítulo V)	22
1.3.1.5.1	Art. 53.- Condiciones generales ambientales: ventilación, temperatura y humedad	22
1.3.1.5.2	Art. 24.- Calor	23
1.3.2	Legislación internacional (España)	26
1.4	Control estadístico	28
1.4.1	Muestreo	28
1.4.2	Metodología estadística	30
1.4.2.1	Estadística descriptiva	27
1.4.2.1.1	Medida de la muestra	27
1.4.2.1.2	Desviación estándar de la muestra	28
1.4.2.1.3	Porcentaje de coeficiente de variación	28
1.4.2.2	Índice de la capacidad del proceso	29
1.4.2.3	Histogramas	30
1.4.2.4	Diagrama de Pareto	30
<b>2</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>34</b>
2.1	Descripción de la empresa	34
2.2	Identificación de las zonas de producción que presentan riesgo de estrés térmico	39
2.2.1	Determinación de las tareas que se realiza en cada zona de producción de la empresa	40
2.2.1.1	Proceso chifle	38
2.2.1.1.1	Zona de producción de pelado (proceso chifle)	38
2.2.1.1.2	Zona de producción de fritura (proceso chifle)	39
2.2.1.1.3	Zona de producción de empaque	41
2.2.1.1.4	Zona de producción de bodega	43
2.2.1.2	Proceso yuca	45
2.2.1.2.1	Zona de producción de pelado (proceso yuca)	45
2.2.1.2.2	Zona de producción de fritura (proceso yuca)	46

2.2.2 Medición de los parámetros ambientales en cada zona de producción de la empresa	51
2.3 Reducción del estrés térmico en las zona de producción que presentan tal riesgo	54
2.3.1 Propuesta de medidas de control en la fuente y medio de transmisión	54
2.3.2 Implementación de medidas de control en el receptor	58
2.3.3 Evaluación de las medidas de control propuestas e implementadas	60
2.4 Mejoramiento del ambiente laboral, relativo a quejas a los trabajadores expuestos a estrés térmico	62
2.5 Aumento de la productividad en las zonas de producción que presentan riesgo de estrés térmico	63
<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>65</b>
3.1 Determinación del índice WBGT teórico en las diferentes zonas de producción de la empresa	65
3.1.1 Metabolismo individual y tiempo total que se realiza en las zonas de producción	66
3.1.2 Porcentaje de tiempo de las actividades que se realiza en las zonas de producción	69
3.1.3 Metabolismo teórico promedio que se realiza en las zonas de producción	71
3.1.4 Capacidad de proceso en los tiempos de cada actividad de las zona de producción	73
3.2 Cálculo del índice WBGT promedio real y de la dosis de estrés térmico	76
3.2.1 Índice WBGT promedio real	76
3.2.2 Dosis de estrés térmico	81
3.3 Comparación del índice WBGT teórico con el índice WBGT real promedio	84
3.4 Reducción del estrés térmico en las zonas de producción que presentan tal riesgo	87
3.4.1 Análisis financiero para la propuesta de medidas de control en la fuente y medio de transmisión	87
3.4.1.1 Inversión total fija	85
3.4.1.2 Ingreso anual	85
3.4.1.3 Parámetros de rentabilidad de la instalación de las medidas de control en la fuente y en el medio de transmisión	86
3.4.1.4 Costo - beneficio de la instalación de las medidas de control en la fuente y en el medio de transmisión	87

3.4.2	Evaluación de la temperatura corporal interna timpánica en la implementación de las medidas de control en el receptor en los procesos de chifle y yuca	91
3.4.3	Evaluación de la frecuencia cardiaca en la implementación de las medidas de control en el receptor en los procesos chifle y yuca	94
3.4.4	Evaluación de la densidad y ph de la orina en la implementación de las medidas de control en el receptor en los procesos de chifle y yuca	97
3.5	Mejoramiento del ambiente laboral, relativo a quejas a los trabajadores expuestos a estrés térmico	99
3.6	Aumento de la productividad en las zonas de producción que presentan riesgo de estrés térmico	101
3.6.1	Índice de productividad en la zona de producción de fritura procesos chifle y yuca	102
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>103</b>
4.1	CONCLUSIONES	103
4.2	RECOMENDACIONES	105
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>107</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>112</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
<b>Tabla 1.1.</b> Efectos de la exposición laboral al calor	9
<b>Tabla 1.2.</b> Valores de referencia del índice WBGT (ISO 7243)	14
<b>Tabla 1.3</b> Valores medios de la carga térmica metabólica durante la realización de distintas actividades	15
<b>Tabla 1.4.</b> Alturas a las que se recomienda situar los termómetros para medir las magnitudes físicas ambientales	16
<b>Tabla 1.5.</b> Evaluación de riesgos químicos, físicos y/o biológicos	18
<b>Tabla 1.6.</b> Tipo de trabajo en función de la carga de trabajo y el valor del índice WBGT promedio	26
<b>Tabla 2.1.</b> Actividades y posturas que adoptan las trabajadoras en la zona de producción de pelado de verde	42
<b>Tabla 2.2.</b> Dimensiones internas y externas de las freidoras que se utiliza en la zona de producción de fritura	43
<b>Tabla 2.3.</b> Actividades y posturas que adoptan los trabajadores en la zona de producción de fritura de verde	44
<b>Tabla 2.4.</b> Actividades y posturas que adoptan los trabajadores en la zona de producción de empaque	45
<b>Tabla 2.5.</b> Actividades y posturas que adoptan los trabajadores en la zona de bodega I	47
<b>Tabla 2.6.</b> Actividades y posturas que adoptan los trabajadores en la zona de bodega II	47
<b>Tabla 2.7.</b> Actividades y posturas que adoptan las trabajadoras en la zona de producción de pelado de yuca	49
<b>Tabla 2.8.</b> Actividades y posturas que adoptan los trabajadores en la zona de producción de fritura de yuca	50
<b>Tabla 2.9.</b> Número de puntos de medición determinados en cada zona de producción	51

<b>Tabla 2.10.</b> Días que se monitorizaron los parámetros ambientales en cada zona de producción	52
<b>Tabla 2.11.</b> Dimensiones de las campanas de extracción	55
<b>Tabla 2.12.</b> Dimensiones de los diámetros de las diferentes secciones de los ductos del sistema de extracción localizada	56
<b>Tabla 2.13.</b> Características del ventilador seleccionado para el sistema de extracción localizada	57
<b>Tabla 2.14.</b> Días para los datos de productividad antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor en la zona de producción de fritura	64
<b>Tabla 3.1.</b> Metabolismo individual y tiempo total en la zona de producción de pelado procesos chifle yuca y zona de producción de fritura proceso chifle	67
<b>Tabla 3.2.</b> Metabolismo individual y tiempo total en la zona de producción de fritura proceso yuca y zona de producción de empaque	68
<b>Tabla 3.3.</b> Metabolismo individual y tiempo total en las zonas de producción de bodega I y bodega II	69
<b>Tabla 3.4.</b> Porcentajes de tiempo de las actividades que se realiza en las diferentes zonas de producción	70
<b>Tabla 3.5.</b> Porcentajes de tiempo de las actividades que se realiza en las diferentes zonas de producción (continuación)	71
<b>Tabla 3.6.</b> Metabolismo promedio teórico que se realiza en la zona de producción de pelado	71
<b>Tabla 3.7.</b> Metabolismo promedio teórico que se realiza en la zona de producción de fritura	72
<b>Tabla 3.8.</b> Metabolismo promedio teórico que se realiza en las zonas de producción de bodega I y bodega II	72
<b>Tabla 3.9.</b> Metabolismo promedio teórico que se realiza en la zona de producción de empaque en la mañana y en la tarde	72
<b>Tabla 3.10.</b> Índice WBGT teórico en las diferentes zonas de producción de la empresa	73
<b>Tabla 3.11.</b> Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en la zona de producción de pelado proceso chifle	73



<b>Tabla 3.12.</b> Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en la zona de producción de pelado proceso yuca	74
<b>Tabla 3.13.</b> Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en la zona de producción de fritura proceso chifle	74
<b>Tabla 3.14.</b> Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en la zona de producción de fritura proceso yuca	75
<b>Tabla 3.15.</b> Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en la zona de producción de empaque	75
<b>Tabla 3.16.</b> Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en las zonas de producción de bodega I y bodega II	76
<b>Tabla 3.17.</b> Índice WBGT real promedio en la zona de producción de pelado	77
<b>Tabla 3.18.</b> Índice WBGT real promedio en la zona de producción de empaque	77
<b>Tabla 3.19.</b> Índice WBGT real promedio en la zona de producción de fritura	78
<b>Tabla 3.20.</b> Índice WBGT real promedio en las zonas de producción de bodega I y bodega II	79
<b>Tabla 3.21.</b> Análisis estadístico del índice WBGT real promedio de la zona de producción de pelado	79
<b>Tabla 3.22.</b> Análisis estadístico del índice WBGT real promedio de la zona de producción de fritura	80
<b>Tabla 3.23.</b> Análisis estadístico del índice WBGT real promedio de la zona de producción de empaque	80
<b>Tabla 3.24.</b> Análisis estadístico del índice WBGT real promedio de las zonas de producción de bodega I y bodega II	81
<b>Tabla 3.25.</b> Valor de la dosis de estrés térmico en la zona de producción de pelado	82
<b>Tabla 3.26.</b> Valor de la dosis de estrés térmico en la zona de producción de fritura	82
<b>Tabla 3.27.</b> Valor de la dosis de estrés térmico en la zona de producción de empaque	82
<b>Tabla 3.28.</b> Valor de la dosis de estrés térmico en las zonas de producción de bodega I y bodega II	83

<b>Tabla 3.29.</b> Inversión total fija para la instalación de las medidas de control propuestas tanto en la fuente como en el medio de transmisión	88
<b>Tabla 3.55.</b> Ingreso anual por la instalación de las medidas de control propuestas tanto en la fuente como en el medio de transmisión	89
<b>Tabla 3.31.</b> Parámetros de estimación de la rentabilidad, si se instalaran las medidas de control en la fuente y en el medio de transmisión	90
<b>Tabla 3.32.</b> Costo total de indemnizaciones (beneficio)	91
<b>Tabla 3.33.</b> Índice costo-beneficio que se obtiene por la instalación de las medidas de control en la fuente y en el receptor	91
<b>Tabla AII 1.</b> Temperatura de bulbo húmedo natural y temperatura de globo en la zona de fritura del proceso chifle del 25 de julio del 2011 en la mañana	114
<b>Tabla AII 2.</b> Índice WBGT de la zona de fritura del proceso chifle del 25 de julio del 2011 en la mañana	115
<b>Tabla AII 3.</b> Índice WBGT de la zona de fritura del proceso chifle de cuatro días a diferentes semanas en la mañana	115
<b>Tabla AV 1.</b> Propiedades físico-químicas del gas licuado de petróleo	125
<b>Tabla AV 2.</b> Ecuaciones utilizadas para las variables dependientes	127
<b>Tabla AV 3.</b> Dimensiones de la campana de extracción	127
<b>Tabla AV 4.</b> Ecuaciones utilizadas para el cálculo del ángulo central de la campana de extracción	129
<b>Tabla AV 5.</b> Dimensiones de la campana de extracción	129
<b>Tabla AVII 1.</b> Características del dimensionamiento de los ductos del sistema de extracción localizada	132
<b>Tabla AVII 2.</b> Significado de las variables utilizadas en el cálculo de los conductos y de las pérdidas de carga	135
<b>Tabla AVII 3.</b> Cálculo de los diámetros de los conductos y de las pérdidas de carga	136
<b>Tabla AVIII 1.</b> Cálculo de la potencia que se debe entregar al aire	137

<b>Tabla AVIII 2.</b> Cálculo del número de revoluciones y potencia que se debe entregar al eje del ventilador a condiciones ambientales estándares	138
<b>Tabla AVIII 3.</b> Cálculo del factor de corrección debido a las condiciones ambientales diferentes a las condiciones ambientales estándares	139
<b>Tabla AVIII 4.</b> Cálculo de la presión estática del ventilador corregida	139
<b>Tabla AVIII 5.</b> Cálculo del número de revoluciones y potencia que se debe entregar al eje del ventilador a condiciones ambientales reales de la zona de fritura	139
<b>Tabla AVIII 6.</b> Cálculo de la potencia corregida que recibe el eje del ventilador	140
<b>Tabla AVIII 7.</b> Cálculo del rendimiento que va a tener el ventilador	140
<b>Tabla AXIII 1.</b> Valores de índices WBGT en la zona de fritura y zona del sitio de descanso de la primera semana en la mañana	149
<b>Tabla AXIII 2.</b> Factores de trabajo- descanso entre la zona de fritura del proceso chifle y el sitio de descanso de cuatro días a diferentes semanas en la mañana	150
<b>Tabla AXV 1.</b> Datos de encuestas laborales realizadas a los trabajadores de la zona de producción de fritura antes del estudio de estrés térmico	153
<b>Tabla AXVI 1.</b> Datos de encuestas laborales realizadas a los trabajadores de la zona de producción de fritura después del estudio de estrés térmico	154
<b>Tabla AXVII 1.</b> Tiempo de las actividades realizadas en la zona de producción de pelado proceso chifle	155
<b>Tabla AXVII 2.</b> Tiempo de las actividades realizadas en la zona de producción de pelado proceso yuca	155
<b>Tabla AXVII 3.</b> Tiempo de las actividades realizadas en la zona de producción de fritura proceso chifle	156
<b>Tabla AXVII 4.</b> Tiempo de las actividades realizadas en la zona de producción de fritura proceso yuca	157
<b>Tabla AXVII 5.</b> Tiempo de las actividades realizadas en la zona de producción de empaque	158
<b>Tabla AXVII 6.</b> Tiempo de las actividades realizadas en las zonas de producción de bodega I y bodega II	159

<b>Tabla A XVIII 1.</b>	Parámetros ambientales de la zona de producción de fritura (proceso chifle)	160
<b>Tabla A XVIII 2.</b>	Parámetros ambientales de la zona de producción de fritura (proceso yuca)	161
<b>Tabla A XVIII 3.</b>	Parámetros ambientales de la zona de producción de pelado	162
<b>Tabla A XVIII 4.</b>	Parámetros ambientales de las zonas de producción de empaque y bodega I	163
<b>Tabla A XVIII 5.</b>	Parámetros ambientales de la zona de producción de bodega II	164
<b>Tabla AXIX 1.</b>	Datos de temperatura húmeda natural y temperatura de globo en la primera semana de la zona de producción de fritura proceso chifle (mañana)	165
<b>Tabla AXIX 2.</b>	Índice WBGT promedio real en la primera semana de la zona de producción de fritura proceso chifle (mañana)	166
<b>Tabla AXX 1.</b>	Costos fijos de las medidas de control propuestas en la fuente y en el medio de transmisión	167
<b>Tabla AXX 2.</b>	Costos variables adicionales para las freidoras semiautomáticas	167
<b>Tabla AXX 3.</b>	Costos variables adicionales para el extractor centrífugo y ventilador del sistema de extracción localizada	168
<b>Tabla AXX 4.</b>	Costos de mantenimiento para del sistema de extracción localizada y las freidoras semiautomáticas	168
<b>Tabla AXX 5.</b>	Costos de mantenimiento para del sistema de extracción localizada y las freidoras semiautomáticas	169
<b>Tabla AXX 6.</b>	Costos variables totales para del sistema de extracción localizada y las freidoras semiautomáticas	169
<b>Tabla AXX 7.</b>	Costos de mano de obra adicional para del sistema de extracción localizada y las freidoras semiautomáticas	169
<b>Tabla AXX 8.</b>	Precios sin impuesto al valor agregado del producto chifle	170
<b>Tabla AXX 9.</b>	Precios sin impuesto al valor agregado del producto yucas	170
<b>Tabla AXX 10.</b>	Valores del índice USD/kg de los productos chifle y yuquitas	171

<b>Tabla AXX 11.</b>	Promedio del índice USD/kg por año e ingreso total anual	171
<b>Tabla AXX 12.</b>	Tasas de interés	171
<b>Tabla AXX 13.</b>	Flujo de caja neto	172
<b>Tabla AXXI 1.</b>	Temperatura interna corporal de los trabajadores en el proceso chifle	173
<b>Tabla AXXI 2.</b>	Temperatura interna corporal de los trabajadores en el proceso yuca	173
<b>Tabla AXXII 1.</b>	Frecuencia cardiaca de los trabajadores en el proceso chifle	174
<b>Tabla AXXII 2.</b>	Frecuencia cardiaca de los trabajadores en el proceso yuca	174
<b>Tabla AXXIII 1.</b>	Valores de densidad y pH de la orina antes de la implementación de descanso y rehidratación a los trabajadores de la zona de producción de fritura	175
<b>Tabla AXXIII 2.</b>	Valores de densidad y pH de la orina después de la implementación de descanso y rehidratación a los trabajadores de la zona de producción de fritura proceso chifle	175
<b>Tabla AXXIII 3.</b>	Valores de densidad y pH de la orina después de la implementación de descanso y rehidratación a los trabajadores de la zona de producción de fritura proceso yuca	176
<b>Tabla AXXIV 1.</b>	Cálculo de puntuación y porcentaje acumulado para realizar el diagrama de Pareto antes del estudio de estés térmico	177
<b>Tabla AXXIV 2.</b>	Cálculo de puntuación y porcentaje acumulado para realizar el diagrama de Pareto después del estudio de estés térmico	178
<b>Tabla AXXIV 3.</b>	Escala de puntuación, simbología y total de puntuación que se utiliza para realizar el diagrama de Pareto	179
<b>Tabla AXXV 1.</b>	Datos para el cálculo del índice de productividad antes de la implementación de las medidas de control en el receptor en la zona de producción de fritura proceso chifle	180
<b>Tabla AXXV 2.</b>	Datos para el cálculo del índice de productividad antes de la implementación de las medidas de control en el receptor en la zona de producción de fritura proceso yuca	180

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
<b>Figura 1.1.</b> Ecuación práctica del balance térmico (Dueñas, 2007, p . 26; Mondelo <i>et al.</i> , 2001, p. 68)	5
<b>Figura 1.2.</b> Instrumentos para la medición de factores que afectan al ambiente térmico y para la medición del índice WBGT (Cortés, 2001, p. 458; Dueñas, 2007, p. 23; Falagán, 2008, p. 266)	10
<b>Figura 2.1.</b> Foto de la ubicación aérea de la empresa BanchisFood S.A (MapLink/Tele Atlas, 2012)	34
<b>Figura 2.2.</b> Diagrama de bloques del proceso de chifle en la empresa BanchisFood S.A	38
<b>Figura 2.3.</b> Diagrama de bloques del proceso de yuca en la empresa BanchisFood S.A.	38
<b>Figura 2.4.</b> Diagrama de bloques de las zonas básicas de producción en la elaboración de chifles y yucas	40
<b>Figura 2.5.</b> Forma de trabajo en la zona de producción pelado proceso chifle y yuca	53
<b>Figura 2.6.</b> Forma de trabajo en la zona de producción fritura proceso chifle y yuca	53
<b>Figura 2.7.</b> Forma de trabajo en las zonas de producción empaque, bodega I y bodega II	54
<b>Figura 2.8.</b> Ventilador centrífugo CM 1000	57
<b>Figura 3.1.</b> Valores de dosis de estrés térmico de las zonas de producción	83
<b>Figura 3.2.</b> Comparación del índice WBGT promedio real con el índice WBGT teórico en la mañana para las zonas de producción	85
<b>Figura 3.3.</b> Comparación del índice WBGT promedio real con el índice WBGT teórico en la tarde para las zonas de producción	87
<b>Figura 3.4.</b> Temperatura interna corporal cuando los trabajadores entran y salen del sitio de descanso en la zona de producción de fritura	92

<b>Figura 3.5.</b>	Índice (temperatura interna corporal medido/temperatura corporal teórica normal) cuando los trabajadores entran y salen del sitio de descanso en la zona de producción de fritura	93
<b>Figura 3.6.</b>	Frecuencia cardiaca cuando los trabajadores entran y salen del sitio de descanso en la zona de producción de fritura	95
<b>Figura 3.7.</b>	Índice (frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal) cuando los trabajadores entran y salen del sitio de descanso en la zona de producción de fritura	96
<b>Figura 3.8.</b>	Densidad de la orina antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor en los procesos de chifle y yuca	98
<b>Figura 3.9.</b>	pH de la orina antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor en los procesos de chifle y yuca	98
<b>Figura 3.10.</b>	Diagrama de Pareto en la zona de producción de fritura antes del estudio de estrés térmico	100
<b>Figura 3.11.</b>	Diagrama de Pareto en la zona de producción de fritura después del estudio de estrés térmico	101
<b>Figura 3.12.</b>	Índices de productividad antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor en la zona de producción de fritura	102
<b>Figura AIII 1.</b>	Dimensiones de una freidora de la zona de producción de fritura	118
<b>Figura AV 1.</b>	Dimensiones de separación entre dos freidoras de la zona de producción de fritura	124
<b>Figura AV 2.</b>	Dimensiones para el diseño de la campana de extracción	126
<b>Figura AV 3.</b>	Dimensiones para el cálculo del ángulo central de la campana de extracción	128
<b>Figura AVI 1.</b>	Dimensiones de la campana de extracción (vista en planta)	130
<b>Figura AVI 2.</b>	Dimensiones de la campana de extracción (vista perfil largo)	130
<b>Figura AVI 3.</b>	Dimensiones de la campana de extracción (vista perfil ancho)	131
<b>Figura AVI 4.</b>	Dimensión del largo, ancho y ángulo central de la campana de extracción (vista en planta)	131

<b>Figura AVII 1.</b> Esquema de distribución de ductos para el sistema de extracción localizada (vista lateral 1)	133
<b>Figura AVII 2.</b> Esquema de distribución de ductos para el sistema de extracción localizada (vista lateral 2)	133
<b>Figura AVII 3.</b> Esquema de distribución de ductos para el sistema de extracción localizada (vista planta)	134
<b>Figura AIX 1.</b> Curva característica del ventilador centrífugo CM 1000	142
<b>Figura AIX 2.</b> Características principales del ventilador centrífugo CM 1000	143
<b>Figura AX 1.</b> Cotización del sistema de extracción localizada	144
<b>Figura AX 2.</b> Cotización del sistema de extracción localizada (continuación)	145
<b>Figura AXI 1.</b> Ficha técnica del producto Oralyte	146
<b>Figura AXXVI 1.</b> Certificado de calibración del termómetro de globo	181
<b>Figura AXXVI 2.</b> Certificado de calibración del termómetro de globo (continuación)	182
<b>Figura AXXVI 3.</b> Certificado de calibración del higrómetro analógico	183
<b>Figura AXXVI 4.</b> Certificado de calibración del higrómetro analógico (continuación)	184
<b>Figura AXXVI 5.</b> Certificado de calibración del termohigrómetro digital	185
<b>Figura AXXVI 6.</b> Certificado de calibración del termohigrómetro digital (continuación)	186
<b>Figura AXXVI 7.</b> Certificado de calibración del anemómetro digital	187
<b>Figura AXXVI 8.</b> Certificado de calibración del anemómetro digital (continuación)	188
<b>Figura AXXVII 1.</b> Certificado de calibración del termómetro infrarrojo	189
<b>Figura AXXVII 2.</b> Certificado de calibración del termómetro infrarrojo (continuación)	190
<b>Figura AXXVII 3.</b> Certificado de calibración del cronómetro digital	191
<b>Figura AXXVII 4.</b> Certificado de calibración del cronómetro digital (continuación)	192



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO I</b> Plano de las zonas de producción de la empresa BanchisFood S.A.	113
<b>ANEXO II</b> Ejemplo de cálculo del índice WBGT	114
<b>ANEXO III</b> Dimensionamiento de una freidora y cálculo del volumen de capacidad de dicha freidora	118
<b>ANEXO IV</b> Cotización de freidoras semi-automáticas	120
<b>ANEXO V</b> Cálculos para el diseño de la campana de extracción del sistema de extracción localizada	124
<b>ANEXO VI</b> Planos con vista en planta y de perfil de la campana de extracción	130
<b>ANEXO VII</b> Cálculos para el diseño de los ductos del sistema de extracción localizada	132
<b>ANEXO VIII</b> Diseño y selección del ventilador para el sistema de extracción localizada	137
<b>ANEXO IX</b> Curva característica y características principales del ventilador centrífugo CM 1000	142
<b>ANEXO X</b> Cotización de sistema de extracción localizada	144
<b>ANEXO XI</b> Ficha técnica del producto Oralyte	146
<b>ANEXO XII</b> Cálculo de la cantidad necesaria de oralyte para tener una adecuada rehidratación	147

<b>ANEXO XIII</b>	
Cálculo del factor trabajo-descanso para los trabajadores expuestos a estrés térmico por calor entre la zona de fritura y el sitio de descanso	149
<b>ANEXO XIV</b>	
Encuesta de clima laboral en la zona de producción de fritura (antes y después del estudio de estrés térmico)	152
<b>ANEXO XV</b>	
Datos de las encuestas laborales realizadas a los trabajadores de la zona de fritura antes del estudio de estrés térmico por calor	153
<b>ANEXO XVI</b>	
Datos de las encuestas laborales realizadas a los trabajadores de la zona de fritura antes del estudio de estrés térmico por calor	154
<b>ANEXO XVII</b>	
Tiempos de las actividades que se realiza en las zonas de producción	155
<b>ANEXO XVIII</b>	
parámetros ambientales de las zonas de producción	160
<b>ANEXO XIX</b>	
Cálculo del índice WBGT promedio real y la dosis de estrés térmico	165
<b>ANEXO XX</b>	
Análisis financiero para la instalación de las medidas de control propuestas tanto para la fuente como para el medio de transmisión	167
<b>ANEXO XXI</b>	
Temperatura interna corporal en la zona de producción de fritura	173
<b>ANEXO XXII</b>	
Frecuencia cardiaca en la zona de producción de fritura	174
<b>ANEXO XXIII</b>	
Valores de densidad y ph de la orina antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor en la zona de producción de fritura	175
<b>ANEXO XXIV</b>	
Cálculo del puntaje y porcentaje acumulado para realizar los diagramas de pareto antes y después del estudio de estrés térmico	177
<b>ANEXO XXV</b>	
Cálculo de índice de productividad antes y después de la implementación de medidas de control en el receptor en los procesos chifle y yuca	180

**ANEXO XXVI**

Certificados de calibración de los instrumentos que conforman el equipo para medir el índice WBGT

181

**ANEXO XXVII**

Certificados de calibración de los instrumentos que conforman el equipo para medir la temperatura interna corporal y el tiempo

189

## GLOSARIO

**Anemómetro:** Es un aparato meteorológico que se usa para la predicción del tiempo y específicamente, para medir, la velocidad del viento. Estos instrumentos miden la velocidad instantánea del viento (Espín, 1988, p. 15; Mondelo, Gregori, Comas, Castejón, Lacambra, 2001, p. 52).

**Estrés térmico por calor:** Es la presión que se ejerce sobre la persona cuando está expuesta a temperaturas extremas y que la igualdad de valores de temperatura, humedad y velocidad del aire (incomodidad), presenta para cada persona una respuesta distinta dependiendo de la susceptibilidad del individuo y de su aclimatación (Barba, 2011, p. 12; Cortés, 2001, p. 455; Espín, 1988, p.1).

**Higrómetro:** Es un instrumento que se usa para medir el grado de humedad del aire. Para esto utiliza dos tipos de termómetros, el uno mide la temperatura de aire seco y el otro mide la temperatura húmeda natural (Mondelo et al., 2001, pp. 40, 180).

**Metabolismo:** El proceso metabólico convierte la energía química en calor; en la medida que el cuerpo necesita para funcionar, esta energía también se emplea para realizar trabajos mecánicos externos ( $W$ ), pero en su mayor parte se transforma en calor interno (Espín 1988, pp. 3-4; Falagán, 2008, p. 251; Mondelo et al., 2001, p. 68).

**Metabolismo Basal:** El metabolismo basal es el valor mínimo de energía necesaria para que una célula subsista. Esta energía mínima es utilizada por la célula para la realización de funciones metabólicas esenciales, como es el caso, por ejemplo, de la respiración (Dueñas, 2007, p.34; Falagán, 2008, p. 251;

Mondelo et al., 2001, p. 179).

**Parámetros ambientales:** Son una o más propiedades físicas o químicas, en este caso por ejemplo: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo natural, temperatura de globo, humedad, velocidad del aire (Falagán, 2008, p. 265; Mondelo et al., 2001, p. 37).

**Productividad:** Se define normalmente como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. También se define como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanta menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema (Leal, 2009).

**Quejas:** Expresión de insatisfacción hecha a una organización, con respecto a sus productos o al propio proceso de tratamiento de las quejas, donde se espera una respuesta o resolución explícita o implícita (Evans y Lindsay, 2007, p. 176).

**Rehidratación:** Restauración del contenido hídrico del organismo. También puede definirse como la introducción terapéutica de agua en un organismo falto de ella (Falagán, 2008, p. 246; Giraldo, 2008, p.103; Meyer, 2001, p.42.6; Mondelo et al., 2001, p. 35; Worksafe BC, 2009, pp. 17-18).

**Sistema de Extracción Localizada:** Un sistema de extracción localizada tiene como objetivo captar el contaminante en el lugar más próximo posible del punto donde se ha generado, el foco contaminante, evitando que se difunda al ambiente general del laboratorio o zona de producción (Gutierrez, 1980, p.202; Henao, 2008, p. 100; Talty, 1988, p. 152).

**Temperatura interna corporal timpánica:** Es el nivel de calor o no que presenta un cuerpo determinado, y que es medido en el conducto del oído (Scand, 2002).

**Termohigrómetro:** Es un instrumento que ha sido confeccionado para el uso profesional en el sector de la climatización, para la medición de la humedad y la temperatura ambiental (Mondelo et al., 2001, p. 42).

**Trampa de grasa:** Caja rectangular, que va a ser el sitio donde se va a recolectar la grasa y vapor de agua que se condensa, antes de ingresar a los álabes del extractor centrífugo, también se le conoce como zona limpiadora (Henaó, 2008, p. 101; Talty, 1988, p. 152).

**WBGT:** El índice de temperatura de globo y bulbo húmedo, fue establecido por Yaglou & Minard, en los años 50, para la US NAVY como un método rápido y fácil para determinar la severidad del ambiente térmico durante la ejecución de ejercicios y entrenamientos militares. Ha sido recogido como criterio internacional por la ISO 7243 y tiene, entre otras, la ventaja de la sencillez en su aplicación: mediciones, cálculos e interpretación (Falagán, 2008, p. 277; Mondelo et al., 2001, p. 107).

## RESUMEN

A partir de la norma técnica NTP 322 que corresponde a la “Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT”, se pudo identificar en la empresa BanchisFood S.A. que la zona de producción de fritura en el proceso chifle y yuca, presenta riesgo de estrés térmico, puesto que el valor del índice WBGT promedio real es mayor al índice WBGT teórico y además el índice de dosis de estrés térmico indicó que se necesitaba control en dicha zona.

Para reducir el estrés térmico en la zona de producción de fritura, se propuso como medidas de control en la fuente y en el medio de transmisión, la instalación de nuevas freidoras semiautomáticas y un sistema de extracción localizada. La inversión necesaria para realizar la instalación es 101 746,83 USD, la cual se recupera al año de operación, con un valor actual neto (VAN) de 225 076,46 USD y una tasa interna de retorno (TIR) del 51,26%, que se calcula para un tiempo de vida útil de 5 años. Además se realizó un análisis económico de Costo/Beneficio el cual indica que dicha instalación es rentable, debido a que se obtuvo un valor de 1,93, con lo que se concluye que el proyecto para las medidas propuestas es factible y rentable. Como medidas de control en el receptor se tiene la implementación de descanso y rehidratación, con la cual se consiguió una disminución promedio de la temperatura corporal interna de alrededor del 2,34 % y 2,74 %, con respecto a dicha temperatura al ingresar al sitio de descanso, en el proceso de chifle como en el proceso de yuca respectivamente. Además, la bebida rehidratante no causó ningún efecto negativo a los trabajadores, debido a que no hubo ningún cambio en el valor de la densidad y pH de la orina, antes y después de dicha implementación.

Se logró disminuir el número de quejas de los trabajadores en la zona de fritura y además se aumentó la productividad en 3,12 kg/h-h (11%) en el proceso chifle y 1,02 kg/h-h (4%) en el proceso yuca, cabe señalar que el porcentaje de aumento es con respecto al valor de la productividad después de la implementación de las medidas mencionadas anteriormente.

## INTRODUCCIÓN

La valoración del estrés térmico reviste cada día mayor importancia, debido a que en la actualidad muchos procesos industriales producen ambientes térmicos inadecuados para los trabajadores, los cuales causan problemas, como reducciones de los rendimientos físico y mental que directamente a la productividad; provoca irritabilidad, incremento de la agresividad, de las distracciones, de los errores, incomodidad al sudar, aumento de la frecuencia cardíaca, entre otros, lo que repercute negativamente en la salud e incluso, en situaciones límites puede desembocar en la muerte.

En este contexto, en nuestro país, la normativa vigente que regula las condiciones térmicas de los trabajadores, se incluyen en el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, decreto ejecutivo N.- 2393, reglamento de seguridad e higiene industrial resolución 172 IESS y a nivel internacional se tiene, por ejemplo, en el artículo 7 del real decreto 486/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Estas leyes y decretos son de carácter obligatorio para todos los empleadores.

Para evaluar un ambiente térmico, se utiliza básicamente el método WBGT (temperatura de globo y bulbo húmedo), el cual es normalizado por la norma técnica NTP 322 (Falagán, 2008, p. 277; Mondelo et al., 2001, p. 109).

El índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT) es un método que toma en cuenta las condiciones ambientales del sitio de trabajo como son: temperatura de bulbo húmedo natural, temperatura de globo y temperatura seca del aire, ya sea con presencia de radiación solar como sin ella. El valor de temperatura que se obtiene se compara con un valor teórico de la misma magnitud, que es función de la actividad metabólica que realizan los trabajadores (INSHT, 2005).



Es prioritario y beneficioso para la empresa BanchisFood S.A., la realización de un estudio que involucre propuestas e implementación de medidas de control de estrés térmico a largo, mediano y corto plazo, respectivamente, las cuales permitirán mejorar las condiciones ambientales de los puestos de trabajo, aumentar el desempeño de los trabajadores, optimizar recursos y sobre todo evitar egresos económicos para la empresa.

El objetivo general de la tesis es mejorar el ambiente laboral, para los trabajadores que se encuentran expuestos a estrés térmico, para cumplir con lo que estipula las normativas de seguridad industrial y salud ocupacional, mediante el análisis y evaluación de las condiciones actuales de operación en las zonas de producción. Para ello se tiene como objetivos específicos los siguientes: Identificar las zonas de producción de la empresa que presentan riesgo de estrés térmico, reducir el estrés térmico en las zonas de producción donde se presenta tal riesgo, mejorar el ambiente laboral, relativo a quejas que presentan los trabajadores expuestos a estrés térmico y aumentar la productividad en las zonas de producción donde se va a implementar medidas de control del estrés térmico.

El trabajo está constituido en: Revisión bibliográfica, aquí se describe conceptos de estrés térmico, técnicas estadísticas y leyes nacionales para aplicar en la problemática de calor; metodología, aquí se detalla las zonas de producción de la empresa, la técnica para la identificación de estrés térmico, las medidas de control en la fuente, medio de transmisión y receptor, método a emplearse para el mejoramiento de las quejas, y como se va a conseguir los datos para tener los índices de productividad antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor; resultados y discusión, en esta parte se describe los resultados que se obtienen, al utilizar las respectivas metodologías; conclusiones y recomendaciones, aquí se concluye de lo que se observa en la parte de resultados y discusión y en recomendaciones se describe todo estudio que no se abarca en este trabajo pero que se necesita realizarlo para tener una buena gestión de seguridad industrial y salud ocupacional.

# **1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1.1 ESTRÉS TÉRMICO Y SALUD**

### **1.1.1 CONCEPTO DE ESTRÉS TÉRMICO**

El estrés térmico, es una situación creada por las situaciones ambientales, la actividad realizada y la ropa que se lleve, que puede hacer que el trabajador sufra daños.

“El estrés térmico no es un efecto que las condiciones ambientales extremas causan en los trabajadores expuestos, sino precisamente es la carga térmica que reciben y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales, el calor metabólicos del trabajo y la vestimenta” (Pérez, 2002; Work safe BC, 2005, p. 2).

El estrés térmico se da en trabajos donde se genera calor y frío. Además que provoca una respuesta fisiológica del cuerpo humano, que recibe el nombre de sobrecarga fisiológica, es decir, hace variar el funcionamiento normal del cuerpo (INSHT, 2005; Pérez, 2002; Work safe BC, 2005, p. 2).

### **1.1.2 SOBRECARGA CALÓRICA**

Cuando las condiciones presentan calor, el centro que regula la temperatura del cuerpo, aumenta el flujo de sangre, la cual está caliente, y se dirige hacia los vasos capilares de la piel, esto ocasiona que la piel aumente su temperatura y facilite la salida de calor hacia el entorno por convección y por radiación (INHST, 2005; Mondelo et al., 2001, p. 23).

La excesiva sudoración en ambientes donde existe calor, durante largos períodos de tiempo puede resultar perjudicial, ya que implica una pérdida de líquido y de sales, que contienen minerales como el sodio o el potasio. Por otra parte si el ambiente presenta demasiada humedad y el sudor se evapora en forma, la piel mojada frena la sudoración, que puede llegar a ser inútil y causar malestar por

exceso de goteo. “Pero en un ambiente que facilite la evaporación del sudor, si la piel está mojada el rendimiento de evaporación sólo será del 50%, mientras que si está seca será del 100%” (Castro, 1976, pp. 24-25; Dueñas, 2007, p.16; Mondelo et al., 2001, p. 24).

El componente más importante, presente en el sudor es el sodio, y la ausencia de este mineral puede ocasionar muchas molestias al individuo. Cuando se tiene poca cantidad de cloruro de sodio, o una excesiva ingesta de agua, puede ocasionar algo de excitación. En los lugares donde hay demasiado calor, suele darse el caso que se toma mucha cantidad de agua, la cual puede ocasionar o de enfermedades como el cólera. (INHST, 2005; Mondelo et al., 2001, p. 24).

De todo lo anterior planteado, se sugiere la utilización de agua potable y fresca, cuando se está expuesto a ambientes calurosos, teniendo que las cantidades racionales de agua para un individuo no debe superar los 100-200 cm<sup>3</sup> de una sola vez (Mondelo et al., 2001, p. 25).

### **1.1.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ESTRÉS TÉRMICO**

Al realizar tratamientos con algunos trabajadores que están sometidos a condiciones de calor, suele darse como resultados diferentes a lo habitual. Esto sucede porque depende de la fisiología de cada persona (Mondelo et al., 2001, p. 25).

### **1.1.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL AMBIENTE CALUROSO**

Algunas medidas que se pueden adoptar son:

Selección del personal mediante examen médico, entre sujetos jóvenes, no obesos, sin afecciones cardiovasculares, renales o dérmicas, excluyendo mujeres en estado de gestación.

Determinar un programa adecuado de aclimatación para los trabajadores nuevos, con la finalidad que su cuerpo se acostumbre a las condiciones de calor en un sitio de trabajo (Handley, 1980, p. 326).

Siempre hay que tener un botellón de agua fresca, que se encuentre en un lugar visible para el trabajador, con la finalidad que se consuma cada cuarto de hora, en vasos de 100 ó 200 mL.

Aplicación de un programa educativo, impartido por especialista, que mantenga informado al trabajador sobre las afectaciones que puede provocar la tensión calórica excesiva (Handley, 1980, p. 326).

En caso necesario, se debe implementar tiempos de trabajo y descanso, esto ayuda a evitar que exista mucho tiempo de exposición al calor y se tenga una adecuada recuperación de la temperatura interna corporal de los trabajadores; otra medida puede ser la rotación del personal de una empresa o se aconseja construir lugares que presenten buenas condiciones ambientales (Mondelo et al., 2001, p. 35).

### 1.1.5 INTERCAMBIOS TÉRMICOS ENTRE EL CUERPO HUMANO Y EL MEDIO

La ecuación general del balance térmico viene dada por la siguiente expresión:

$$M \pm W \pm R \pm C - E \pm C_{res} \pm E_{res} - E_d \pm C_{cond} = C_{cond.clo} = A \quad [1. 1]$$

Donde:

M:	energía calórica producida por el organismo o metabolismo	(W/m <sup>2</sup> ).
W:	trabajo mecánico desarrollado o trabajo externo	(W/m <sup>2</sup> ).
R:	intercambio de calor por radiación	(W/m <sup>2</sup> ).
C:	intercambio de calor por convección	(W/m <sup>2</sup> ).

E:	pérdida de calor por evaporación del sudor	(W/m <sup>2</sup> ).
C <sub>res</sub> :	intercambio de calor por convección respiratoria	(W/m <sup>2</sup> ).
E <sub>res</sub> :	intercambio de calor por evaporación respiratoria	(W/m <sup>2</sup> ).
E <sub>d</sub> :	pérdida de calor por difusión de calor	(W/m <sup>2</sup> ).
C <sub>cond</sub> :	intercambio de calor por conducción	(W/m <sup>2</sup> ).
C <sub>cond.clo</sub> :	conducción a través del vestido	(W/m <sup>2</sup> ).
A:	ganancia o pérdida de calor por el cuerpo	(W/m <sup>2</sup> ).

Cuando el término A de la ecuación [1-1] es mayor que cero, entonces hay un desequilibrio por ganancia de calor; tensión calórica, en cambio cuando A es menor que cero, hay un desequilibrio por pérdida de calor, tensión por frío, pero cuando los términos A y E son iguales a cero, existe un equilibrio térmico y en general condiciones entre confort y permisibles (Henao, 2008, pp. 41-42, Hammer, 1981, pp. 232-233).

El término de conducción C<sub>cond</sub>, que es la transmisión de energía calórica punto a punto, normalmente es insignificante comparado con el intercambio térmico total; en cambio, sí es importante en la influencia del intercambio térmico a través del contacto de la ropa C<sub>cond.clo</sub> (MIES, 2012, p. 73).

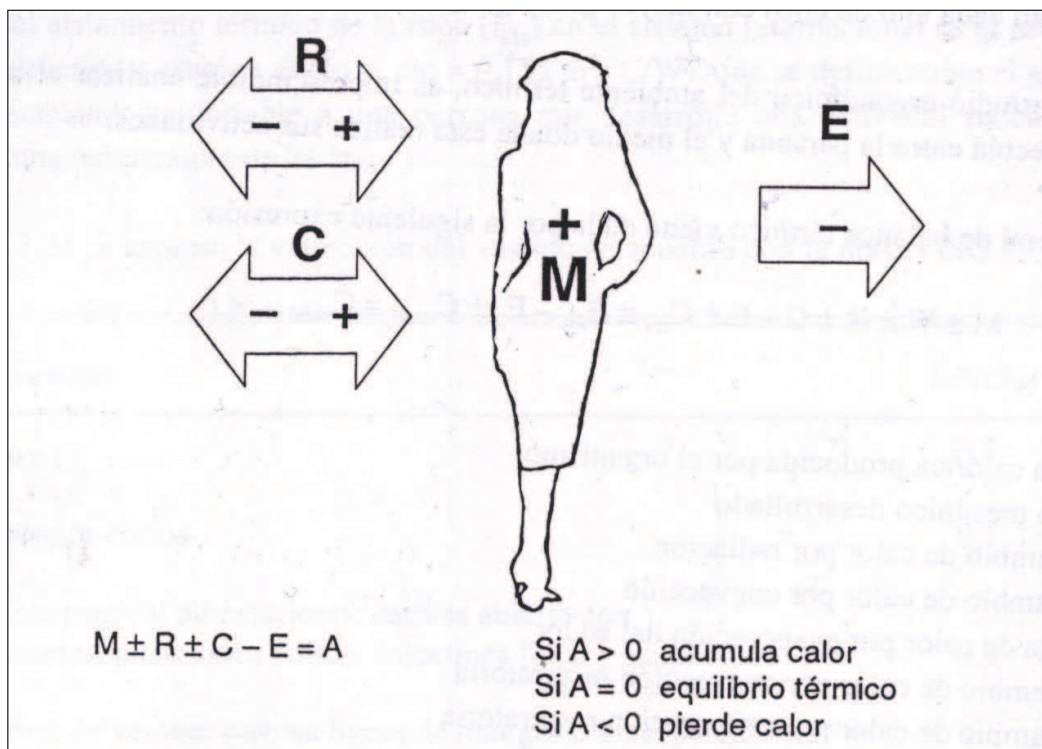
La situación del equilibrio térmico se alcanza cuando el calor acumulado A, es nulo. Por eso podemos escribir también la ecuación considerando:

$$A \text{ y } C_{\text{cond}} = 0$$

Como:

$$M \pm W - E \pm C_{\text{res}} \pm E_{\text{res}} - E_d = \pm C_{\text{cond.clo}} = \pm R \pm C \quad [1. 2]$$

En trabajos prácticos este intercambio de calor se produce, básicamente, por cuatro vías, tal como aparece en la figura 1-1 (INSHT, 2005).



**Figura 1-1** Ecuación práctica del balance térmico (Dueñas, 2007, p. 26; Mondelo et al., 2001, p. 68)

#### 1.1.5.1 Metabolismo (M)

El metabolismo es el proceso que convierte la energía química en calor; en la medida que el cuerpo necesita para funcionar, esta energía también se emplea para realizar trabajos mecánicos externos ( $W$ ), pero en su mayor parte se transforma en calor interno (Mondelo et al., 2001, p. 68). El valor de  $M$  puede variar desde un valor mínimo de  $45 \text{ W/m}^2$ , hasta más de  $500 \text{ W/m}^2$  para un ejercicio muy intenso (Espín, 1988, pp. 3-4; Mondelo et al., 2001, p. 69).

#### 1.1.5.2 Trabajo externo (W)

El hombre tiene una eficiencia mecánica entre el 20 y el 25%. Por ejemplo, si en una actividad determinada se necesita desarrollar un trabajo externo equivalente a  $10 \text{ W/m}^2$ , el metabolismo ha de ser capaz de dar como mínimo  $50 \text{ W/m}^2$ , de los

que unos  $40 \text{ W/m}^2$  deben ser eliminados, normalmente, por un incremento de la sudoración, de la radiación y de la convección con el fin de mantener constante la temperatura interna (Mondelo et al., 2001, p. 69).

#### **1.1.5.3 Intercambio de calor por radiación (R)**

Este intercambio tiene lugar entre la superficie de la persona, ya sea de su piel o su vestido, y las superficies que la rodean, ya que todo cuerpo emite una radiación electromagnética que es portadora de energía (Falagán, 2008, p. 240; MIES, 2012, p. 78; Barba, 2011, p. 15). El intercambio térmico que se producirá entre la persona y el medio está definido por: la fracción de la superficie del cuerpo que está expuesto al calor; la diferencia entre las temperaturas de la piel y la de globo como por las características térmicas de la ropa (Espín, 1988, p. 6; Henao, 2008, p. 17; Meyer, 2001, p. 42.15; Mondelo et al., 2001, p. 69).

#### **1.1.5.4 Intercambio de calor por convección (C)**

La convección viene debido a las diferencias de temperaturas entre la superficie de una persona, la temperatura del aire que la rodea, y la temperatura del aire inhalado (Carrera, 2004, p. 8; MIES, 2012, p. 73; Mondelo et al., 2001, p. 71). Si el aire se mueve hacia la persona mediante un ventilador, se llama convección forzada (Barba, 2011, pp. 14-15; Espín, 1988, p. 4; Henao, 2008, p. 15; Meyer, 2001, p. 42.15).

#### **1.1.5.5 Pérdida de calor por evaporación del sudor (E)**

El mecanismo más importante para mantener una temperatura corporal normal es la sudoración, inclusive cuando se realiza tareas que requieren esfuerzo físico considerable. (Barba, 2011, p. 15; Espín, 1988, p. 5; Falagán, 2008, p. 239; Mondelo et al., 2001, p. 72).

#### **1.1.5.6 Pérdida de calor por convección y evaporación respiratoria ( $C_{res}$ ) y ( $E_{res}$ )**

Cuando se respira se pierde calor ya que el aire exhalado es más caliente que el inhalado, y porque existen diferencias en el contenido de vapor (Mondelo et al., 2001, p. 72). La pérdida de calor debido a la respiración normalmente es insignificante (Falagán, 2008, p. 241; Mondelo et al., 2001, p. 73).

#### **1.1.5.7 Pérdida de calor por difusión del vapor en la piel ( $E_d$ )**

La pérdida de calor por evaporación se da por la expansión del agua evaporada a través de la piel ( $E_d$ ), y en parte por evaporación del sudor ( $E$ ) de la superficie dérmica. Esta pérdida de calor es función de la diferencia entre la presión de vapor del agua saturada que se evapora en la piel ( $P_p$ ), y la presión de vapor que tiene el agua en un sitio normal de condiciones ambientales ( $p_a$ ) (Mondelo et al., 2001, p. 73).

#### **1.1.5.8 Conducción de calor a través del vestido ( $C_{cond.clo}$ )**

El intercambio de calor a través del vestido viene dado por la primera Ley de Fourier de la conducción. La difusión es el mecanismo mediante el cual la evaporación que se produce en la piel se transporta a través del vestido. Se puede aceptar, en la mayoría de los casos, que la resistencia a la difusión con vestido normal es muy pequeña, y que en la zona de confort la producción de sudor es mínima (Meyer, 2001, p. 42.16; Mondelo et al., 2001, p. 74).



### **1.1.6 EFECTOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN LABORAL AL AMBIENTE TÉRMICO**

Las condiciones de trabajo calurosas, hacen aumentar el número de accidentes. Además afectan negativamente a la ejecución de las tareas, tanto en las operaciones manuales como mentales, ya que el calor altera la memoria y produce confusión (Meyer, 2001, p. 42.8; Pérez, 2002).

En la tabla 1.1, se recogen los principales defectos nocivos del calor, de los que se señalan sus principales características, así como los primeros auxilios que deben aplicarse a quienes lo padecen. El efecto más grave debido a la exposición de calor en tiempos prolongados se llama “golpe de calor”, el cual es una elevación de la temperatura corporal en forma incontrolada, esto puede ocasionar lesiones en la parte interna de nuestro cuerpo. La elevación de la temperatura provoca una disfunción del sistema nervioso central y un fallo en el mecanismo normal de regulación térmica, acelerando el aumento de la temperatura corporal. El golpe de calor produce que la piel se caliente, disminuya el sudor, aumente la frecuencia cardíaca. Si la temperatura interna alcanza un valor mayor a los 40°C se tiene pérdida de la conciencia (Barba, 2011, pp. 29-35; Meyer, 2001, p. 42.8; Pérez, 2002).

**Tabla 1.1** Efectos de la Exposición Laboral al Calor

<b>EFFECTOS PATOLÓGICOS</b>	<b>SÍNTOMAS</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>PRIMEROS AUXILIOS</b>
<u>DESHIDRATACIÓN</u>	Fatiga	Exposición prolongada.  Pérdida excesiva de agua debido a que se suda mucho y no se repone el agua perdida	Beber agua con sales
<u>CALAMBRES</u>	Espasmos, dolores musculares en brazos, piernas, abdomen, etc.  Pueden aparecer durante el trabajo o después	Pérdida excesiva de sales, debido a que se suda mucho  Bebida de grandes cantidades de agua sin que se ingieran sales para reponer las perdidas con el sudor	Reposo en lugar fresco.  Beber agua con sales
<u>SÍNCOPE POR CALOR</u>	Visión borrosa, mareo, debilidad, desmayo	Permanencia de pie e inmóvil en zona calurosa	Mantener a la persona echada con la piernas levantadas
<u>GOLPE DE CALOR</u>	Temperatura corporal muy alta, <b>piel seca y caliente</b> , cese o disminución de la sudoración, convulsiones, delirio, confusión mental, etc  <b>PELIGRO DE MUERTE</b>	Trabajo en ambientes muy calurosos y húmedos  Esfuerzo físico muy intenso en ambientes moderadamente cálidos	Mojar a la persona con líquidos fríos, abanicarla para favorecer la evaporación e incrementar el enfriamiento  <b>ASISTENCIA MÉDICA INMEDIATA</b>

(Falagán, 2008, pp. 244-245; Meyer, 2001, pp. 42.1-42.8; Pérez, 2002; Worksafe BC, 2006, pp. 10-13)

## 1.2 GESTIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO

### 1.2.1 FACTORES QUE DETERMINAN EL AMBIENTE TÉRMICO

Los factores que determinan el ambiente térmico y, como consecuencia, los causantes del confort o incomodidad son:

Temperatura del aire (temperatura seca) (°C)

Humedad del aire (%)

Temperatura radiante (°C)

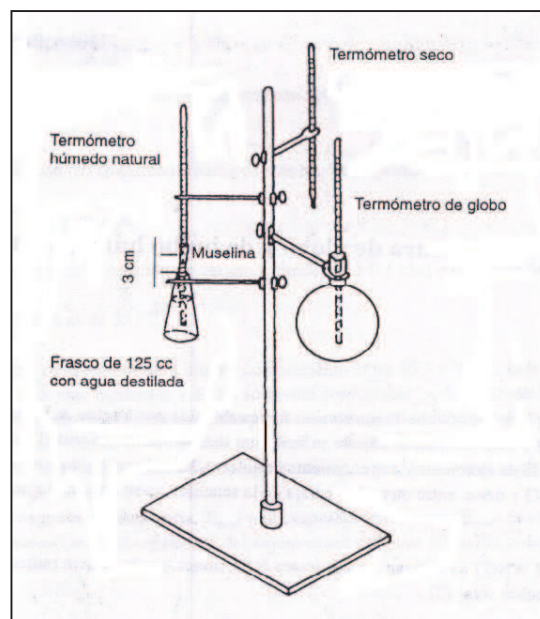
Velocidad del aire (m/s) (Cortés, 2001, p. 457; Meyer, 2001, pp. 42.16-42.17).

### 1.2.2 EQUIPOS PARA MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO

La temperatura seca se mide normalmente con termómetros ordinarios, la humedad se mide con un higrómetro, la temperatura radiante se determina utilizando un termómetro de globo, el que consiste de una esfera de cobre hueca, de unos 15 cm de diámetro, pintada exterior e interiormente de pintura negra mate, en cuyo centro se aloja un termómetro ordinario (Henao, 2008, p. 38).

La velocidad del aire se determina normalmente con anemómetros bien calibrados, dado que se trata de medir velocidades de aire en locales, generalmente con valores pequeños y variables (Cortés, 2001, p. 457).

En la figura 1.2, se muestran los equipos manuales que se utiliza para medir los factores que afectan al ambiente térmico y para la medición del índice WBGT.



**Figura 1.2** Instrumentos para la medición de factores que afectan al ambiente térmico y para la medición del índice WBGT (Cortés, 2001, p. 458; Dueñas, 2007, p. 23; Falagán, 2008, p. 266)

### **1.2.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN**

Para determinar las características del ambiente térmico y establecer el riesgo que pueda representar para el trabajador expuesto existen métodos como: Método del índice WBGT, método del índice de temperatura efectiva y método del índice de tensión térmica (Cortés, 2001, pp. 457-458, Meyer, 2001, pp. 42.17-42.18).

### **1.2.4 MÉTODO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA EFECTIVA**

Está basado como método fisiológico en el estudio de respuestas de grandes colectividades de personas, que debidamente llevadas sobre un diagrama psicrométrico modificado, nos permite la determinación del índice de temperatura efectiva, resultante que mide el grado de confort ambiental, esto quiere decir que para determinar dicha temperatura, se recurre a un diagrama en el cual se ingresan los datos de: temperatura seca, humedad del aire y velocidad del aire en el ambiente (Barba, 2011, p. 39; Cortés, 2001, p. 459; Hammer, 1981, p. 235; Henao, 2008, p. 46; Meyer, 2001, p. 42.20).

### **1.2.5 MÉTODO DEL ÍNDICE DE TENSIÓN TÉRMICA**

Este método se basa en el intercambio térmico entre el cuerpo humano y el medio ambiente, de acuerdo con la expresión que se cita en la ecuación 1.1 ó 1.2. Se usa para valorar situaciones críticas de corto tiempo y utiliza para su evaluación el índice de tensión térmica, que representa la relación entre la cantidad de calor que normalmente debe evacuar una persona por sudor para mantener el equilibrio térmico de su cuerpo en el desarrollo de su actividad, y la cantidad máxima de calor que sería susceptible evacuar por sudor en las mismas condiciones ambientales. Con este método se puede determinar el tiempo máximo de exposición al calor, mediante la ayuda de gráficos y monogramas (Cortés, 2001,

pp. 459-460; Henao, 2008, p. 44).

### 1.2.6 MÉTODO DEL ÍNDICE WBGT

El método fue aplicado en Estados Unidos, para evaluar la exposición a exceso de calor en los trabajadores, esta evaluación es a partir de un índice WBGT, estos valores aprueba la American Conference Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) adopta como valores umbral límite (TLV) (Cortés, 2001, p. 458; Barba, 2011, p. 39; Meyer, 2001, p. 42.23).

En la figura 1.2, se representa los elementos con que está compuesto el equipo, utilizado para la determinación del índice WBGT. Estos elementos son:

Termómetro seco, para determinar la temperatura de bulbo seco (°C).

Termómetro húmedo, para determinar la temperatura de bulbo húmedo natural (°C).

Termómetro de globo, para determinar la temperatura de globo (°C) (Dueñas, 2007, pp. 17-18).

A partir de los valores mencionados anteriormente, se calcula el índice WBGT, con las ecuaciones 1.3 y 1.4, según el ambiente donde se realice el análisis.

Para ambientes exteriores con sol:

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{\text{hn}} + 0,3 t_{\text{g}} \quad [1.3]$$

Donde  $t_{\text{hn}}$ : temperatura de bulbo húmedo natural (°C)

$t_{\text{g}}$ : temperatura de globo (°C)

Para ambientes interiores y exteriores sin sol:

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{\text{hn}} + 0,2 t_{\text{g}} + 0,1 t_{\text{s}} \quad [1.4]$$

Donde  $t_{\text{hn}}$ : temperatura de bulbo húmedo natural (°C)

$t_g$ : temperatura de globo (°C)

$t_s$ : temperatura de bulbo seco (°C) (Carrera, 2004, p. 22; Ceña et al., 2006, p. 50; Espín, 1988, p. 19; Proaño y Villa, 2002, p. 105)

En la actualidad existen medidores electrónicos de estrés térmico con lectura directa que dan los valores de las temperaturas y del WBGT directamente, permitiendo además su registro y tratamiento estadístico (Cortés, 2001, p. 458; Falagán, 2008, p. 276; Hammer, 1981, p. 235; Henao, 2008, pp. 42-43).

#### 1.2.6.1 Ponderación por metabolismo, tiempo de actividad y posición del operario

Cuando la actividad que se realiza en una tarea o el valor del índice WBGT obtenido, no permanecen estables en el tiempo, se deberá obtener un promedio ponderado con la ayuda de las ecuaciones 1.5 y 1.6 (Cortés, 2001, p. 459; Dueñas, 2007, p. 26; Falagán, 2008, p. 277; Mondelo et al., 2001, p. 109).

$$M = \frac{(M_1 \times t_1) + (M_2 \times t_2) + \dots + (M_n \times t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad [1.5]$$

$$WBGT = \frac{(WBGT_1 \times t_1) + (WBGT_2 \times t_2) + \dots + (WBGT_n \times t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad [1.6]$$

Para evaluar la situación, según el valor de la carga metabólica de las actividades, se utiliza la tabla 1.2 según la norma ISO 7243.

**Tabla 1.2** Valores de referencia del índice WBGT (ISO 7243)

Consumo Metabólico (kcal/h)	WBGT Límite (°C)			
	Persona Aclimatada		Persona No Aclimatada	
	Sin Ventilación	Con Ventilación	Sin Ventilación	Con Ventilación
<100	33	33	32	32
100 - 200	30	30	29	29
201 - 310	28	28	26	26
311 - 400	25	26	22	23
>400	23	25	16	20

(Falagán, 2008, p. 279; INSHT, 2005)

Cabe resaltar que no es aceptable que la suma total de tiempos de ponderación supere una hora, para así evitar la compensación de períodos intensos de agresión con otros ligeros o moderados (Mondelo et al., 2001, p. 109; Vallejo, 2009).

Cuando las condiciones ambientales varían en altura, es necesario determinar el índice en tres diferentes posiciones de altura, estas son en la cabeza, abdomen y en los tobillos, luego se promedia los valores ponderados según la ecuación 1.7 (Carrera, 2004, p. 23; Mondelo et al., 2001, pp. 109-110; Pérez, 2002).

$$WBGT = \frac{WBGT \text{ cabeza} + 2WBGT \text{ abdomen} + WBGT \text{ tobillo}}{4} \quad [1.7]$$

Para estimar el consumo metabólico, se identificará visualmente, la forma de realizar las actividades, tales como: postura y movimientos corporales, tipo de trabajo, y para la cuantificación se utilizará los valores de la tabla 1.3 (INSHT, 2005).

**Tabla 1.3** Valores medios de la carga térmica metabólica durante la realización de distintas actividades

<b>A. Postura y movimientos corporales</b>		<b>(kcal/min)</b>
Sentado		0,3
De pie		0,6
Andando		2,0 – 3,0
Subida de una pendiente andando		Añadir 0,8 por metro (yarda) de subida
<b>B. Tipo de Trabajo</b>		<b>Media (kcal/min)</b>
Trabajo manual	ligero	0,4
	pesado	0,9
Trabajo con un brazo	ligero	1,0
	pesado	1,7
Trabajo con dos brazos	ligero	1,5
	pesado	2,5
Trabajo con el cuerpo	ligero	3,5
	moderado	5,0
	pesado	7,0
	muy pesado	9,0

(Falagán, 2008, p. 255; INSHT, 2005)

El consumo metabólico para cada actividad se calcula con la ecuación 1-8.

$$M = Mb + Mp + MT \quad [1. 8]$$

Donde: M: Consumo metabólico (kcal/min).

Mb: Consumo metabólico basal (1 kcal/min) (Falagán, 2008, p. 255).

Mp: Consumo metabólico de la postura del cuerpo (kcal/min).

MT: Consumo metabólico del tipo de trabajo (kcal/ min).

Una vez calculado el consumo metabólico promedio, se continúa con la estimación del valor del índice WBGT límite para trabajadores aclimatados y no aclimatados, con los valores de la tabla 1.2 (INSHT, 2005, Pérez, 2002).



Para saber si existe riesgo de estrés térmico se tiene que comparar, si el valor de WBGT estimado en la tabla 1.2, es menor que el WBGT promedio calculado con las ecuaciones 1.3, 1.4, 1.6 o 1.7 (INSHT, 2005).

Cuando las condiciones termo higrométricas son distintas a diferentes alturas, debido a que existen equipos que generen calor y se desee evaluar los riesgos en los puestos de trabajo, se recomienda situar los sensores lo más cerca posible del trabajador, sin que interfieran con su trabajo, y a las alturas recomendadas en la tabla 1.4. En caso de que no sea posible, se puede medir en ausencia del trabajador, colocando los sensores en el lugar donde se situaría el trabajador para realizar su trabajo (Pérez, 2002).

**Tabla 1.4** Alturas a las que se recomienda situar los termómetros para medir las magnitudes físicas ambientales

<b>Presencia de Equipos que generan Calor</b>		
<b>Posición de los sensores</b>	<b>Altura Recomendada (m)</b>	
	<b>SENTADO</b>	<b>DE PIE</b>
A la altura de la cabeza	1,1	1,7
A la altura del abdomen	0,6	1,1
A la altura de los tobillos	0,1	0,1
<b>No Presencia de Equipos que generan Calor</b>		
A la altura del abdomen	0,6	1,1

(Falagán, 2008, p. 273; Pérez, 2002)

### 1.2.6.2 Coeficientes de trabajo-descanso

Además de los tiempos que establece la legislación nacional, también se puede determinar la fracción de tiempo que tengan que realizar las actividades los trabajadores y la fracción de tiempo de descanso. Para determinar la fracción de tiempo de trabajo-descanso, se tiene que conocer el WBGT de la zona de trabajo, WBGT límite de la zona de trabajo, WBGT de la zona de descanso y el WBGT límite de la zona de desacanso. Con la utilización de la ecuación 1.9 y el cálculo de estos cuatro valores, se encuentra el valor de dicha fracción (Falagán, 2008, p. 280; Mondelo et al., 2001, p. 111; Pérez, 2002; Work safe BC, 2005, p. 17).

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} * 60 \left( \frac{\text{min}}{h} \right) \quad [1. 9]$$

Donde: ft : Factor de trabajo descanso.  
 A : Índice WBGT límite de descanso.  
 B : Índice WBGT en la zona de descanso.  
 C : Índice WBGT en la zona de trabajo.  
 D : Índice WBGT límite en el trabajo.

La Norma ISO 7243, propone que el descanso lo realicen las personas sentadas y en su puesto de trabajo, cuando el valor de WBGT es el mismo trabajando que descansando; para este caso el WBGT límite, para personas no aclimatadas , es de 33 °C, con lo que se obtiene la siguiente fracción de tiempo, expresada en la ecuación 1.10 (Falagán, 2008, p. 280; Mondelo et al., 2001, p. 111; Pérez, 2002;).

$$ft = \frac{(33 - B)}{(33 - D)} * 60 \left( \frac{\text{min}}{h} \right) \quad [1. 10]$$

Donde: ft : Factor de trabajo descanso.  
 B : Índice WBGT en la zona de descanso.  
 D : Índice WBGT límite en el trabajo.

### 1.2.6.3 Dosis de estrés térmico

Para el cálculo del índice de dosis de estrés térmico, hay que tomar en cuenta dos magnitudes que están relacionadas, en el análisis de estrés térmico, la una es una variable netamente experimental, que toma en cuenta las condiciones ambientales del lugar y la otra variable es un valor teórico constante (ACGIH, 2011, p. 213).

Para el cálculo del índice de dosis de estrés térmico, se utiliza la ecuación 1.11.

$$dosis = \frac{WBGT}{T_{std}} \quad [1. 11]$$

Donde: WBGT : Índice WBGT promedio real (°C).

T std : Temperatura estándar (25°C).

Con el valor calculado de la dosis de estrés térmico, se ubica en la tabla 1-5, para conocer, el tipo de riesgo y el nivel de acción que se debe implementar (República del Ecuador, 1986, pp. 32-33; Proaño, 2012, p. 107).

**Tabla 1.5** Evaluación de riesgos químicos, físicos y/o biológicos

Dosis	Riesgo	Nivel
< 0.5	Bajo	----
0.5 – 1.0	Medio	Acción
1.0 – 2.0	Alto	Control
> 2.0	Crítico	Control

(ACGIH, 2011, p. 213)

## 1.2.7 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN

Las medidas de prevención y corrección en el entorno necesarias para crear entornos de trabajo amigables, pueden ser aplicadas en la fuente, en el medio de transmisión o ambiente y en el individuo (Cortez, 2001, pp.465-467; Pérez, 2002; Velasco y López, 2003, p. 34).

### 1.2.7.1 Medidas en la fuente

Entre las medidas en la fuente, más importantes se tiene: automatización del proceso total o parcial, con la finalidad de eliminar las fuentes de calor más importantes, encerramiento de las fuentes de calor para evitar su extensión, modificación de la estructura y composición de paredes y techos del local, tendiente al aislamiento térmico, instalación de cortinas de aire fresco, cristales opacos, pintura exterior refrescante y regado de agua de pisos (Cortés, 2001,

pp.465-467; Pérez, 2002; Velasco y López, 2003, p. 34).

### **1.2.7.2 Medidas en el medio de transmisión o ambiente**

Las medidas en el medio de transmisión podrían ser: ventilación de los locales, reducción de la humedad, disminución de la temperatura por medio de campanas de extracción localizadas, acondicionamiento del aire (Carrera, 2004, p. 24; Cortés, 2001, pp.465-467; Pérez, 2002; Velasco y López, 2003, p. 34).

### **1.2.7.3 Medidas sobre el individuo**

Las medidas sobre el individuo pueden ser: proporcionar ropa de trabajo ligera, utilización de los equipos de protección personal adecuados, teniendo en cuenta el calor excesivo, control médico preventivo y periódico, limitación de la duración de la exposición, protección individual, capacitación, rehidratación, hábitos alimenticios adecuados (Cortés, 2001, pp.465-467; Pérez, 2002; Velasco y López, 2003, p. 34).

## **1.2.8 QUEJAS**

En toda actividad empresarial, a pesar de aplicar acciones para satisfacer a sus clientes siempre se encontraran inconformidades o quejas, las mismas que proporcionan una fuente de ideas para mejorar los productos y procesos. Las empresas exitosas apoyan a sus empleados que transmitan sus inconformidades en varias maneras formales e informales (Evans y Lindsay, 2009, pp. 176-177).

Por lo regular, hay empresa especializadas que analizan la información proporcionada por los trabajadores, determinan el verdadero origen de las quejas y hacen sugerencias para su aplicación (Evans y Lindsay, 2009, p. 177).

Para mejorar los productos y procesos en forma eficaz, las empresas, a través de sus gerentes y jefes de producción, deben hacer algo más que solucionar el problema inmediato. Necesitan un proceso sistemático para recopilar y analizar la información sobre las quejas y luego utilizarla para mejorar (Evans y Lindsay, 2009, p. 178).

### 1.2.9 PRODUCTIVIDAD

“La productividad es la relación entre la producción obtenida en un determinado período de tiempo y los factores utilizados para su obtención”. Este índice relaciona la eficiencia técnica y económica de una empresa. Por ejemplo cuando existen varias mezclas de factores para obtener un mismo producto, la opción dependerá del costo de los factores de producción (Leal, 2010).

La productividad global se puede aumentar, con la mejora del rendimiento de los trabajadores a través de la capacitación, a más del uso de tecnología de punta. El aumento de la productividad de uno de los factores implicará el aumento de la productividad global de una empresa (Leal, 2010; Enciclopedia de economía, 2012).

La productividad del factor trabajo se la calcula con la siguiente ecuación:

$$PT = \frac{\text{Cantidad de Producto obtenido}}{\text{Horas de trabajo empleadas}} = \frac{\text{kg producto}}{h-h} \quad [1. 12]$$

Donde: PT: Productividad del factor trabajo (kg/h-h)

kg producto: Cantidad procesada (kg)

h - h: hora hombre

## **1.3 MARCO LEGAL**

### **1.3.1 LEGISLACIÓN NACIONAL**

#### **1.3.1.1 De la temperatura, humedad relativa y ventilación (capítulo IV)**

**Art. 14.-** “En los lugares de trabajo, las condiciones de humedad y temperatura, deberán asegurar un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.

**Art. 15.-** Cuando el calor ambiental sea excesivo, por efecto de hornos de alta temperatura o cuerpos incandescentes, deberán emplearse dispositivos adecuados para el aislamiento del calor, a fin de evitar radiaciones dañinas para los individuos o áreas de labor.

**Art. 16.-** La determinación de las condiciones de comodidad ambiental en lo referente a la temperatura óptima, se efectuará tomando en cuenta la combinación de los factores de temperatura, humedad relativa y velocidad del aire.

**Art. 17.-** En los locales cerrados de trabajo se deberá mantener una temperatura que no exceda de los 28°C, caso contrario deberán utilizarse sistemas de ventilación natural o mecánica.

**Art. 18.-** En los procesos industriales donde se liberan cantidades excesivas de contaminantes tales como gases, polvos, etc., deberán instalarse sistemas de ventilación por extracción local, contruidos de tal manera que protejan efectivamente la salud de los trabajadores, y que permitan expulsar las sustancias tóxicas hacia el exterior, tratando además de prevenir el peligro de la contaminación ambiental.

**Art. 19.-** Cuando por medios naturales, no sea posible obtener una ventilación satisfactoria del ambiente laboral en calidad y cantidad, deberá implantarse la

ventilación mecánica general, de manera que los tóxicos no sobrepasen los niveles de concentración máximas permisibles.

Los Servicios de Higiene Industrial del IESS controlarán y aprobarán las instalaciones de extracción, ventilación, etc., comprobándose su efectivo funcionamiento y eficiencia, sin perjuicio de las reglamentaciones dictadas por el Ministerio de Salud.

**Art. 20.-** En los lugares de labor donde el proceso industrial produzca excesivo calor y consecuentemente intensa sudoración en los trabajadores, el patrono suministrará suficientes líquidos, así como tabletas de sal siguiendo las indicaciones médicas” (Consejo Superior del IESS, 1975, p. 3).

### **1.3.1.2 De la ropa de trabajo y del equipo de protección personal (capítulo IX)**

**Art. 87.-** “Cuando no fuere posible eliminar completamente el riesgo por otro método de la Seguridad e Higiene Industrial, los patronos deberán suministrar gratuitamente a sus trabajadores y de acuerdo al tipo de riesgo existente los siguientes equipos de protección personal:

e) Delantales de asbesto y cuero en procesos industriales o actividades de excesivo calor o riesgo de quemaduras o lastimaduras” (Consejo Superior del IESS, 1975, p. 8).

### **1.3.1.3 Edificios y locales (capítulo II)**

#### **1.3.1.3.1 Art. 24. – Pasillos**

**3.** “Alrededor de los hornos, calderos o cualquier otra máquina o aparato que sea un foco radiante de calor, se dejará un espacio libre de trabajo dependiendo de la intensidad de la radiación, que como mínimo será de 1,50 metros.

El suelo, paredes y techos, dentro de dicha área serán de material incombustible” (República del Ecuador, 1986, p. 16).

#### **1.3.1.4 Servicios permanentes (capítulo III)**

##### **1.3.1.4.1 Art. 35. - Dormitorios**

“En los Centros de trabajo que así lo justifiquen se cumplirán las siguientes normativas:

3. En las horas de descanso nocturno se procurará mantener la temperatura de los dormitorios, evitando extremos de frío o calor, instalándose si fuere posible y necesario, sistemas de corrección adecuados. En concordancia con lo dispuesto en el Art. 53, numeral 5, de este Reglamento” (República del Ecuador, 1986, p. 24).

#### **1.3.1.5 Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos (capítulo V)**

##### **1.3.1.5.1 Art. 53. - Condiciones generales ambientales: ventilación, temperatura y humedad**

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

2. En los locales de trabajo cerrados el suministro de aire fresco y limpio por hora y trabajador será por lo menos de 30 metros cúbicos, salvo que se efectúe una renovación total del aire no inferior a 6 veces por hora.

3. La circulación de aire en locales cerrados se procurará acondicionar de modo que los trabajadores no estén expuestos a corrientes molestas y que la velocidad no sea superior a 15 metros por minuto a temperatura normal, ni de 45 metros por minuto en ambientes calurosos.



4. En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y solo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.

5. Se fijan como límites normales de temperatura °C de bulbo seco y húmedo aquellas que en el gráfico de confort térmico indiquen una sensación confortable; se deberá condicionar los locales de trabajo dentro de tales límites, siempre que el proceso de fabricación y demás condiciones lo permitan.

6. En los centros de trabajo expuestos a altas y bajas temperaturas se procurará evitar las variaciones bruscas.

7. En los trabajos que se realicen en locales cerrados con exceso de frío o calor se limitará la permanencia de los operarios estableciendo los turnos adecuados.

8. Las instalaciones generadoras de calor o frío, se situarán siempre que el proceso lo permita con la debida separación de los locales de trabajo, para evitar en ellos peligros de incendio o explosión, desprendimiento de gases nocivos y radiaciones directas de calor, frío y corrientes de aire perjudiciales para la salud de los trabajadores.

9. Nota: Numeral derogado por Decreto Ejecutivo No. 4217, publicado en Registro Oficial 997 de 10 de Agosto de 1988. Nota: Artículo reformado por Decreto Ejecutivo No. 4217, publicado en Registro Oficial 997 de 10 de Agosto de 1988” (República del Ecuador, 1986, pp. 31-32).

#### **1.3.1.5.2 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 fuese posible.

**d)** Cabinas de aire acondicionado.

**e)** Se regularán los períodos de actividad, de conformidad al (WBGT), índice de temperatura de globo y bulbo húmedo, cargas de trabajo (liviana, moderada, pesada), conforme a la tabla 1.6” (República del Ecuador, 1986, pp. 32-33).

**Tabla 1.6** Tipo de trabajo en función de la carga de trabajo y el valor del índice WBGT promedio

<b>CARGA DE TRABAJO SEGÚN COSTO ENERGÉTICO (CE<sub>prom</sub>)</b>			
<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>LIVIANA</b>	<b>MODERADA</b>	<b>PESADA</b>
	<b>Inferior a 200 kcal/h</b>	<b>De 200 a 350 kcal/h</b>	<b>Igual o mayor 350 kcal/h</b>
Trabajo continuo	WBGT = 30,0	WBGT = 26,7	WBGT = 25,0
75% trabajo 25% descanso cada hora	WBGT = 30,6	WBGT = 28,0	WBGT = 25,9
50% trabajo 50% descanso cada hora	WBGT = 31,4	WBGT = 29,4	WBGT = 27,9
25% trabajo 75% descanso cada hora	WBGT = 32,2	WBGT = 31,1	WBGT = 30,0

Nota: Literal e) sustituido por Decreto Ejecutivo No. 4217, publicado en Registro Oficial 997 de 10 de Agosto de 1988 (República del Ecuador, 1986, pp.32 - 33).

### 1.3.2 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL (ESPAÑA)

#### 1.3.2.1 Real decreto 486/97: disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

##### 1.3.2.1.1 Artículo 7.- Condiciones ambientales

1. “La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deberá suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores. A tal fin, dichas condiciones ambientales y, en particular, las condiciones termo higrométricas de los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo establecido en el anexo III” (INSHT, 1997, p. 4).

#### **Anexo III. Condiciones ambientales de los lugares de trabajo**

1. “La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

**2.** Así mismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.

**3.** En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:

**a)** La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27° C.

La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25°C.

**b)** La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 %, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 %.

**c)** Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

1° Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.

2° Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.

3° Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.

**d)** Sin perjuicio de lo dispuesto en relación a la ventilación de determinados locales en el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, la renovación

mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

4. A efectos de la aplicación de lo establecido en el apartado anterior deberán tenerse en cuenta las limitaciones o condicionantes que puedan imponer, en cada caso, las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado. En cualquier caso, el aislamiento térmico de los locales cerrados debe adecuarse a las condiciones climáticas propias del lugar.

5. En los lugares de trabajo al aire libre y en los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan quedar cerrados, deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse, en la medida de lo posible, de las inclemencias del tiempo.

6. Las condiciones ambientales de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberán responder al uso específico de estos locales y ajustarse, en todo caso, a lo dispuesto en el apartado 3" (INSHT, 1997, pp. 11-12).

## **1.4 CONTROL ESTADÍSTICO**

### **1.4.1 MUESTREO**

El muestreo constituye la base para las aplicaciones de estadística, ya que ofrece una ventaja clara sobre un censo total en el sentido de que se requieren menos

tiempo y dinero para recopilar los datos (Dale, 2009, p. 362).

Los métodos de muestreo que se usan son:

Muestreo aleatorio simple: cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado.

Muestreo estratificado: La población se divide en grupos, o estratos, y se selecciona una muestra de cada estrato.

Muestreo sistemático: se selecciona cada n-ésimo elemento.

Muestreo por grupos: se selecciona un grupo típico y se toma una muestra aleatoria del mismo (Dueñas, 2007, pp. 19-20).

Para esto se considera el número total del grupo y se obtiene la muestra a ser medida con la ecuación 1.13.

$$n_{\text{muestra}} = \sqrt{N_{\text{grupo}}} \quad [1. 13]$$

Donde:  $n_{\text{muestra}}$ : Número de elementos de la muestra a ser medidos.

$N_{\text{grupo}}$ : Número total de elementos del grupo seleccionado.

Muestreo por juicio: se usa la opinión de expertos para determinar la ubicación y características de un grupo a ser muestreado que es posible definir.

Al elegir el tipo de método de muestreo apropiado, un analista debe considerar cuál es el objeto de la muestra (Evans y Lindsay, 2009, p. 551).

## 1.4.2 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

Es la recopilación eficiente, la organización y descripción de los datos. Las distribuciones de frecuencia y los histogramas se utilizan para organizar y presentar los datos. Las medidas de tendencia central (medias, medianas, proporciones) y las medidas de dispersión (rango, desviación estándar, varianza) proporcionan importante información cuantitativa acerca de la naturaleza de los datos (Evans y Lindsay, 2009, p. 555).

### 1.4.2.1 Estadística descriptiva

Una población es un conjunto completo o colección de objetos de interés; en cambio una muestra es un subconjunto de objetos tomados de la población.

La media, la desviación estándar y el porcentaje del coeficiente de variación se calculan de la siguiente manera (Evans y Lindsay, 2009, p. 556).

#### 1.4.2.1.1 Media de la muestra

La media aritmética, también llamada promedio o simplemente media, de un conjunto finito de números es el valor característico de una serie de datos cuantitativos objeto de estudio que parte del principio de la esperanza matemática o valor esperado, se obtiene a partir de la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos (Evans y Lindsay, 2009, p. 557).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad [1. 14]$$

Donde: xi: Medición i-esima.

n: Número de elementos de la muestra.

#### 1.4.2.1.2 Desviación estándar de la muestra

Se define como la raíz cuadrada de la varianza. Junto con este valor, la desviación estándar es una medida cuadrática, que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable (Evans y Lindsay, 2009, p. 557).

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad [1. 15]$$

Donde:  $x_i$ : Medición i-esima.

$\bar{x}$ : Media de la muestra.

n: Número de elementos de la muestra.

#### 1.4.2.1.3 Porcentaje del coeficiente de variación

Es la magnitud que caracteriza la dispersión de una serie de n mediciones de un mismo mesurando, expresada como medida relativa a la media aritmética de los n resultados considerados. La terminología sajona expresa como %R.S.D. Su valor se calcula con la ecuación 1.16.

$$\% \text{ RSD} = \frac{SD}{\bar{x}} * 100 \quad [1. 16]$$

Donde: SD: Desviación estándar.

$\bar{x}$ : Media de la muestra.

Otras estadísticas útiles para describir un conjunto de datos incluyen la mediana, el rango y el coeficiente del sesgo (Evans y Lindsay, 2009, pp. 556-557).



### 1.4.2.2 Índice de la capacidad del proceso

La capacidad de proceso es el rango dentro del cual ocurre la variación natural de un proceso, según lo determina el sistema de causas comunes; es decir, lo que el proceso puede lograr en condiciones estables (Evans y Lindsay, 2009, p. 629).

Se conoce también con el nombre de índice del potencial del proceso, se define como la razón del ancho de la especificación y la tolerancia natural del proceso  $C_p$  y relaciona la variación natural del proceso con las especificaciones de diseño en un solo indicador cuantitativo (Evans y Lindsay, 2009, p. 633).

En términos numéricos, esto se obtiene mediante la expresión, detallada en la ecuación 1.17

$$C_p = \frac{LST - LIT}{6SD} \quad [1. 17]$$

Donde: LST: Límite superior de tolerancia

LIT: Límite inferior de tolerancia

SD: Desviación estándar del proceso (Evans y Lindsay, 2009, p. 633; Dale, 2009, p. 227).

Es preciso señalar dos hechos importantes acerca del índice  $C_p$ . Uno de ellos se relaciona con las condiciones del proceso y el otro con la interpretación de los valores que se calcularon. En primer lugar, el cálculo de  $C_p$  no tiene ningún significado si el proceso no está bajo control estadístico. La dispersión natural ( $6SD$ ), se debe calcular utilizando una muestra suficientemente grande para obtener un estimado significativo de la desviación estándar de la población. En segundo lugar, un  $C_p$  de 1,00 requeriría que el proceso estuviera perfectamente centrado en la media de la dispersión de la tolerancia para evitar que algunas unidades se produzcan fuera de los límites (Evans y Lindsay, 2001, pp. 633, 635).

### 1.4.2.3 Histogramas

Representa una gráfica de una variable en forma de barras, donde el área de cada barra es correspondiente a la frecuencia de los valores representados. En el eje de las “y” se simbolizan las frecuencias, y en el eje de las “x” las variables analizadas; se indica el medio del intervalo de los valores (Evans y Lindsay, 2009, p. 671).

Los histogramas proveen claves relacionadas a las características de la población principal de la cual se toma una muestra. Es muy fácil su análisis, lo que no se podría determinar en una tabla ordinaria de números (Dale, 2009, p. 79; Evans y Lindsay, 2009, p. 671).

### 1.4.2.4 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, también llamado curva 80-20 o Distribución A-B-C, es una gráfica que ordena datos en forma descendente, los cuales se los grafica en barras. Esto ayuda a tener una disposición de prioridades (Dale, 2009, p. 79).

El diagrama muestra claramente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), esto quiere decir, que se tiene un mayor número de problemas leves, acompañado de pocos graves. En el gráfico, se coloca los “pocos vitales” en la parte izquierda y los “muchos triviales” en la derecha (Evans y Lindsay, 2009, pp. 672-673).

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Planta de procesamiento de BanchisFood S.A., está ubicada en el Barrio Fajardo, Sangolquí, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, Ecuador, en la calle Cacha 49-B y Condorazo, cuyas coordenadas geográficas son:  $0^{\circ}20'25.38''S$   $78^{\circ}27'45.70''O$ , con una elevación de 2515 m, como se muestra en la figura 2.1.



**Figura 2.1** Foto de la ubicación aérea de la empresa BanchisFood S.A  
(MapLink/Tele Atlas, 2012)

BanchisFood S.A., se dedica a la elaboración de Chifles fritos de varios sabores, Yucas fritas saladas y picantes; Maní frito y dulce; Habas fritas y dulces, Cueritos y productos expandidos de Maíz y Arroz; y comercializa productos complementarios de confitería.

BanchisFood S.A. se inició en 1990 bajo el paraguas de la marca comercial BANCHIS. Es considerada como uno de los principales productores de snacks de plátano, yuca y tiene importante presencia en otras líneas de snacks.

Sus productos se venden en el Ecuador, y su cobertura de distribución está en 15 provincias. A nivel internacional, se ha exportado principalmente a Jamaica, Estados Unidos, España, Chile, Colombia, Canadá e Italia.

BanchisFood S.A., produce alrededor de 640 toneladas al año en el 2010, en el 2011, 700 toneladas al año y para el 2012 se tiene proyectado producir un 20% más de lo que se reportó para el año anterior.

La política de calidad es: Producir snacks de calidad, que cumplan las normas de consumo humano, para garantizar la salud y satisfacción de nuestros consumidores, utilizando materias primas calificadas a través de un sistema de mejoramiento continuo para elevar nuestros niveles de competitividad, y con el compromiso de nuestros trabajadores, proveedores y accionistas, para el bienestar de la comunidad.

La política de seguridad y salud es: La empresa BanchisFood S.A., consciente de cumplir, garantizar y propiciar el mejoramiento de las condiciones de salud y seguridad en el trabajo y preocupada por la integridad de sus empleados, considera a la seguridad y salud ocupacional como un aspecto primordial y la asume como parte de esencia. La empresa dispondrá de los recursos económicos suficientes y personal competente para la realización de sus objetivos, que serán evaluados periódicamente y se compromete a cumplir fielmente las leyes y normas vigentes. La capacitación y motivación de todo el personal, a todo nivel, será el recurso que nos lleve a la mejora continua en materia de seguridad y salud, buscando además proteger el medio ambiente.

La visión de la empresa es: Ser reconocida como una empresa líder en la producción y comercialización de snacks, y en la diversificación de otros productos, por su nivel de cobertura en el mercado nacional y su participación en

el mercado internacional, manteniendo tecnología de punta, con personal permanentemente competitivo y sistemas de gestión que permitan ser altamente rentables. La empresa tiene un compromiso de relación con la comunidad, producto de esto, organiza eventos, visitas a la planta y lo más importante, realiza auspicios y donaciones.

La empresa es consciente de proteger al ambiente, es por eso que sigue el siguiente proceso ambiental:

Materias primas, gas licuado de petróleo, material de empaque, cajas de cartón, condimentos, aceite vegetal, plátano y yuca. Todas estas materias primas ingresan al proceso de producción, obteniendo a más del producto final, sub productos como son: desechos comunes y plástico, aceite de desecho, cáscaras y migas. Los subproductos son tratados adecuadamente así: los desechos comunes y plásticos se los recoge en tacho y es recolectado por el sistema de limpieza de Quito para su traslado a la planta de tratamiento del Distrito Metropolitano (INGA), el aceite de desecho se recolecta en recipientes plásticos y se lo vende para la producción de jabones, las cáscaras y migas se regala o se vende a personas naturales para utilizar como abono o para alimentación de su ganado.

Esta empresa en su proceso de producción cuenta con 5 zonas las cuales son: Pelado, Fritura, Empaque, Bodega y Administración.

Cuenta con 60 empleados, de los cuales 21 son administrativos, 14 están en pelado, 10 en fritura, 9 en empaque, 3 en bodega, 1 persona para mantenimiento y 2 guardias. En la zona de administración se encuentran los siguientes departamentos: gerencia, talento humano, financiero, ventas, compras.

El proceso comienza con la recepción de materia prima, las cuales pueden ser: verde, yuca y cueritos. También empaca mafaiz y arroz integral de dulce, pero el proceso de fabricación de estos productos no se realiza en esta planta. Banchis tiene otra planta alterna solo para realizar los productos mencionados.

Cuenta con un generador de electricidad, situado en la parte exterior de la planta, un comedor, dos laboratorios, los cuales son de mantenimiento y control de calidad.

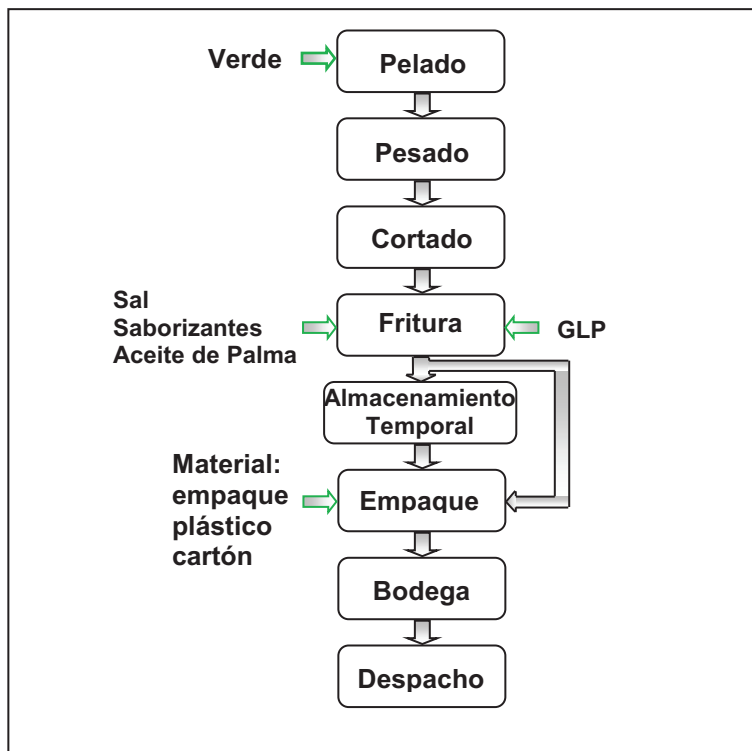
Cuenta con un cuarto de enfermería donde labora el médico ocupacional, el cual atiende los viernes, de 11h00 a 14h00. Tiene conformado brigadas de seguridad y el comité paritario de seguridad industrial y salud ocupacional.

La zona de producción de pelado solo trabaja un turno, la zona de fritura trabaja 2 turnos, pero cuando la producción es baja solamente se labora un solo turno, la zona de empaque trabaja 3 turnos, las zonas de bodega y administración trabaja 1 solo turno, generalmente de lunes a viernes, pero si la producción aumenta, se trabaja el sábado hasta medio día.

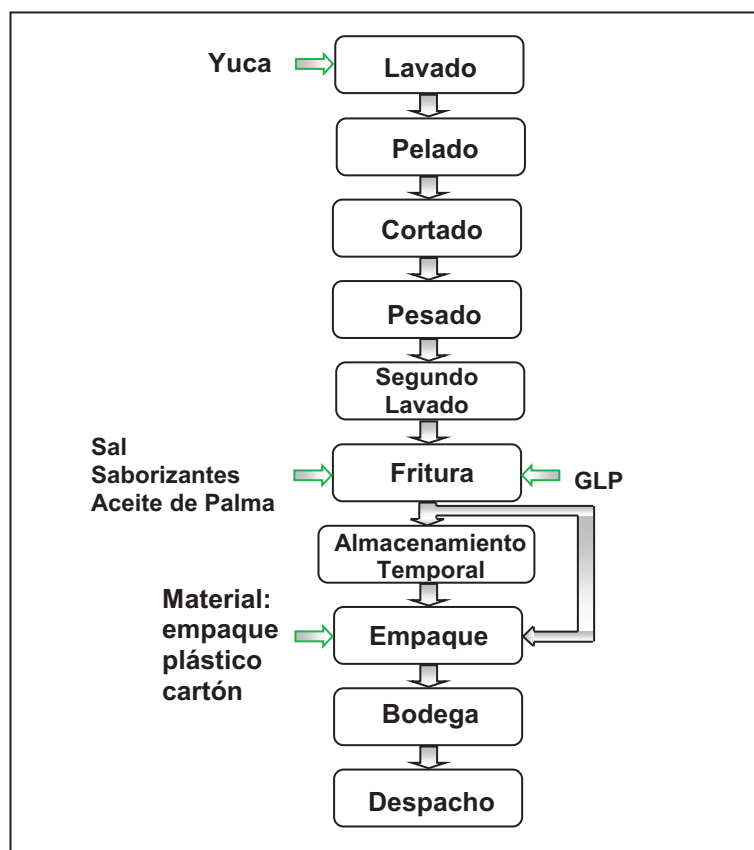
Para el proceso productivo, se cuenta con un supervisor general, y para cada zona de producción existe un jefe encargado de supervisar y avisar cualquier percance al supervisor general.

Cada zona de producción cuenta al menos con un extinguidor, en caso de que se genere algún incendio. Todos los trabajadores están capacitados para utilizar los extintores, debido a que se les brindó un curso de capacitación, teniendo como capacitador, el cuerpo de bomberos.

Los procesos de elaboración de chifle y yuca, son los que se indican en las figuras 2.2 y 2.3.



**Figura 2.2** Diagrama de bloques del proceso de chifle en la empresa BanchisFood S.A.



**Figura 2.3** Diagrama de bloques del proceso de yuca en la empresa BanchisFood S.A.

Se ha puesto en marcha un plan de simulacros contra incendios, de manera que se pueda obtener la participación de los trabajadores tanto de planta como de administración.

La zona de pelado utiliza como método de producción el pelado manual, siendo la zona de empaque la única que utiliza maquinaria automática para colocar el producto procesado.

La zona de fritura cuenta con un extractor general, 7 conductos en los techos que sirven para evacuar el aire caliente, de los cuales 2 son conductos de extracción natural, 2 son extractores eólicos medianos y 3 son extractores eólicos pequeños.

Esta zona de producción, cuenta con 8 freidoras, totalmente manuales, distribuidas de 2 en 2 para obtener 4 grupos. La zona de fritura presenta demasiado exceso de temperatura, producto mismo de la forma de procesar las diferentes materias primas. En esta zona de producción se cuenta con 2 extinguidores, y actualmente se han instalado 4 detectores de fuga de gas, para evitar formación de incendios.

Para el suministro de gas GLP, a la zona de fritura, se tiene un tanque de 5 toneladas de capacidad, unido a un despresurizador que evita que se condense el gas licuado de petróleo, con lo cual se consigue que la presión del gas se mantenga constante a lo largo del día en la zona de producción.

## **2.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN QUE PRESENTAN RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO**

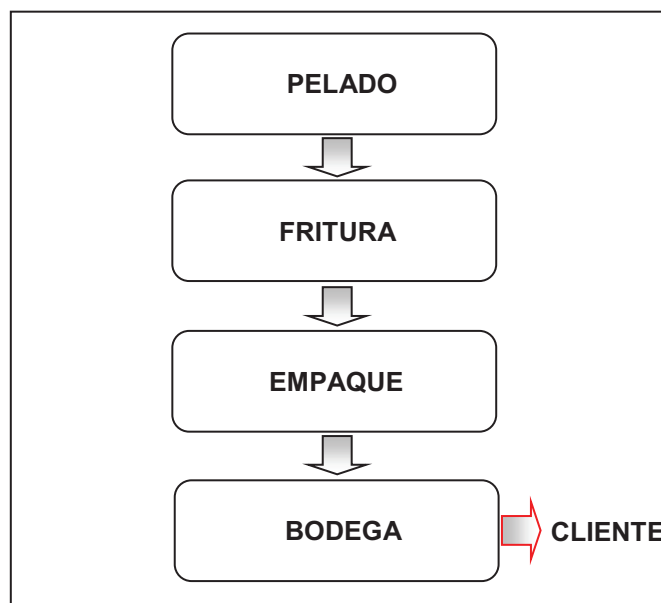
Para la identificación de las zonas de producción que presentan riesgo de estrés térmico por calor, se siguió los siguientes pasos descritos a continuación.



### 2.2.1 DETERMINACIÓN DE LAS TAREAS QUE SE REALIZA EN CADA ZONA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA

Se visitó cada zona de producción con la finalidad de conocer como es el proceso en sí de la empresa y preguntar a cada responsable de dicha zona, acerca de las tareas que realizan los trabajadores. Hay que recalcar que en esta empresa se realiza principalmente la producción de chifles y yuca como sus productos prioritarios. Es por esto que se tiene dos diagramas de bloques para los casos de producción descritos anteriormente.

Las zonas básicas de producción que se determinaron cuando se produce chifle y yuca se describen en la figura 2.4.



**Figura 2.4** Diagrama de bloques de las zonas básicas de producción en la elaboración de chifles y yucas

Cabe señalar que las zonas de producción de empaque y bodega, realizan el mismo tipo de actividades, independiente de que si están produciendo chifles o yuca.

Un plano, donde se observa la localización de las zonas de producción en estudio, se detalla en el anexo I.

### **2.2.1.1 Proceso chifle**

Como se indica en la figura 2-4, el proceso productivo para la elaboración de chifles, consta de 4 zonas básicas de producción, en cada una de estas los trabajadores realizan sus actividades diarias de trabajo. Estas actividades se determinaron y se midió el tiempo que se demoran en realizar las mismas.

El equipo que se utilizó para realizar la medición de los tiempos, tanto para el proceso de chifle como el de yuca, fue un cronómetro marca control company, modelo s/n, número de serie 281-482-1714, el cual fue calibrado, en el Centro de Metrología del Ejército del Ecuador. Para este proceso de elaboración del chifle se determinaron las actividades de cada zona, los mismos días que se realiza la medición de los tiempos de cada actividad.

#### **2.2.1.1.1 Zona de producción de pelado (proceso chifle)**

En la zona de pelado, solo trabajan mujeres, y se encontró que el pelado del chifle, es en forma manual. Aquí, se trabaja solo un turno de ocho horas, pero cuando se tiene que entregar la producción fijada y programada por producción, el personal debe completar dicha programación, esto se consigue con horas extras de trabajo.

En esta zona se encuentran identificados 12 puestos de trabajo, en cada puesto se encuentra ubicada una silla con espaldar y las gavetas donde se coloca el verde pelado. Las trabajadoras cuentan con uniforme, el cual se deben cambiar diariamente, mandil, botas y guantes de caucho, en ocasiones se utiliza botas de cuero, un cuchillo en buen estado, cofia.

Luego de determinar las actividades de las trabajadoras, se procedió a medir el tiempo que se demoran en realizar dichas actividades. Los tiempos se midió en la mañana y en la tarde, en dos días de diferente semana. Para cada actividad que

realizan las trabajadoras en esta zona de producción, se determinó también las posturas que adoptan dichas personas, las cuales se describen en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1** Actividades y posturas que adoptan las trabajadoras en la zona de producción de pelado de verde

ACTIVIDAD	POSTURAS
Tomar verde de la gaveta	Sentado
	Trabajo ligero con un brazo
Pelar verde y colocar en la gaveta	Sentado
	Trabajo ligero con dos brazos
Pesar verde pelado	De pie
	Trabajo pesado con dos brazos

#### 2.2.1.1.2 Zona de producción de fritura (proceso chifle)

En la zona de fritura, trabajan 10 personas, los cuales tienen dos turnos, uno en la mañana de 7h00 a 15h00, en dicho turno trabajan 8 personas y en el turno de 15h00 a 23h00, trabajan 2 personas. Estos dos turnos se los realiza cuando la demanda exige, caso contrario solo hay un turno en la mañana de 8 horas, y solo la realizan 8 personas, las otras 2 personas restantes, se les envía a realizar trabajos de mantenimiento en la parte exterior de la planta.

Cuando realizan chifles, los trabajadores de fritura tienen que cortar el verde pelado en rodajas, con la ayuda de cortadoras semiautomáticas.

En esta zona de producción, se encuentran identificados 8 puestos de trabajo, en cada puesto se encuentra ubicada una freidora cuyas dimensiones están detalladas en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2** Dimensiones internas y externas de las freidoras que se utiliza en la zona de producción de fritura

<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones Externas (m)</b>	<b>Dimensiones Internas (m)</b>
Largo	1,32	1,18
Ancho	0,78	0,55
Altura o profundidad	0,82	0,35

Los trabajadores cuentan con uniforme, el cual se deben cambiar diariamente, dicho uniforme consta de una cofia, buzo ligero de mangas largas, pantalón jean, botas de cuero o de caucho, además se les proporciona, un guante de cuero grueso para cuando cortan el verde y estén cerca de la freidora, puedan resistir el calor emitido.

Luego de determinar las actividades de los trabajadores, se procedió a medir el tiempo que se demoran en realizar dichas actividades con un cronómetro, previamente calibrado por un laboratorio reconocido y acreditado para realizar este tipo de calibración, dicho laboratorio es el mismo que se indica en la zona de producción de pelado. Los tiempos se midió en la mañana y en la tarde, en dos días de diferente semana. Para cada actividad que realizan los trabajadores en esta zona de producción, se determinó también las posturas que adoptan dichas personas, las cuales se describen en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3** Actividades y posturas que adoptan los trabajadores en la zona de producción de fritura de verde

ACTIVIDAD	POSTURAS
Poner verde en la cortadora y freidora	De pie
	Trabajo ligero con dos brazos
Mezclar verde cortado en la freidora	De pie
	Trabajo pesado con un brazo
Sacar verde frito al escurridor	De pie
	Trabajo pesado con dos brazos
Colocar verde frito y escurrido a la gaveta	De pie
	Trabajo ligero con dos brazos
Cargar gaveta con verde frito a la balanza	Andando
	Trabajo con cuerpo moderado
Cargar gaveta con verde frito pesado a la zona de empaque	Andando
	Trabajo moderado con cuerpo
Limpiar cortadora de verde	De pie
	Trabajo ligero con dos brazos
Sacar desechos de verde frito de la freidora	De pie
	Trabajo ligero con un brazo

### 2.2.1.1.3 Zona de producción de empaque

En la zona de empaque, trabajan 9 personas, las cuales tienen tres turnos, uno en la mañana de 8h00 a 16h00, en dicho turno trabajan 4 personas, en el turno de 16h00 a 00h00, trabajan 3 personas y en el turno de 00h00 a 08h00, trabajan 2 personas. Cuando realizan chifles y/o yuca los trabajadores de empaque, tienen que abrir las gavetas que son traídos por los trabajadores de fritura para proceder

a controlar, empaquetar y colocar código de identificación. Para esto se tiene dos empacadoras automáticas.

En esta zona de producción, se encuentran identificados 3 puestos de trabajo, los mismos que están distribuidos al inicio y final de la empacadora automática.

Los trabajadores cuentan con uniforme, el cual se deben cambiar diariamente, dicho uniforme consta de una cofia, buzo ligero de mangas cortas, pantalón jean, botas de cuero. Luego de determinar las actividades de los trabajadores, se procedió a medir el tiempo que se demoran en realizar dichas actividades. Los tiempos se midió en la mañana y en la tarde, en dos días de diferente semana. Para cada actividad que realizan los trabajadores en esta zona de producción, se determinó también las posturas que adoptan dichas personas, las cuales se describen en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4** Actividades y posturas que adoptan los trabajadores en la zona de producción de empaque

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>POSTURAS</b>
Cargar gaveta con producto y colocar en la tolva de alimentación	Andando
	Trabajo ligero con el cuerpo
Empacar fundas pequeñas con producto en funda plástica y sellar la misma	De pie
	Trabajo ligero con dos brazos
Colocar cinta adhesiva en caja de cartón	De pie
	Trabajo ligero con el cuerpo
Colocar funda plástica con producto empacado en el cartón	De pie
	Trabajo ligero con dos brazos
Cargar caja de cartón con producto empacado a bodega temporal de empaque	Andando
	Trabajo moderado con cuerpo
Sacar producto de mala calidad en la tolva de alimentación	De pie
	Trabajo ligero con dos brazos

#### **2.2.1.1.4 Zona de bodega**

En la zona de bodega, trabajan 3 personas, solamente en el turno de 07h00 a 15h00.

Cuando realizan chifles y/o yuca los trabajadores de bodega, tienen que realizar las mismas actividades diarias que competen a su labor.

Los trabajadores cuentan con uniforme, el cual se deben cambiar diariamente, dicho uniforme consta de una cofia, buzo ligero de mangas cortas, pantalón jean, botas de cuero.

La empresa cuenta con 2 bodegas, una bodega se encuentra junto a la zona de producción de empaque y la otra, se encuentra en la planta baja del nuevo edificio, donde se encuentra la parte administrativa.

Luego de determinar las actividades de los trabajadores, se procedió a medir el tiempo que se demoran en realizar dichas actividades, tanto en la Bodega I como en la Bodega II. Los tiempos se midió en la mañana y en la tarde, en dos días de diferente semana para las dos bodegas. Para cada actividad que realizan los trabajadores en esta zona de producción, se determinó también las posturas que adoptan dichas personas, las cuales se describen en la tabla 2.5 y 2.6 para las dos bodegas respectivamente.

**Tabla 2.5** Actividades y posturas que adoptan los trabajadores en la zona de bodega I

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>POSTURAS</b>
Llevar cajas de la zona de empaque a la bodega I	Andando
	Trabajo pesado con el cuerpo
Cargar cajas y colocar en el coche	Andando
	Trabajo pesado con el cuerpo
Llevar cajas en el coche al camión	De pie
	Trabajo pesado con dos brazos
Acomodar las cajas en la bodega I	De pie
	Trabajo moderado con el cuerpo
Colocar etiquetas en las cajas	De pie
	Trabajo ligero con el cuerpo

**Tabla 2.6** Actividades y posturas que adoptan los trabajadores en la zona de bodega II

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>POSTURAS</b>
Llevar cajas de bodega I a bodega II	Andando
	2 metros de subida de pendiente
	Trabajo pesado con el cuerpo
Cargar cajas y colocar en el coche	Andando
	Trabajo pesado con el cuerpo
Llevar cajas en el coche al camión	De pie
	Trabajo pesado con dos brazos
Acomodar las cajas en la bodega II	De pie
	Trabajo moderado con el cuerpo
Colocar etiquetas en las cajas	De pie
	Trabajo ligero con el cuerpo



### **2.2.1.2 Proceso yuca**

En el proceso de yuca, se sigue la misma secuencia como se indica en la figura 2.4, la diferencia entre el proceso de yuca y el de chifle radica en diferentes actividades que se realiza principalmente en las zonas de producción de pelado y fritura, porque en las zonas de empaque y bodega no hay ninguna diferencia.

Al igual que en el proceso de chifle, se determinaron las actividades desarrolladas en cada zona de producción y se midió el tiempo en que se demoran en realizar las mismas.

Para este proceso de elaboración del yuca, se determinaron las actividades de cada zona, los mismos días que se realiza la medición de los tiempos de cada actividad. A continuación se describe las zonas de producción de pelado y fritura en el proceso de yuca.

#### **2.2.1.2.1 Zona de producción de pelado (proceso yuca)**

En esta zona de producción, se encuentran identificados los mismos 12 puestos de trabajo que se citó para el proceso de chifles. La diferencia que se encuentra en esta zona es que para el pelado de yuca, se realiza otras actividades adicionales a las que se realiza para el otro proceso que es de chifles.

Aquí se determinó a más de las actividades, la determinación de las posturas que se realiza en este proceso de yuca, las cuales se describe en la tabla 2.7.

**Tabla 2.7** Actividades y posturas que adoptan las trabajadoras en la zona de producción de pelado de yuca

ACTIVIDAD	POSTURAS
Tomar yuca de la gaveta	Sentado
	Trabajo ligero con un brazo
Pelar yuca y colocar en la gaveta	Sentado
	Trabajo ligero con dos brazos
Lavar yuca pelada	De pie
	Trabajo pesado con dos brazos
Cortar yuca pelada y lavada	De pie
	Trabajo moderado con el cuerpo
Pesar y lavar yuca cortada	De pie
	Trabajo pesado con dos brazos

#### 2.2.1.2.2 Zona de producción de fritura (proceso yuca)

La diferencia que se encuentra en esta zona de fritura de yuca, se realiza otras actividades, a las que se realiza en el proceso de chifles.

En el proceso de yuca los trabajadores no tienen que cortar la yuca, puesto que los trabajadores de la zona de pelado realizan ese tipo de actividad, al igual que la yuca tiene un doble lavado, uno al momento de ser pelada la yuca y el segundo es cuando la yuca está cortada en rodajas, con la finalidad de sacar el almidón presente en este producto.

Se utiliza las mismas freidoras, con la diferencia de que se tiene que elevar a más temperatura el aceite de palma. Aquí se determinó a más de las actividades, la determinación de las posturas que se realiza en este proceso de yuca, las cuales se describe en la tabla 2.8.

**Tabla 2.8** Actividades y posturas que adoptan los trabajadores en la zona de producción de fritura de yuca

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>POSTURAS</b>
Poner yuca en la freidora	De pie
	Trabajo pesado con dos brazos
Mezclar yuca en la freidora	De pie
	Trabajo pesado con un brazo
Sacar yuca frita al escurridor	De pie
	Trabajo pesado con dos brazos
Colocar yuca frita y escurrida a la gaveta	De pie
	Trabajo ligero con dos brazos
Cargar gaveta con yuca frita a la balanza	Andando
	Trabajo moderado con cuerpo
Cargar gaveta con yuca frita pesada a la zona de empaque	Andando
	Trabajo moderado con cuerpo
Sacar desechos de yuca frita de la freidora	De pie
	Trabajo ligero con un brazo

Con las actividades determinadas, las posturas que realizan en cada actividad y los datos de tiempo obtenidos para cada actividad de las zonas de producción indicadas en la figura 2.4, se procedió a calcular el metabolismo teórico que los trabajadores gastan o necesitan para realizar sus actividades laborales.

Con los datos obtenidos de tiempo, de cada actividad que se realiza en las diferentes zonas de producción se procedió a calcular el metabolismo y el índice WBGT teórico, tanto para trabajadores aclimatados como para los no aclimatados, esto se consiguió al seguir los lineamientos que se enuncia en las tablas 1.2 y 1.3 y la ecuación 1.8.

## 2.2.2 MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES EN CADA ZONA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA

Los parámetros ambientales que se midieron en cada zona de producción de la empresa son: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo natural, temperatura de globo, humedad relativa y velocidad del aire. El equipo utilizado para la medición, de los parámetros ambientales citados en el párrafo anterior, es el que se observa en la figura 1-2. Cada instrumento de medida que conforma el equipo utilizado, se calibró en la respectiva entidad oficial del país, es decir, el higrómetro analógico, termo higrómetro, termómetro infrarrojo digital y termómetro analógico para medir la temperatura de globo se los calibró en el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), el anemómetro vino de fábrica calibrado, es por esto que se utiliza el certificado enviado por la empresa comercializadora y el cronómetro se calibró en el Centro de Metrología del Ejército Ecuatoriano. Estos certificados de calibración se encuentran en los anexos XLVIII y XLIX.

Para medir, los parámetros ambientales en cada zona de producción se determinó estadísticamente, el número de puntos, donde se efectuó la medición, tomando en cuenta la ecuación 1.12.

El número de puntos de medición en cada zona de producción se enuncia en la tabla 2.9.

**Tabla 2.9** Número de puntos de medición determinados en cada zona de producción

ZONA DE PRODUCCIÓN	NÚMERO DE PUNTOS DE TRABAJO	NÚMERO DE PUNTOS DE MEDICIÓN
Fritura (Proceso Chifle y Yuca)	6	3
Pelado (Proceso Chifle y Yuca)	12	4
Empaque	6	3
Bodega I	5	3
Bodega II	5	3

En cada zona de producción se colocó el equipo, para determinar los parámetros ambientales, tanto en la mañana como en la tarde, del primer turno que va desde las 7h00 hasta las 15h00, en la zona de fritura y desde las 8h00 hasta las 16h00 en las demás zonas de producción.

Los días que se monitorizaron los parámetros ambientales, en cada zona de producción, se presenta en la tabla 2.10.

**Tabla 2.10** Días que se monitorizaron los parámetros ambientales en cada zona de producción

ZONA DE PRODUCCIÓN	DÍAS MONITORIZADOS			
Fritura (Proceso Chifle)	25/07/2011	04/08/2011	18/08/2011	25/08/2011
Fritura (Proceso Yuca)	18/07/2011	22/08/2011	17/10/2011	14/11/2011
Pelado (Proceso Chifle)	15/07/2011	22/07/2011	02/08/2011	09/08/2011
Pelado (Proceso Yuca)	26/09/2011	14/11/2011	28/11/2011	19/12/2011
Empaque	21/07/2011	29/07/2011	26/08/2011	09/09/2011
Bodega I	19/07/2011	27/07/2011	24/08/2011	07/09/2011
Bodega II	20/07/2011	28/07/2011	25/08/2011	08/09/2011

Se midió los parámetros ambientales cada 15 minutos, durante una hora, en cada punto de medición y en cada zona de producción.

Con estos valores se siguió los lineamientos que se enuncia en el literal 1.2.6, para el cálculo del índice WBGT, un ejemplo de cálculo para obtener el índice WBGT se detalla en el anexo II.

Como la zona de fritura era la única que tenía equipos que generan calor, aquí se determinó los parámetros ambientales a la altura de la cabeza, abdomen y tobillos, cuyas distancias se enuncian en la tabla 1.4.

En cambio en las demás zonas de producción, como no cuentan con ningún equipo generador de calor, solo se midió los parámetros ambientales a la altura del abdomen, cuya distancia se enuncia también en la tabla 1.4.

La forma de realizar el trabajo, es en forma sentada, en la zona de pelado, tanto en el proceso de chifle como en el de yuca, lo cual se observa en las figura 2.5.



**Figura 2.5** Forma de trabajo en la zona de producción pelado proceso chifle y yuca

En las demás zonas de producción, el tipo de trabajo es estar de pie, esto se observa en las figuras 2.6 y 2.7.



**Figura 2.6** Forma de trabajo en la zona de producción fritura proceso chifle y yuca



**Figura 2.7** Forma de trabajo en las zonas de producción empaque, bodega I y bodega II

Con el cálculo del índice WBGT medido y promediado, con la ayuda de las ecuaciones 1.3 y 1.7, se procedió a comparar con el índice WBGT teórico, con la finalidad de conocer cuál zona de la empresa, está afectada de estrés térmico por calor.

## **2.3 REDUCCIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LAS ZONA DE PRODUCCIÓN QUE PRESENTAN TAL RIESGO**

### **2.3.1 PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL EN LA FUENTE Y MEDIO DE TRANSMISIÓN**

Cuando se conoció que la zona de producción Fritura era la que tenía estrés térmico por calor, se propuso medidas de control en la fuente y en el transmisor.

Como medida de control en la fuente, se propuso cambiar las freidoras manuales que actualmente se encuentran en uso, debido a que estos equipos al ser totalmente manuales, hacen que los trabajadores se encuentren demasiado tiempo en contacto con el calor generado por el aceite caliente, vapor de agua que se genera cuando colocan la yuca cortada y lavada. La propuesta es la



compra de 8 freidoras semiautomáticas, con las cuales, se generará mayor producción y los trabajadores estarán menos expuestos al calor.

Se procedió a medir una freidora, en la cual se midió el largo, altura, profundidad y ancho, y se procedió a calcular su volumen como se detalla en el anexo III. La proforma para la compra de estas freidoras, se detallan en el anexo IV.

Como medida de control en el transmisor, se diseñó y se dimensionó todo un sistema de extracción localizada, el mismo, que cuenta con cuatro campanas de extracción, de acero inoxidable, ductos de tol galvanizados, filtros en las campanas, zona de condensación de grasa (trampa de grasa), un extractor centrífugo cuya potencia es de 13 HP, cuyo código es CM 1000 y su curva característica se detalla en el anexo IX y un soporte donde asentar dicho extractor.

Se comenzó por el diseño y dimensionamiento de las campanas de extracción, para ello se midió a las freidoras y la separación que guardan entre sí, debido a que están colocadas de dos en dos, por lo que se decidió colocar cuatro campanas, los cálculos para el dimensionamiento de estas campanas, siguen el criterio de Sutton, para campanas suspendidas sobre una fuente caliente, que se detallan en el anexo V.

La dimensión de las campanas de extracción que se deberán instalar, se presenta en la tabla 2.11.

**Tabla 2.11** Dimensiones de las campanas de extracción

<b>Dimensión</b>	<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>
Largo	2,45	(m)
Ancho	2,73	(m)
Ángulo de inclinación	45	(°)
Ángulo central	144	(°)



En el anexo VI, se aprecia gráficamente, las dimensiones que deberán tener las campanas de extracción.

Para el dimensionamiento de los ductos, se consultó a los diferentes proveedores acerca del material utilizado para este tipo de sistema de extracción, el cual fue de latón galvanizado, con este dato se procedió a realizar el respectivo cálculo, con la ayuda de los lineamientos del método de equilibrio por diseño, también se midió toda la zona de producción de fritura, por donde irá a pasar el sistema de extracción localizada; todas las operaciones, se encuentran detalladas en el anexo VII.

Los diámetros de los ductos que se calcularon para los diferentes tramos del sistema de extracción localizado, se detallan en la tabla 2.12.

**Tabla 2.12** Dimensiones de los diámetros de las diferentes secciones de los ductos del sistema de extracción localizada

<b>Ducto</b>	<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>
Tramo	18	(pulgadas)	0,4572	(m)
Nudo	26	(pulgadas)	0,6604	(m)
Ramal	36	(pulgadas)	0,9144	(m)

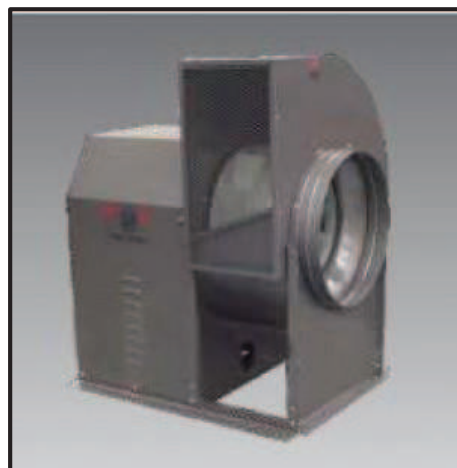
Para la selección del ventilador que cumple las condiciones necesarias para arrastrar todo el flujo que entra por las campanas de extracción y por los ductos, se utilizó la curva característica del ventilador centrífugo CM 1000, el cual para el cálculo del número de revoluciones, rendimiento y potencia que el ventilador va a dar al aire y que recibe a su eje, se detallan en el anexo VIII.

Las características del ventilador seleccionado son las que se detallan en la tabla 2.13.

**Tabla 2.13** Características del ventilador seleccionado para el sistema de extracción localizada

Nombre	CM 1000	
Tipo	Centrífugo	Unidad
Diámetro Salida	1000	(mm)
	39 3/8	(pulgadas)
Área de salida	0,842	(m <sup>2</sup> )
	9,06	(pie <sup>2</sup> )
Peso del equipo	579	(kg)
	1274	(lb)
Potencia que recibe el eje del ventilador	13,92	(HP)
Número de Revoluciones	982,45	(rpm)
Rendimiento	74,10	(%)

Con las características que se detallan en la tabla 2.13, el proveedor, envió una foto del ventilador que se seleccionó, el cual se observa en la figura 2.8.



**Figura 2.8** Ventilador centrífugo CM 1000

Al final, se dimensionó la estructura metálica, donde va a estar asentado el ventilador centrífugo, cuyas dimensiones se detallan al final del anexo VIII.

La proforma para la compra de este sistema de extracción localizada, la realizó la empresa, “ACR Proyectos (Megafrió S.A.)”, cuyas especificaciones se detallan en el anexo X.

Con el precio y características de las proformas enviadas, se procedió a realizar el análisis financiero, en el cual se colocó todas las cantidades económicas que se detallan en los anexos IV y X, donde se encuentran las proformas individuales para cada caso.

### **2.3.2 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL EN EL RECEPTOR**

Para obtener los parámetros ambientales en el sitio de descanso se monitoreó durante 3 días, solo en el primer turno. Estos datos sirven para calcular tanto el índice WBGT del sitio de descanso y el factor de descanso- trabajo, entre la zona de producción de Fritura y el sitio de descanso.

Como medidas de control en el receptor, se decidió implementar la fase de descanso y la rehidratación a todos los trabajadores que se encuentren en la zona de producción donde se presentó riesgo de estrés térmico por calor, en este caso la de Fritura y solamente en el primer turno, es decir de 7h00 a 15h00.

Para permitir que la rehidratación sea la adecuada, se compró sobres de un producto llamado Oralyte Polvo, el cual sirve, para cubrir las sales perdidas en el sudor y otros síntomas. Los sabores de este producto son de fresa, manzana y coco. La composición de este producto se detalla en el anexo XI, además se debe mencionar que el fabricante de este producto es la empresa James Brown Pharma.

Para que el trabajador tenga una adecuada rehidratación, y compense las sales perdidas en el sudor, necesita por lo menos que la bebida hidratante contenga 1g/L de cloruro de sodio.

Como son 8 personas en el primer turno, se tiene que disolver un sobre de Oralte en 4 litros de agua fresca. Cuando se termine los primeros 4 litros se sigue, con la preparación de los siguientes 4 litros, y así sucesivamente. Esto se realiza para tener la certeza de que la bebida para la rehidratación siempre se encuentre fresca. Los cálculos para realizar la preparación de la bebida hidratante se detallan en el anexo XII.

Cada trabajador, bebió un vaso de 100 mL de bebida rehidratante, cuando ingresó y salió de la zona de descanso.

Para el descanso se designó un sitio fresco, ventilado, equipado con sillas con la finalidad de que los trabajadores se dirijan a descansar y se relajen. El tiempo estimado para el respectivo descanso es de 10 minutos, el cual fue aceptado por la empresa para realizar la implementación de la medida de control en el receptor, este tiempo, se calculó con la ecuación 1.9 y los índices WBGT tanto de la zona de fritura como el del sitio de descanso.

El valor del factor de trabajo – descanso, al tomar en cuenta los parámetros ambientales que se encuentran sometido dichos trabajadores en la zona de producción de fritura y los parámetros ambientales que tiene el sitio de descanso, se detalla como ejemplo de cálculo en el anexo XIII.

Como en el primer turno trabajan 8 personas, se dividió en 2 grupos; los que pertenecen al primer grupo saldrán 20 minutos antes de que empiece la siguiente hora y los del segundo grupo saldrán 10 minutos antes de que empiece la misma, y así sucesivamente hasta concluir la jornada de trabajo.

El sitio de descanso está contiguo al consultorio y la ubicación se puede apreciar en el anexo I.

### **2.3.3 EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL PROPUESTAS E IMPLEMENTADAS**

Para evaluar las medidas propuestas de control en la fuente y en el medio de transmisión, se procedió a realizar un análisis financiero, con la finalidad de justificar económicamente la inversión, a través de dos parámetros económicos como son el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Para evaluar las medidas de control en el receptor, se midieron la temperatura corporal interna timpánica y la frecuencia cardiaca, cuatro días de diferente semana, tanto en el proceso de chifle, como en el de yuca.

Para comprobar si la bebida rehidratante, causaba algún daño o cambio en los trabajadores, el doctor de la empresa monitorizó por su parte la densidad y el pH de la orina, tres días antes de realizar la implementación del descanso y rehidratación y los mismos días que se midió los otros parámetros mencionados anteriormente, con la finalidad de encontrar si se tiene alguna complicación con la bebida rehidratante.

Para tomar los valores de densidad y pH, el doctor de la empresa, utilizó tiras indicadoras, las cuales llevan el nombre Combur 10 Test Roche. Esta prueba consiste en introducir una tira indicadora en la orina, durante unos 5 segundos, luego se comparó el color producido sobre las almohadillas con una escala cromática provista por el fabricante, sobre la escala aparecen los diversos colores o intensidades de color para cada sustancia a evaluar (Strasinger y Di Lorenzo, 2010, p. 48).

Al ingresar los trabajadores al sitio de descanso, inmediatamente tomó la medida de la temperatura interna corporal timpánica, con la ayuda de un termómetro infrarrojo certificado, y la frecuencia cardiaca, mediante la medición del pulso durante 15 segundos, dicho tiempo se tomó con un cronómetro certificado.

Los parámetros de medida mencionados anteriormente, se monitorizó las 8 horas de trabajo, en 4 días de diferentes semanas, y se divide al día de trabajo en dos partes, en la mañana y en la tarde.

Cabe señalar que los valores de densidad y pH de la orina se les midió una sola vez en la mañana y una sola vez en la tarde, según disposiciones específicas del doctor de la empresa.

Al personal de la Zona de Fritura se le divide en 2 grupos, conformados de 4 personas. Cada día de monitorización se utilizó a los grupos conformados por los mismos trabajadores, para que la medición sea representativa.

Con los valores obtenidos de temperatura interna corporal y la frecuencia cardiaca se procedió a calcular los índices temperatura interna corporal medida/temperatura interna corporal normal teórica y frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca normal teórica.

La temperatura interna corporal timpánica teórica normal es de 34,5 – 37,8 °C, con esto se obtuvo un valor promedio de 36,6 °C (Scand, 2002).

La frecuencia cardiaca teórica normal es de 60 – 100 latidos/minuto, con esto se obtuvo un valor promedio de 80 latidos por minuto (Surós y Surós, 2006, p. 235).

Para saber si los valores de densidad y pH, están en el rango normal, se utilizó valores teóricos como son que para la densidad el rango es de 1,003 a 1,035 g/mL y para el pH es de 4,5 a 8, para muestras tomadas al azar y la primera orina en la mañana, el pH es ligeramente ácido entre 5 a 6, y un pH más alcalino después de las comidas (Strasinger y Di Lorenzo, 2010, pp. 48, 55-56).

## **2.4 MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE LABORAL, RELATIVO A QUEJAS A LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A ESTRÉS TÉRMICO**

Antes de iniciar el estudio de estrés térmico, en la empresa, se diseñó una encuesta laboral, y se entregó únicamente a los trabajadores de la zona de producción de frituras, debido a que se sabía en forma cualitativa, que en esta zona existía riesgo de estrés térmico por calor.

Luego se elaboró una encuesta laboral, la cual contenía quejas que se obtuvo al preguntar a los trabajadores de la zona de fritura.

Esta encuesta laboral contiene diez afirmaciones, con una escala del 1 al 5, dicha escala va desde total acuerdo hasta total desacuerdo, con la representación de figuras, las cuales ayudan a los trabajadores a entender mejor el llenado de tal encuesta.

La encuesta se entregó a los trabajadores de la zona de producción de fritura, antes y después de que se implemente la medida de control en el receptor, para controlar dicho riesgo de estrés térmico por calor.

El modelo de dicha encuesta laboral se encuentra descrito en el anexo XIV.

Con los datos conseguidos con la primera encuesta se procedió a elaborar un diagrama de Pareto que correspondió a la situación del antes del estudio citado anteriormente.

Con la ayuda del primer diagrama, antes de realizar el estudio de estrés térmico por calor, se determinó los problemas vitales y triviales que existe en la zona de fritura, correspondiente al problema de quejas. Con estos datos se plantearon las medidas de control en la fuente, transmisor y receptor, las mismas que se enuncia en los numerales 2.3.1 y 2.3.2.

Cuando ya se concluyó la implementación de las medidas de control en el receptor, se les pasó una presentación visual, en la cual se indica todo el trabajo

realizado, en la cual consta la valoración cuantitativa de estrés térmico, las propuestas de medidas de control en la fuente y transmisión, como los resultados, que se obtuvo en la implementación de las medidas de control en el receptor.

Luego se entregó nuevamente a los mismos trabajadores de la zona de fritura, la encuesta laboral, para que llenen nuevamente.

Con los datos conseguidos en esta nueva encuesta se realizó un segundo diagrama de Pareto.

Se procedió a comparar los dos diagramas de Pareto, antes y después de concluido el estudio de estrés térmico.

Los datos que se obtuvieron en las encuestas entregadas a los trabajadores de la zona de producción de fritura antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor se encuentran detalladas en los anexos XV y XVI respectivamente.

## **2.5 AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN QUE PRESENTAN RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO**

Como la zona de producción que presenta riesgo de estrés térmico por calor es la de fritura, tanto en el proceso de chifle como en el de yuca, se procedió a calcular el índice de productividad, para cada proceso, el cual involucra la cantidad estimada de producto realizado, tiempo de operación y número de trabajadores que estuvieron para obtener dicha cantidad estimada.

En la tabla 2.14, se detallan los días que se obtuvo los datos mencionados en el párrafo anterior, antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor, en la zona de producción de fritura, tanto para el proceso chifle como para el proceso yuca.



**Tabla 2.14** Días para los datos de productividad antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor en la zona de producción de fritura

Proceso	Días	
	Antes de implementación	Después de implementación
Chifle	25/07/2011	27/03/2012
	04/08/2011	03/04/2012
	18/08/2011	11/04/2012
	25/08/2011	18/04/2012
Yuca	18/07/2011	09/04/2012
	22/08/2011	07/05/2012
	17/10/2011	21/05/2012
	14/11/2011	28/05/2012

Este índice se lo calculó antes y después de realizar el estudio de estrés térmico por calor, el cual consistió en saber cuantitativamente que zonas se encontraban en estrés térmico por calor, proponer e implementar medidas de control en los tres medios que exige el tema de seguridad industrial, esto es en la fuente, medio y receptor.

Para obtener los datos necesarios para calcular el índice de productividad, se tuvo que consultar con el supervisor de planta, el cual facilitó toda esta información de manera eficiente y amable.

Con los datos de índices de productividad, antes y después del estudio de estrés térmico por calor, se procedió a graficar, los mismos, con la finalidad de comparar estos, y poder apreciar si existe o no, aumento de producción, debido específicamente a la implementación de las medidas de control en el receptor.

### **3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE WBGT TEÓRICO EN LAS DIFERENTES ZONAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA**

Para la cuantificación de los índices WBGT teóricos en las diferentes zonas de producción, se procedió a encontrar los tiempos, determinar las posiciones y movimientos del cuerpo, así como el tipo de trabajo que se empleaba para realizar las diferentes actividades que realizaban los trabajadores, para cumplir sus tareas laborales.

A estas mediciones se les hizo un análisis estadístico, para esto se utilizó las ecuaciones 1.13, 1.14, 1.15 y 1.16. Cabe indicar que todas las actividades cumplieron con el criterio del indicador de capacidad de proceso, al ser mayor que uno.

Se procedió a calcular el metabolismo individual para cada una de las actividades, de cada zona de producción, para esto se tomó en cuenta la ecuación 1-8, la misma que involucra posición, tipo de trabajo y metabolismo basal, al igual que se consideró los valores de los tiempos promedios que se demoran en cada actividad. Luego se procedió a sumar los tiempos promedios encontrados las actividades antes mencionadas, que realizaron los trabajadores en las diferentes zonas de producción.

Con los valores puntuales y total de los tiempos que se demoraron en las diferentes actividades, se calculó el porcentaje de tiempo, que se demoran en realizar las mencionadas actividades, en cada zona de producción.

Con la ecuación 1.5, se procedió a calcular el metabolismo promedio teórico, en dos unidades de medida como son kcal/min y kcal/h, de cada zona de producción.

Con los valores de metabolismo teórico, que se calcularon, se procedió a determinar el valor del índice WBGT teórico, que tienen que tener, tanto los

trabajadores aclimatados como los no aclimatados. Para obtener el valor del índice WBGT teórico se utilizó los valores teóricos de referencia de la tabla 1.2, cuyos valores están regulados por la norma ISO 7243.

### **3.1.1 METABOLISMO INDIVIDUAL Y TIEMPO TOTAL QUE SE REALIZA EN LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN**

En la tabla 3.1, se observa los valores de metabolismo individual y tiempo total que se emplea en la zona de producción de pelado, tanto en el proceso chifle como en yuca y la zona de producción de fritura en el proceso chifle.

En la tabla 3.2, se observa los valores de metabolismo individual y tiempo total que se emplea en la zona de producción de pelado, tanto en el proceso chifle como en yuca y la zona de producción de fritura en el proceso chifle.

En la tabla 3.3, se observa los valores de metabolismo individual y tiempo total que se emplea en las zonas de producción de bodega I y bodega II.

Los valores puntuales de los tiempos de cada actividad que se realizó en las zonas de producción se detallan en el anexo XVII.

**Tabla 3.1** Metabolismo individual y tiempo total en la zona de producción de pelado procesos chifle yuca y zona de producción de fritura proceso chifle

<b>Zona de Pelado Proceso Chifle</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Operación</b>	<b>Tiempo Mañana (s)</b>	<b>Tiempo Tarde (s)</b>	<b>Consumo Metabólico (kcal/min) (Posición + Tipo de Trabajo + Basal)</b>
1	Tomar verde de la gaveta	2,96	3,52	2,3
2	Pelar verde y colocar en la gaveta	8,17	9,71	2,8
3	Pesar verde pelado	15,92	16,76	4,1
<b>Tiempo total (s)</b>		27,05	29,99	
<b>Zona de Pelado Proceso Yuca</b>				
<b>Actividad</b>	<b>Operación</b>	<b>Tiempo Mañana (s)</b>	<b>Tiempo Tarde (s)</b>	<b>Consumo Metabólico (kcal/min) (Posición + Tipo de Trabajo + Basal)</b>
1	Tomar yuca de la gaveta	2,86	3,09	2,3
2	Pelar yuca y colocar en la gaveta	28,10	28,87	2,8
3	Lavar yuca pelada	170,63	181,01	4,1
4	Cortar yuca pelada y lavada	7,42	8,42	6,6
5	Pesar y lavar yuca picada	118,75	129,96	4,1
<b>Tiempo total (s)</b>		327,75	351,35	
<b>Zona de Fritura Proceso Chifle</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Operación</b>	<b>Tiempo Mañana (s)</b>	<b>Tiempo Tarde (s)</b>	<b>Consumo Metabólico (kcal/min) (Posición + Tipo de Trabajo + Basal)</b>
1	Poner verde en la cortadora y freidora	174,35	192,01	3,1
2	Mezclar verde en la freidora	1 367,44	1 518,96	3,3
3	Sacar verde frito al escurridor	59,43	62,61	4,1
4	Colocar verde escurrido a la gaveta	44,59	44,90	3,1
5	Cargar gaveta con verde frito a la balanza	13,07	14,26	9,0
6	Cargar gaveta con verde frito a empaque	47,28	48,58	9,0
7	Limpiar cortadora de verde	46,63	47,84	3,1
8	Sacar desechos de verde frito de la freidora	36,46	38,30	2,6
<b>Tiempo total (s)</b>		1 789,25	1 967,46	

**Tabla 3.2** Metabolismo individual y tiempo total en la zona de producción de fritura proceso yuca y zona de producción de empaque

<b>Zona de Fritura Proceso Yuca</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Operación</b>	<b>Tiempo Mañana (s)</b>	<b>Tiempo Tarde (s)</b>	<b>Consumo Metabólico (kcal/min) (Posición + Tipo de Trabajo + Basal)</b>
1	Poner yuca en la freidora	38,74	40,42	4,1
2	Mezclar yuca en la freidora	316,75	331,38	3,3
3	Sacar yuca frita al escurridor	78,51	101,92	4,1
4	Colocar yuca escurrida a la gaveta	48,14	49,52	3,1
5	Cargar gaveta con yuca frita a la balanza	12,40	12,68	9,0
6	Cargar gaveta con yuca frita a empaque	47,39	48,23	9,0
7	Sacar desechos de yuca frita de la freidora	36,59	37,72	2,6
<b>Tiempo total (s)</b>		578,52	621,86	
<b>Zona de Empaque</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Operación</b>	<b>Tiempo Mañana (s)</b>	<b>Tiempo Tarde (s)</b>	<b>Consumo Metabólico (kcal/min) (Posición + Tipo de Trabajo + Basal)</b>
1	Cargar gaveta con producto y colocar en la tolva de alimentación	19,84	20,82	7,5
2	Empacar fundas pequeñas con producto en funda plástica y sellar la misma	16,16	17,88	3,1
3	Colocar cinta adhesiva en caja de cartón	3,65	4,25	5,1
4	Colocar funda plástica con producto empacado en el cartón	2,72	2,96	3,1
5	Cargar caja de cartón con producto empacado a bodega temporal de empaque	26,58	27,14	9,0
6	Sacar producto de mala calidad en la tolva de alimentación	49,24	49,75	3,1
<b>Tiempo total (s)</b>		118,19	122,80	

**Tabla 3.3** Metabolismo individual y tiempo total en las zonas de producción de bodega I y bodega II

<b>Zona de Bodega I</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Operación</b>	<b>Tiempo Mañana (s)</b>	<b>Tiempo Tarde (s)</b>	<b>Consumo Metabólico (kcal/min) (Posición + Tipo de Trabajo + Basal)</b>
1	Llevar cajas de la zona de empaque a la bodega I	57,37	58,33	11,00
2	Cargar cajas y colocar en el coche	15,96	16,56	11,00
3	Llevar cajas en el coche al camión	27,51	28,37	4,10
4	Acomodar cajas en la bodega I	200,13	203,55	6,60
5	Colocar etiquetas en las cajas	128,11	128,78	5,10
<b>Tiempo total (s)</b>		<b>429,09</b>	<b>435,59</b>	
<b>Zona de Bodega II</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Operación</b>	<b>Tiempo Mañana (s)</b>	<b>Tiempo Tarde (s)</b>	<b>Consumo Metabólico (kcal/min) (Posición + Tipo de Trabajo + Basal)</b>
1	Llevar cajas de la bodega I a la bodega II	207,97	208,96	12,60
2	Cargar cajas y colocar en el coche	16,70	17,13	11,00
3	Llevar cajas en el coche al camión	30,87	31,33	4,10
4	Acomodar cajas en la bodega II	355,21	370,84	6,60
5	Colocar etiquetas en las cajas	131,76	134,29	5,10
<b>Tiempo total (s)</b>		<b>742,52</b>	<b>762,55</b>	

### 3.1.2 PORCENTAJE DE TIEMPO DE LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZA EN LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN

Los valores de porcentaje de tiempo de las actividades para las zonas de producción de pelado, fritura tanto para el proceso chifle como para el de yuca, así como en las zonas de producción de empaque, bodega I y bodega II, se detallan en las tabla 3.4 y 3.5.

**Tabla 3.4** Porcentajes de tiempo de las actividades que se realiza en las diferentes zonas de producción

<b>Zona de Pelado Proceso Chifle</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Porcentajes de tiempo Mañana (%)</b>	<b>Porcentajes de tiempo Tarde (%)</b>
1	10,95%	11,75%
2	30,21%	32,37%
3	58,84%	55,88%
<b>Zona de Pelado Proceso Yuca</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Porcentajes de tiempo Mañana (%)</b>	<b>Porcentajes de tiempo Tarde (%)</b>
1	0,87%	0,88%
2	8,57%	8,22%
3	52,06%	51,52%
4	2,26%	2,40%
5	36,23%	36,99%
<b>Zona de Fritura Proceso Chifle</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Porcentajes de tiempo Mañana (%)</b>	<b>Porcentajes de tiempo Tarde (%)</b>
1	9,74%	10,73%
2	76,43%	84,89%
3	3,32%	3,50%
4	2,49%	2,51%
5	0,73%	0,80%
6	2,64%	2,72%
7	2,61%	2,67%
8	2,04%	2,14%
<b>Zona de Fritura Proceso Yuca</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Porcentajes de tiempo Mañana (%)</b>	<b>Porcentajes de tiempo Tarde (%)</b>
1	6,70%	6,50%
2	54,75%	53,29%
3	13,57%	16,39%
4	8,32%	7,96%
5	2,14%	2,04%
6	8,19%	7,75%
7	6,33%	6,07%
<b>Zona de Empaque</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Porcentajes de tiempo Mañana (%)</b>	<b>Porcentajes de tiempo Tarde (%)</b>
1	16,79%	16,95%
2	13,67%	14,56%
3	3,09%	3,46%
4	2,30%	2,41%
5	22,49%	22,10%
6	41,66%	40,52%

**Tabla 3.5** Porcentajes de tiempo de las actividades que se realiza en las diferentes zonas de producción (continuación)

<b>Zona de Bodega I</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Porcentajes de tiempo Mañana (%)</b>	<b>Porcentajes de tiempo Tarde (%)</b>
1	13,37%	13,39%
2	3,72%	3,80%
3	6,41%	6,51%
4	46,64%	46,73%
5	29,86%	29,56%
<b>Zona de Bodega II</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Porcentajes de tiempo Mañana (%)</b>	<b>Porcentajes de tiempo Tarde (%)</b>
1	28,01%	27,40%
2	2,25%	2,25%
3	4,16%	4,11%
4	47,84%	48,63%
5	17,75%	17,61%

### 3.1.3 METABOLISMO TEÓRICO PROMEDIO QUE SE REALIZA EN LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN

En las tablas 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9, se reportan los valores de metabolismo teórico, tanto en la mañana como en la tarde de las diferentes zonas de producción.

**Tabla 3.6** Metabolismo promedio teórico que se realiza en la zona de producción de pelado

<b>Zona de Pelado Proceso Chifle</b>				<b>Zona de Pelado Proceso Yuca</b>			
<b>Mañana</b>		<b>Tarde</b>		<b>Mañana</b>		<b>Tarde</b>	
<b>(kcal/min)</b>	<b>(kcal/h)</b>	<b>(kcal/min)</b>	<b>(kcal/h)</b>	<b>(kcal/min)</b>	<b>(kcal/h)</b>	<b>(kcal/min)</b>	<b>(kcal/h)</b>
3,51	210,61	3,47	208,06	4,03	241,76	4,04	242,24



**Tabla 3.7** Metabolismo promedio teórico que se realiza en la zona de producción de fritura

Zona de Fritura Proceso Chifle				Zona de Fritura Proceso Yuca			
Mañana		Tarde		Mañana		Tarde	
(kcal/min)	(kcal/h)	(kcal/min)	(kcal/h)	(kcal/min)	(kcal/h)	(kcal/min)	(kcal/h)
3,47	208,49	3,81	228,60	3,99	239,42	3,98	238,98

**Tabla 3.8** Metabolismo promedio teórico que se realiza en las zonas de producción de bodega I y bodega II

Zona de Bodega I				Zona de Bodega II			
Mañana		Tarde		Mañana		Tarde	
(kcal/min)	(kcal/h)	(kcal/min)	(kcal/h)	(kcal/min)	(kcal/h)	(kcal/min)	(kcal/h)
6,74	404,63	6,75	405,01	8,01	480,56	7,98	478,57

**Tabla 3.9** Metabolismo promedio teórico que se realiza en la zona de producción de empaque en la mañana y en la tarde

Zona de Empaque			
Mañana		Tarde	
(kcal/min)	(kcal/h)	(kcal/min)	(kcal/h)
5,23	313,64	5,22	313,13

Los valores del índice WBGT teórico que se determinaron para cada zona de producción, tanto en la mañana como en la tarde, se encuentran detallados en la tabla 3.10, los mismos, no presentan ninguna diferencia en la mañana como en la tarde, de cada zona de producción.

**Tabla 3.10** Índice WBGT teórico en las diferentes zonas de producción de la empresa

Zonas de Producción	Índice WBGT Teórico (°C)			
	Mañana		Tarde	
	Aclimatados	No aclimatados	Aclimatados	No aclimatados
Pelado (Proceso Chifle)	28	26	28	26
Fritura (Proceso Chifle)	28	26	28	26
Pelado (Proceso Yuca)	28	26	28	26
Fritura (Proceso Yuca)	28	26	28	26
Empaque	26	23	26	23
Bodega I	25	20	25	20
Bodega II	25	20	25	20

### 3.1.4 CAPACIDAD DE PROCESO EN LOS TIEMPOS DE CADA ACTIVIDAD DE LAS ZONA DE PRODUCCIÓN

La capacidad de proceso que se obtuvo en los tiempos de cada actividad que se realiza en las distintas zonas de producción se detallan en las tablas 3-11, 3-12, 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16. Ninguno de estos valores presenta un valor menor a uno, ya sea en la mañana como en la tarde.

**Tabla 3.11** Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en la zona de producción de pelado proceso chifle

Zona de Pelado Proceso Chifle					
Actividades					
1		2		3	
Operación					
Tomar verde de la gaveta		Pelar verde y colocar en la gaveta		Pesar verde pelado	
Mañana					
Cp	1,48	Cp	2,34	Cp	2,07
Tarde					
Cp	2,50	Cp	1,31	Cp	2,23

**Tabla 3.12** Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en la zona de producción de pelado proceso yuca

Zona de Pelado Proceso Yuca									
Actividades									
1	2	3	4	5					
Tomar yuca de la gaveta	Pelar yuca y colocar en la gaveta	Lavar yuca pelada	Cortar yuca pelada y lavada	Pesar y lavar yuca picada					
Mañana									
Cp	2,21	Cp	1,32	Cp	1,69	Cp	1,94	Cp	2,85
Tarde									
Cp	2,66	Cp	1,60	Cp	1,60	Cp	1,54	Cp	1,47

**Tabla 3.13** Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en la zona de producción de fritura proceso chifle

Zona de Fritura Proceso Chifle							
Actividades							
1	2	3	4				
Poner verde en la cortadora y freidora	Mezclar verde en la freidora	Sacar verde frito al escurridor	Colocar verde escurrido a la gaveta				
Mañana							
Cp	1,33	Cp	1,59	Cp	1,67	Cp	1,78
Tarde							
Cp	1,32	Cp	1,37	Cp	1,70	Cp	2,67
Actividades							
5	6	7	8				
Cargar gaveta con verde frito a la balanza	Cargar gaveta con verde frito pesado a empaque	Limpiar picador de verde	Sacar desechos de verde frito de la freidora				
Mañana							
Cp	1,69	Cp	1,59	Cp	1,27	Cp	1,40
Tarde							
Cp	2,41	Cp	1,91	Cp	2,87	Cp	1,37

**Tabla 3.14** Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en la zona de producción de fritura proceso yuca

Zona de Fritura Proceso Yuca							
Actividades							
1		2		3		4	
Poner yuca en la freidora		Mezclar yuca en la freidora		Sacar yuca frita al escurridor		Colocar yuca escurrida a la gaveta	
Mañana							
Cp	1,54	Cp	1,67	Cp	1,53	Cp	1,64
Tarde							
Cp	1,47	Cp	2,23	Cp	1,50	Cp	1,49
Actividades							
5			6			7	
Cargar gaveta con yuca frita a la balanza			Cargar gaveta con yuca frita pesado a empaque			Sacar desechos de yuca frita de la freidora	
Mañana							
Cp	1,68	Cp	1,27	Cp	1,37		
Tarde							
Cp	1,75	Cp	1,62	Cp	1,56		

**Tabla 3.15** Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en la zona de producción de empaque

Actividades											
1		2		3		4		5		6	
Cargar gaveta con producto y colocar en la tolva de alimentación		Empacar fundas pequeñas con producto en funda plástica y sellar la misma		Colocar cinta adhesiva en caja de cartón		Colocar funda plástica con producto empacado en el cartón		Cargar caja de cartón con producto empacado a bodega temporal de empaque		Sacar producto de mala calidad en la tolva de alimentación	
Mañana											
Cp	1,40	Cp	1,31	Cp	1,74	Cp	1,38	Cp	2,75	Cp	2,15
Tarde											
Cp	1,56	Cp	1,83	Cp	1,76	Cp	1,84	Cp	1,60	Cp	2,89

**Tabla 3.16** Capacidad de proceso de los tiempos de las actividades que realizan en las zonas de producción de bodega I y bodega II

<b>Bodega I</b>									
<b>Actividades</b>									
1	2		3		4		5		
Llevar cajas de la zona de empaque a la bodega I	Cargar cajas y colocar en el coche		Llevar cajas en el coche al camión		Acomodar cajas en la bodega I		Colocar etiquetas en las cajas		
<b>Mañana</b>									
<b>Cp</b>	2,63	<b>Cp</b>	2,42	<b>Cp</b>	2,30	<b>Cp</b>	1,21	<b>Cp</b>	1,67
<b>Tarde</b>									
<b>Cp</b>	1,77	<b>Cp</b>	1,36	<b>Cp</b>	1,40	<b>Cp</b>	1,76	<b>Cp</b>	1,12
<b>Bodega II</b>									
<b>Actividades</b>									
1	2		3		4		5		
Llevar cajas de la bodega I a la bodega II	Cargar cajas y colocar en el coche		Llevar cajas en el coche al camión		Acomodar cajas en la bodega II		Colocar etiquetas en las cajas		
<b>Mañana</b>									
<b>Cp</b>	2,01	<b>Cp</b>	1,29	<b>Cp</b>	2,03	<b>Cp</b>	2,52	<b>Cp</b>	2,15
<b>Tarde</b>									
<b>Cp</b>	1,36	<b>Cp</b>	3,10	<b>Cp</b>	1,57	<b>Cp</b>	1,46	<b>Cp</b>	1,29

## 3.2 CÁLCULO DEL ÍNDICE WBGT PROMEDIO REAL Y DE LA DOSIS DE ESTRÉS TÉRMICO

### 3.2.1 ÍNDICE WBGT PROMEDIO REAL

Para el cálculo del índice WBGT promedio real, se utilizó la ecuación 1.5, y los parámetros ambientales que son función de este índice, como son: temperatura de bulbo húmedo natural y la temperatura de globo, tanto en la mañana como en la tarde.

Los valores de los parámetros ambientales monitorizados y el análisis estadístico de las variables que son función del WBGT, se encuentran detallados en el anexo XVIII.

Las zonas de producción de pelado procesos chifle y yuca, empaque, bodega I y bodega II, no tienen ningún equipo que genera calor, por lo que el índice WBGT

promedio real, es solo función de una altura de medición (abdomen), en cambio en la zona de producción de fritura dicho índice, es función de tres alturas diferentes de medición (cabeza, abdomen y tobillos).

En las tablas 3.17, 3.18, 3.19 y 3.20, se detallan los valores del índice WBGT promedio real, que se monitorizaron los 4 días de diferentes semanas, en la mañana y en la tarde que se obtuvo en las zonas de producción.

**Tabla 3.17** Índice WBGT real promedio en la zona de producción de pelado

<b>Índice WBGT Promedio Real (°C)</b>				
<b>Zona de Pelado Proceso Chifle</b>				
<b>Mañana</b>				
<b>Semana</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>
<b>Abdomen</b>	17,80	17,57	16,79	17,89
<b>Tarde</b>				
<b>Abdomen</b>	16,59	18,50	17,86	17,42
<b>Zona de Pelado Proceso Yuca</b>				
<b>Mañana</b>				
<b>Abdomen</b>	16,25	17,30	17,44	15,95
<b>Tarde</b>				
<b>Abdomen</b>	17,87	18,33	19,12	16,60

Proceso chifle y yuca (n = 128)

**Tabla 3.18** Índice WBGT real promedio en la zona de producción de empaque

<b>Índice WBGT Promedio Real (°C)</b>				
<b>Zona de Empaque</b>				
<b>Mañana</b>				
<b>Semana</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>
<b>Abdomen</b>	21,28	18,61	19,65	20,31
<b>Tarde</b>				
<b>Abdomen</b>	21,93	18,80	19,01	19,27

(n = 96)

**Tabla 3.19** Índice WBGT real promedio en la zona de producción de fritura

	<b>Zona de Fritura Proceso Chifle</b>			
	<b>Mañana</b>			
<b>Semana</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>
<b>Cabeza</b>	30,49	34,26	33,73	34,49
<b>Abdomen</b>	32,66	31,98	34,92	34,03
<b>Tobillos</b>	33,24	30,87	33,89	32,46
<b>Promedio Ponderado</b>	32,26	32,28	34,37	33,75
	<b>Tarde</b>			
<b>Cabeza</b>	31,69	33,69	33,64	34,32
<b>Abdomen</b>	31,10	32,08	33,99	33,81
<b>Tobillos</b>	31,81	31,31	33,89	33,81
<b>Promedio Ponderado</b>	31,43	32,29	33,87	33,94
	<b>Zona de Fritura Proceso Yuca</b>			
	<b>Mañana</b>			
<b>Semana</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>
<b>Cabeza</b>	33,08	34,25	38,11	38,41
<b>Abdomen</b>	34,24	35,98	36,13	34,75
<b>Tobillos</b>	33,98	34,14	32,11	33,34
<b>Promedio Ponderado</b>	33,89	35,09	35,62	35,31
	<b>Tarde</b>			
<b>Cabeza</b>	31,55	31,46	32,67	33,45
<b>Abdomen</b>	34,62	34,14	36,68	36,04
<b>Tobillos</b>	31,32	33,30	32,11	33,36
<b>Promedio Ponderado</b>	33,03	33,26	34,54	34,72

Proceso chifle y yuca (n = 304)

**Tabla 3.20** Índice WBGT real promedio en las zonas de producción de bodega I y bodega II

<b>Índice WBGT Promedio Real (°C)</b>				
	<b>Zona de Bodega I</b>			
	<b>Mañana</b>			
	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>
<b>Semana</b>				
<b>Abdomen</b>	17,84	19,17	17,46	18,00
	<b>Tarde</b>			
	<b>Abdomen</b>	19,01	17,99	17,12
	<b>Zona de Bodega II</b>			
	<b>Mañana</b>			
	<b>Abdomen</b>	15,92	16,54	16,57
	<b>Tarde</b>			
	<b>Abdomen</b>	15,90	16,25	16,12

Bodega I y bodega II (n = 96)

El valor del índice WBGT promedio real, de cada zona de producción, se presenta en las tablas 3.21, 3.22, 3.23 y 3.24, con su respectivo análisis estadístico, en el cual se aprecia, que la capacidad de proceso en cada zona de producción es mayor a uno.

**Tabla 3.21** Análisis estadístico del índice WBGT real promedio de la zona de producción de pelado

<b>Zona de Pelado Proceso Chifle</b>			
<b>Índice WBGT Promedio Real (°C)</b>			
<b>Mañana</b>		<b>Tarde</b>	
<b>Promedio</b>	17,51	<b>Promedio</b>	17,59
<b>SD</b>	0,50	<b>SD</b>	0,80
<b>%RSD</b>	2,85	<b>%RSD</b>	4,57
<b>Lsup</b>	25,00	<b>Lsup</b>	25,00
<b>Linf</b>	15,00	<b>Linf</b>	15,00
<b>Cp</b>	3,34	<b>Cp</b>	2,07
<b>Zona de Pelado Proceso Yuca</b>			
<b>Mañana</b>		<b>Tarde</b>	
<b>Promedio</b>	16,73	<b>Promedio</b>	17,98
<b>SD</b>	0,75	<b>SD</b>	1,05
<b>%RSD</b>	4,45	<b>%RSD</b>	5,86
<b>Lsup</b>	25,00	<b>Lsup</b>	25,00
<b>Linf</b>	15,00	<b>Linf</b>	15,00
<b>Cp</b>	2,24	<b>Cp</b>	1,58



**Tabla 3.22** Análisis estadístico del índice WBGT real promedio de la zona de producción de fritura

<b>Zona de Fritura Proceso Chifle</b>			
<b>Índice WBGT Promedio Real (°C)</b>			
<b>Mañana</b>		<b>Tarde</b>	
<b>Promedio</b>	33,16	<b>Promedio</b>	32,88
<b>SD</b>	1,06	<b>SD</b>	1,24
<b>%RSD</b>	3,21	<b>%RSD</b>	3,76
<b>Lsup</b>	35,00	<b>Lsup</b>	35,00
<b>Linf</b>	25,00	<b>Linf</b>	25,00
<b>Cp</b>	1,57	<b>Cp</b>	1,35
<b>Zona de Fritura Proceso Yuca</b>			
<b>Mañana</b>		<b>Tarde</b>	
<b>Promedio</b>	34,98	<b>Promedio</b>	33,89
<b>SD</b>	0,76	<b>SD</b>	0,87
<b>%RSD</b>	2,17	<b>%RSD</b>	2,56
<b>Lsup</b>	40,00	<b>Lsup</b>	40,00
<b>Linf</b>	25,00	<b>Linf</b>	25,00
<b>Cp</b>	3,29	<b>Cp</b>	2,89

**Tabla 3.23** Análisis estadístico del índice WBGT real promedio de la zona de producción de empaque

<b>Zona de Empaque</b>			
<b>Índice WBGT Promedio Real (°C)</b>			
<b>Mañana</b>		<b>Tarde</b>	
<b>Promedio</b>	19,96	<b>Promedio</b>	19,75
<b>SD</b>	1,12	<b>SD</b>	1,47
<b>%RSD</b>	5,63	<b>%RSD</b>	7,43
<b>Lsup</b>	25,00	<b>Lsup</b>	25,00
<b>Linf</b>	15,00	<b>Linf</b>	15,00
<b>Cp</b>	1,48	<b>Cp</b>	1,14

**Tabla 3.24** Análisis estadístico del índice WBGT real promedio de las zonas de producción de bodega I y bodega II

<b>Zona de Bodega I</b>			
<b>Índice WBGT Promedio Real (°C)</b>			
<b>Mañana</b>		<b>Tarde</b>	
<b>Promedio</b>	18,12	<b>Promedio</b>	17,92
<b>SD</b>	0,74	<b>SD</b>	0,81
<b>%RSD</b>	4,07	<b>%RSD</b>	4,52
<b>Lsup</b>	25,00	<b>Lsup</b>	25,00
<b>Linf</b>	15,00	<b>Linf</b>	15,00
<b>Cp</b>	2,26	<b>Cp</b>	2,06
<b>Zona de Bodega II</b>			
<b>Mañana</b>		<b>Tarde</b>	
<b>Promedio</b>	16,25	<b>Promedio</b>	15,94
<b>SD</b>	0,35	<b>SD</b>	0,32
<b>%RSD</b>	2,17	<b>%RSD</b>	2,00
<b>Lsup</b>	20,00	<b>Lsup</b>	20,00
<b>Linf</b>	10,00	<b>Linf</b>	10,00
<b>Cp</b>	4,73	<b>Cp</b>	5,23

### 3.2.2 DOSIS DE ESTRÉS TÉRMICO

Los valores de dosis de estrés térmico, se calculó con la ecuación 1.11, y la tabla 1.5, para determinar, el tipo de riesgo y el nivel de control a utilizar, para disminuir el calor.

Los valores de dosis de estrés térmico, se encuentran en el rango de 1,0 a 2,0, en la zona de producción de fritura tanto en el proceso de chifle como el de yuca, y se encuentran en el rango de 0,5 a 1,0, en las zonas de producción de pelado tanto en el proceso de chifle como el de yuca, empaque, bodega I y bodega II, dichos rangos se especifican en la tabla 1.5. Estos valores se detallan en las tablas 3.25, 3.26, 3.27 y 3.28.

**Tabla 3.25** Valor de la dosis de estrés térmico en la zona de producción de pelado

<b>Dosis de Estrés Térmico</b>				
<b>Zona de Pelado Proceso Chifle</b>				
<b>Mañana</b>				
<b>Semana</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>
	0,71	0,70	0,67	0,72
<b>Tarde</b>				
	0,66	0,74	0,71	0,70
<b>Zona de Pelado Proceso Yuca</b>				
<b>Mañana</b>				
	0,65	0,69	0,70	0,64
<b>Tarde</b>				
	0,71	0,73	0,76	0,66

**Tabla 3.26** Valor de la dosis de estrés térmico en la zona de producción de fritura

<b>Dosis de Estrés Térmico</b>				
<b>Zona de Fritura Proceso Chifle</b>				
<b>Mañana</b>				
<b>Semana</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>
	1,29	1,29	1,37	1,35
<b>Tarde</b>				
	1,26	1,29	1,35	1,36
<b>Zona de Fritura Proceso Yuca</b>				
<b>Mañana</b>				
	1,36	1,40	1,42	1,41
<b>Tarde</b>				
	1,32	1,33	1,38	1,39

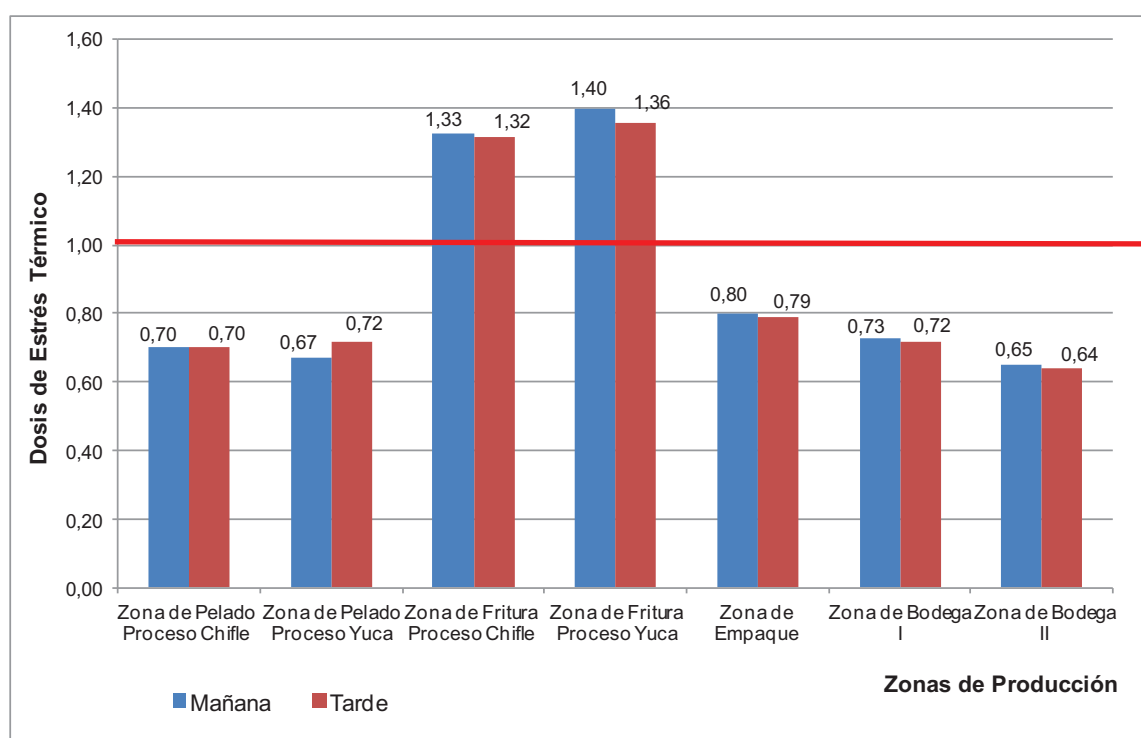
**Tabla 3.27** Valor de la dosis de estrés térmico en la zona de producción de empaque

<b>Dosis de Estrés Térmico</b>				
<b>Zona de Empaque</b>				
<b>Mañana</b>				
<b>Semana</b>	<b>1ra</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>	<b>4ta</b>
	0,85	0,74	0,79	0,81
<b>Tarde</b>				
	0,88	0,75	0,76	0,77

**Tabla 3.28** Valor de la dosis de estrés térmico en las zonas de producción de bodega I y bodega II

Dosis de Estrés Térmico				
	Zona de Bodega I			
	Mañana			
Semana	1ra	2da	3ra	4ta
	0,71	0,77	0,70	0,72
	Tarde			
	0,76	0,72	0,68	0,70
	Zona de Bodega II			
	Mañana			
	0,64	0,66	0,66	0,64
	Tarde			
	0,64	0,65	0,64	0,62

Con los valores de dosis de estrés térmico, que se encuentran en las tablas 3.25, 3.26, 3.27 y 3.28, se realizó la figura 3.1, en la cual, se observa las zonas de producción cuyo valor de dosis es superior a 1.



**Figura 3.1** Valores de dosis de estrés térmico de las zonas de producción

### **3.3 COMPARACIÓN DEL ÍNDICE WBGT TEÓRICO CON EL ÍNDICE WBGT REAL PROMEDIO**

Una vez que se ha obtenido los valores teóricos del índice WBGT, y los valores promedios reales del mismo índice, de cada zona de producción de la empresa, se procedió a comparar estos índices para establecer la diferencia entre estos dos índices.

En la figura 3.2, se detalla que en la mañana, en la zona de producción de pelado proceso chifle, el índice WBGT promedio real, es menor en 10,49 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 8,49 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

En la zona de producción de pelado proceso yuca, el índice WBGT promedio real, es menor en 11,27 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 9,27 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

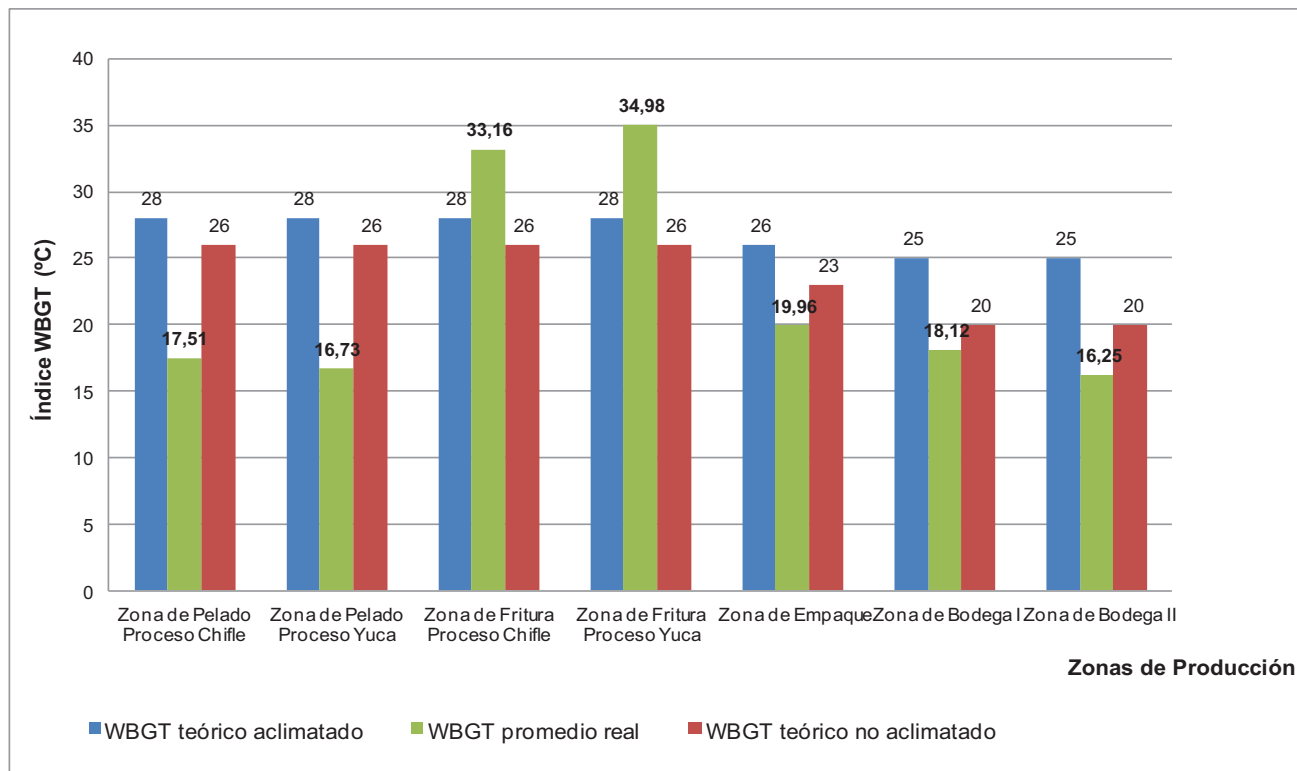
En la zona de producción de fritura proceso chifle, el índice WBGT promedio real, es mayor en 5,16 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 7,16 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

En la zona de producción de fritura proceso yuca, el índice WBGT promedio real, es mayor en 6,98 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 8,98 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

En la zona de producción de empaque, el índice WBGT promedio real, es menor en 6,04 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 3,04 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

En la zona de producción de bodega I, el índice WBGT promedio real, es menor en 6,88 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 1,88 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

En la zona de producción de bodega II, el índice WBGT promedio real, es menor en 8,75 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 3,75 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.



**Figura 3.2** Comparación del índice WBGT promedio real con el índice WBGT teórico en la mañana para las zonas de producción

En la figura 3.3, se detalla que en la tarde, en la zona de producción de pelado proceso chifle, que el índice WBGT promedio real, es menor en 10,41 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 8,31 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

En la zona de producción de pelado proceso yuca, el índice WBGT promedio real, es menor en 10,02 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 8,02 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

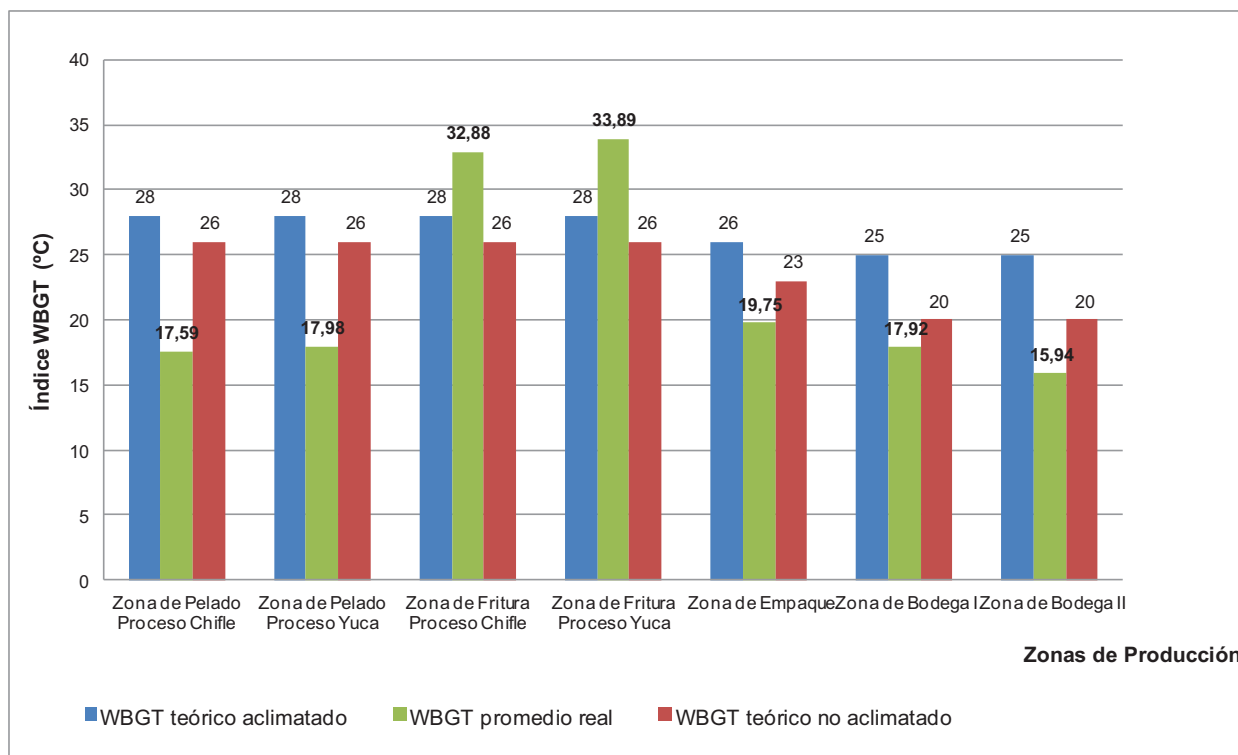
En la zona de producción de fritura proceso chifle, el índice WBGT promedio real, es mayor en 4,88 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 6,88 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

En la zona de fritura proceso yuca, que el índice WBGT promedio real, es mayor en 5,89 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 7,89 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas..

En la zona de producción de empaque, el índice WBGT promedio real, es menor en 6,25 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 3,25 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

En la zona de producción de bodega I, el índice WBGT promedio real, es menor en 7,08 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 2,08 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.

En la zona de producción de bodega II, el índice WBGT promedio real, es menor en 9,06 °C para el índice WBGT teórico de personas aclimatadas y 4,06 °C, para el índice WBGT teórico de personas no aclimatadas.



**Figura 3.3** Comparación del índice WBGT promedio real con el índice WBGT teórico en la tarde para las zonas de producción

### 3.4 REDUCCIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN QUE PRESENTAN TAL RIESGO

#### 3.4.1 ANÁLISIS FINANCIERO PARA LA PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL EN LA FUENTE Y MEDIO DE TRANSMISIÓN

Como medidas de control en la fuente, se propuso la instalación de 8 nuevas freidoras semiautomáticas y en el medio de transmisión, el de un sistema de extracción localiza.

Estas medidas de control se detallan en la parte 2.3.1, de las cuales se realizó un análisis económico, para poder evaluar la factibilidad de estas medidas de control.



### 3.4.1.1 Inversión total fija

En primer lugar se tomó en cuenta la inversión que se debe tomar en cuenta para la instalación de las medidas de control citadas anteriormente. Para esta inversión se investiga, los costos fijos, costos variables adicionales como son: mantenimiento, sueldo del técnico de mantenimiento y trabajadores de planta involucrados en la zona de producción que se va a instalar las medidas de control propuestas, costos de mano de obra adicional en los cuales se toma en cuenta los salarios del proyectista, técnico instalador y mecánico.

Los valores de los costos que se tomó en cuenta para la inversión total fija se detallan en el anexo XX.

La inversión total fija que se encontró para instalar las medidas de control propuestas tanto en la fuente como en el medio de transmisión es la que se detallada en la tabla 3.29.

**Tabla 3.29** Inversión total fija para la instalación de las medidas de control propuestas tanto en la fuente como en el medio de transmisión

<b>COSTOS</b>	<b>(USD)</b>
Costos Fijos	98 146,83
Costos de Mano de Obra Adicional	3 600,00
<b>INVERSIÓN</b>	<b>101 746,83</b>

### 3.4.1.2 Ingreso anual

Para el ingreso que se va a tener con la implementación de las medidas de control propuestas, se investigó el precio de venta sin impuesto de valor agregado, tanto del producto chifles como de yuquitas, en 3 años consecutivos (2010, 2011 y 2012), estos valores fueron facilitados por el departamento

financiero de la empresa. Luego se investigó la producción anual que se ha realizado en la zona de producción de fritura en los años citados anteriormente, con la inquietud que para el año 2012, la empresa tiene proyectado aumentar un 25% total, lo que significa que para una zona de producción, corresponderá un aumento del 6,25%. Los valores de producción de cada año, se consiguió de gerencia general. Por comunicado de gerencia, se disminuye el índice USD/kg en un 18% como un estimado.

Con los datos que se detallan en el anexo XX, se obtuvo el ingreso anual que se obtendría, al adquirirse las freidoras semiautomáticas y el sistema de extracción localizada. Este valor es calculado, cuando la empresa realiza el trabajo de lunes a viernes, en 2 turnos de 8 horas, y con un rendimiento de producción de cada freidora del 65%.

**Tabla 3.30** Ingreso anual por la instalación de las medidas de control propuestas tanto en la fuente como en el medio de transmisión

<b>Freidoras</b>	<b>Capacidad (kg/día)</b>	<b>(USD/kg)</b>	<b>(USD/año)</b>
8	150,00	4,61	664 198,26

#### **3.4.1.3 Parámetros de rentabilidad de la instalación de las medidas de control en la fuente y en el medio de transmisión**

Para obtener los parámetros de rentabilidad, se investigó las diferentes tasas de intereses como son: la tasa del impuesto a la renta, la tasa pasiva, la tasa activa, la tasa de descuento y la tasa de depreciación. Estas tasas se investigaron del Banco Central del Ecuador.

Luego se realizó un flujo de caja neto, con el cual se pudo obtener los parámetros de rentabilidad.

Tanto las tasas de interés como el flujo de caja neto, se detallan en el anexo XX.

En la tabla 3.31, se observan los valores de los parámetros de rentabilidad que se daría, si la empresa instalara las medidas de control en la fuente y en el medio de transmisión. El valor del valor actual neto (VAN) es mayor a cero y el valor de la tasa interna de retorno (TIR) es superior a la tasa activa.

**Tabla 3.31** Parámetros de estimación de la rentabilidad, si se instalaran las medidas de control en la fuente y en el medio de transmisión

<b>VALOR ACTUAL NETO (VAN)</b>	225 076,46	(USD)
<b>TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)</b>	51,26	(%)
<b>CAPITAL TOTAL DESCONTADO</b>	101 746,83	(USD)
<b>TIEMPO DE PAGO DE LA INVERSIÓN</b>	1,00	(año)
<b>TIEMPO DE VIDA</b>	5,00	(años)
<b>TIEMPO DE OPERACIÓN</b>	4,00	(años)

#### **3.4.1.4 Costo-beneficio de la instalación de las medidas de control en la fuente y en el medio de transmisión**

Para encontrar el valor del beneficio, se procedió a consultar un artículo del Código del Trabajo, expedido en 1997, acerca de cómo se procede cuando se realiza una muerte en el lugar de trabajo, esto se produciría en el caso extremo, en el cual los 10 trabajadores y el supervisor, murieran por efecto del exceso de calor.

El artículo 369, dice: “Muerte por accidente de trabajo: Si el accidente causa la muerte del trabajador y ésta se produce dentro de los ciento ochenta días siguientes al accidente, el empleador está obligado a indemnizar a los derechohabientes del fallecido con una suma igual al sueldo o salario de cuatro años” (Ministerio de Trabajo y Empleo, 2005, pp. 178-179).

El costo total que sería debido a las respectivas indemnizaciones se detalla en la tabla 3.32.

**Tabla 3.32** Costo total de indemnizaciones (beneficio)

<b>EMPLEADO</b>	<b>(USD/año)</b>	<b>(USD) EN 4 AÑOS</b>	<b>PERSONAS</b>	<b>SUBTOTAL (USD)</b>	<b>TOTAL (USD)</b>
Trabajadores	4 200	16 800	10	168 000	<b>196 800</b>
Supervisor	7 200	28 800	1	28 800	

El costo de la inversión total fija se detalla en la tabla 3.29, este costo corresponde al costo que la empresa va a gastar.

En la tabla 3.33, se puede observar el índice costo – beneficio, en el cual el beneficio, es el costo que la empresa debería pagar como indemnizaciones, si no toma medidas correctivas por exceso de calor en el lugar de trabajo y el costo es el valor de inversión total fija que la empresa debería pagar para la instalación de las medidas de control en la fuente y en el medio de transmisión. El valor del índice costo-beneficio es mayor que 1.

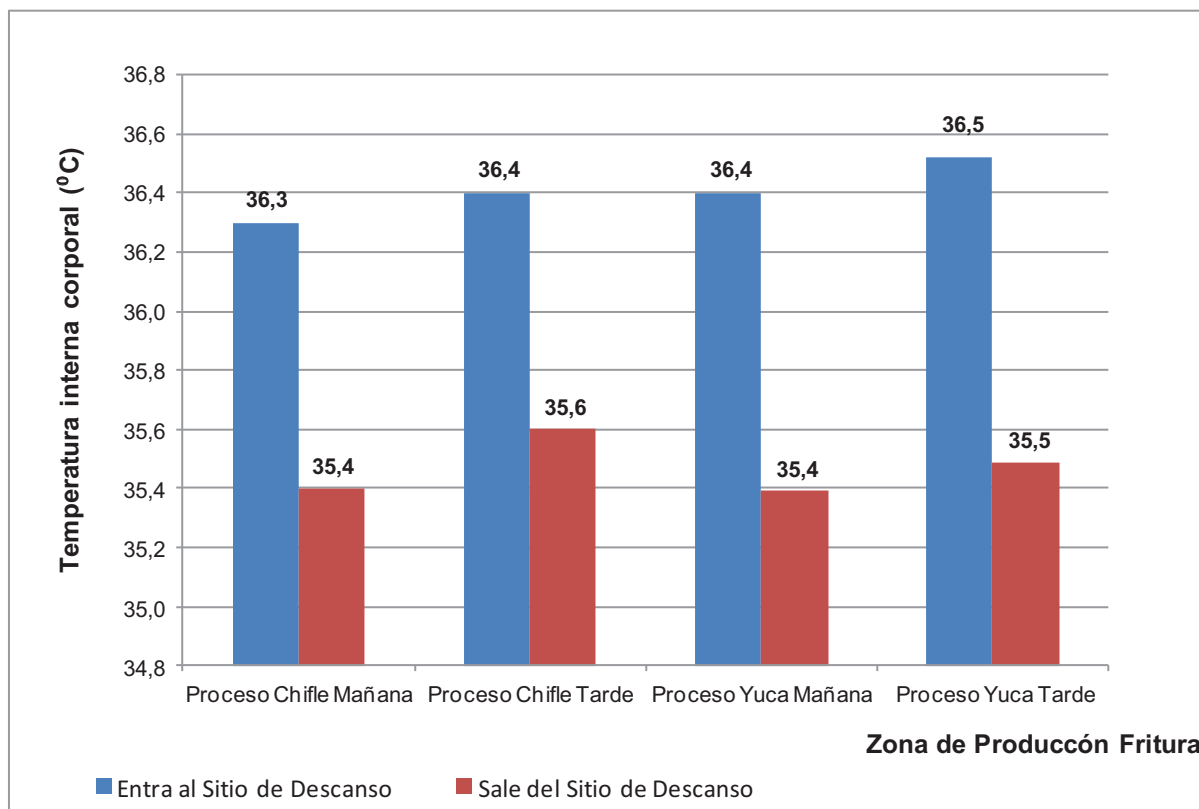
**Tabla 3.33** Índice costo-beneficio que se obtiene por la instalación de las medida de control en la fuente y en el receptor

<b>Beneficio (USD)</b>	196 800,00
<b>Costo (USD)</b>	101 746,83
<b>Beneficio / Costo</b>	1,93

### **3.4.2 EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL INTERNA TIMPÁNICA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL EN EL RECEPTOR EN LOS PROCESOS DE CHIFLE Y YUCA**

Los valores de las temperaturas internas corporales y el análisis estadístico se detallan en el anexo XXI.

Las temperaturas corporales internas timpánicas, para los trabajadores de la zona de producción de fritura en los procesos chifle y yuca, tanto en la mañana como en la tarde, luego de entrar y salir del sitio de descanso, se aprecia en la figura 3.4.



**Figura 3.4** Temperatura interna corporal cuando los trabajadores entran y salen del sitio de descanso en la zona de producción de fritura

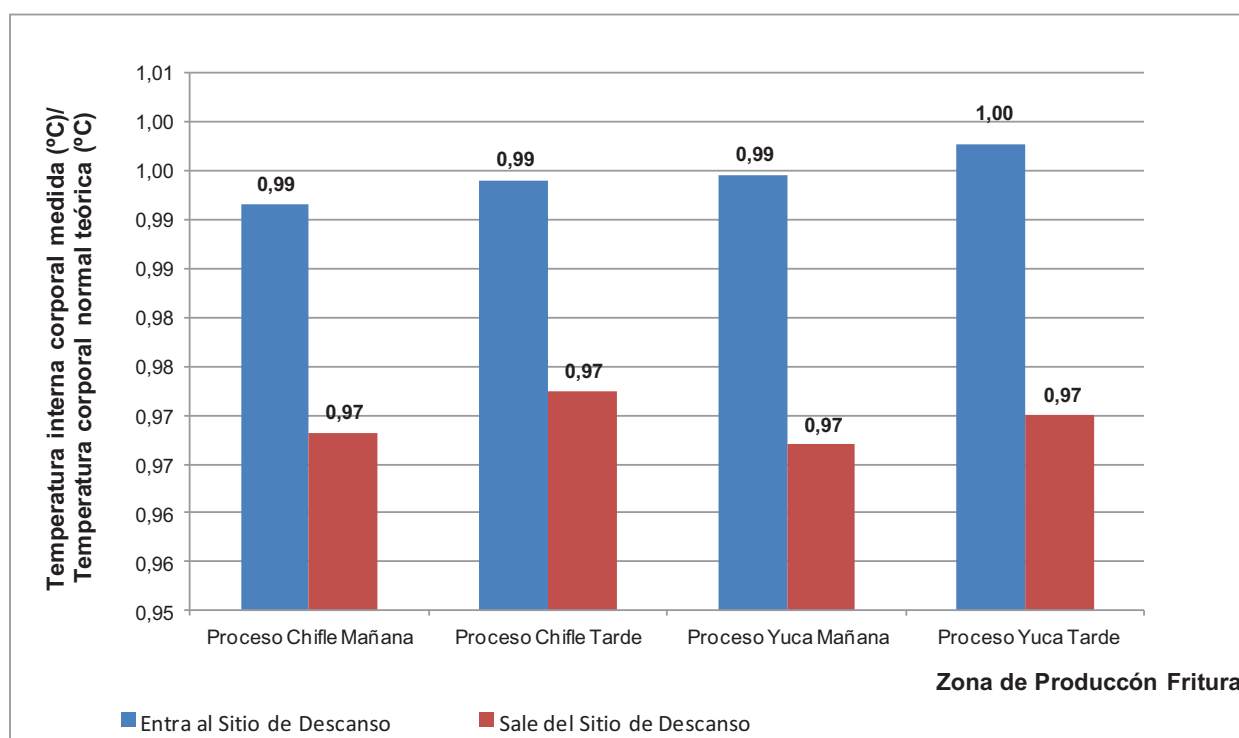
En el proceso chifle, en la mañana, la temperatura interna corporal timpánica cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior a la temperatura interna corporal timpánica cuando salen del sitio de descanso, en 0,9 °C, por la tarde la temperatura interna corporal timpánica cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior a la temperatura interna corporal timpánica cuando salen del sitio de descanso, en 0,8 °C.

En el proceso yuca, en la mañana, la temperatura interna corporal timpánica cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior a la temperatura interna corporal timpánica cuando salen del sitio de descanso, en 1,0 °C, por la tarde la temperatura interna corporal timpánica cuando los trabajadores

ingresan al sitio de descanso es superior a la temperatura interna corporal timpánica cuando salen del sitio de descanso, en 1,0 °C.

Al investigar el rango normal de la temperatura interna corporal timpánica teórica, ésta tiene un rango de 35,4 °C y 37,8 °C, siendo el promedio de 36,6 °C (Scand, 2002), con este valor se procedió a calcular el índice temperatura interna corporal timpánica medida sobre temperatura interna corporal timpánica normal teórica.

En la figura 3.5, se detallan los índices de temperatura interna corporal medida/temperatura corporal normal teórica, en la zona de fritura tanto para el proceso chifle como el proceso yuca. Estos índices se obtuvieron con el valor teórico descrito en el párrafo anterior y los valores de temperatura interna corporal detallados en el anexo XXI.



**Figura 3.5** Índice (temperatura interna corporal medido/temperatura corporal teórica normal) cuando los trabajadores entran y salen del sitio de descanso en la zona de producción de fritura

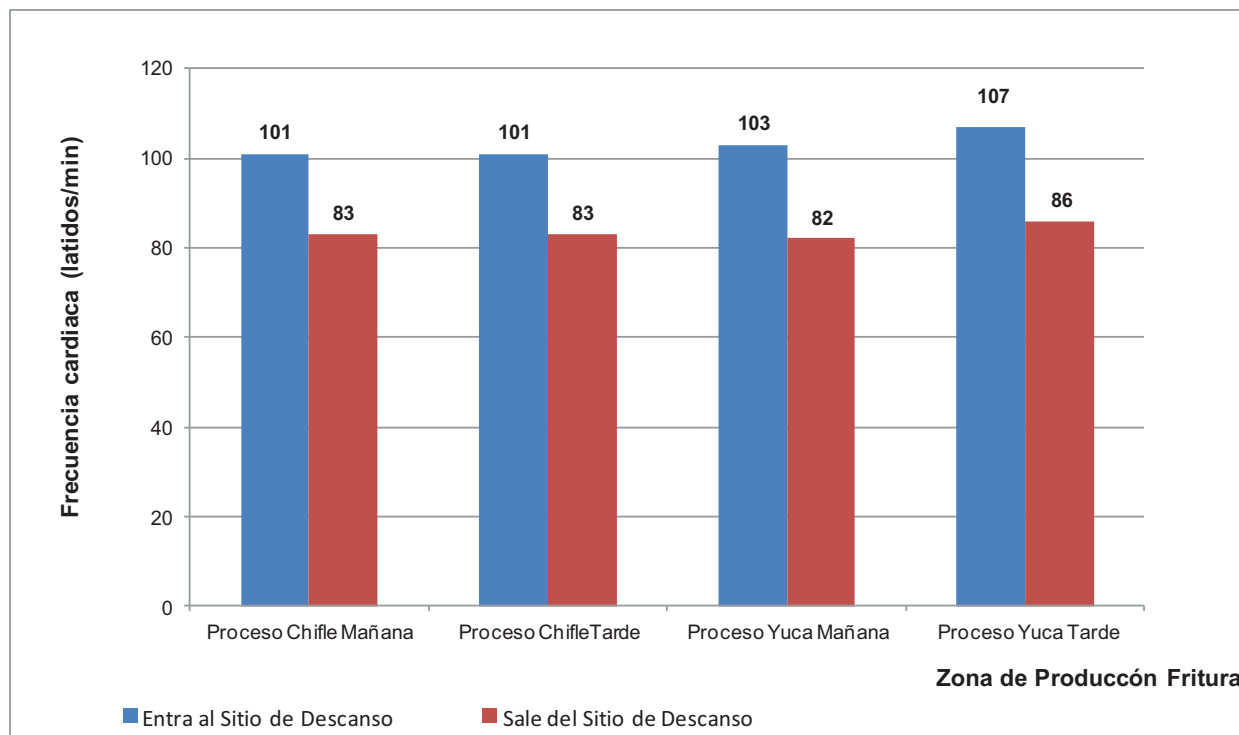
Tanto en la mañana como en la tarde, del proceso chifle, el índice (temperatura corporal medida/temperatura corporal teórica normal), cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior al índice (temperatura corporal medida/temperatura corporal teórica normal), cuando salen del sitio de descanso en 0,02.

En la mañana, del proceso yuca, el índice (temperatura corporal medida/temperatura corporal teórica normal), cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior al índice (temperatura corporal medida/temperatura corporal teórica normal), cuando salen del sitio de descanso en 0,02. En cambio en la tarde, del proceso yuca, el índice (temperatura corporal medida/temperatura corporal teórica normal), cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior al índice (temperatura corporal medida/temperatura corporal teórica normal), cuando salen del sitio de descanso en 0,03.

### **3.4.3 EVALUACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL EN EL RECEPTOR EN LOS PROCESOS CHIFLE Y YUCA**

Los valores de las frecuencias cardiacas y el análisis estadístico se detallan en el anexo XXI.

Las frecuencias cardiacas, para los trabajadores de la zona de producción de fritura en los procesos chifle y yuca, tanto en la mañana como en la tarde, luego de entrar y salir del sitio de descanso, se aprecia en la figura 3.6.



**Figura 3.6** Frecuencia cardiaca cuando los trabajadores entran y salen del sitio de descanso en la zona de producción de fritura

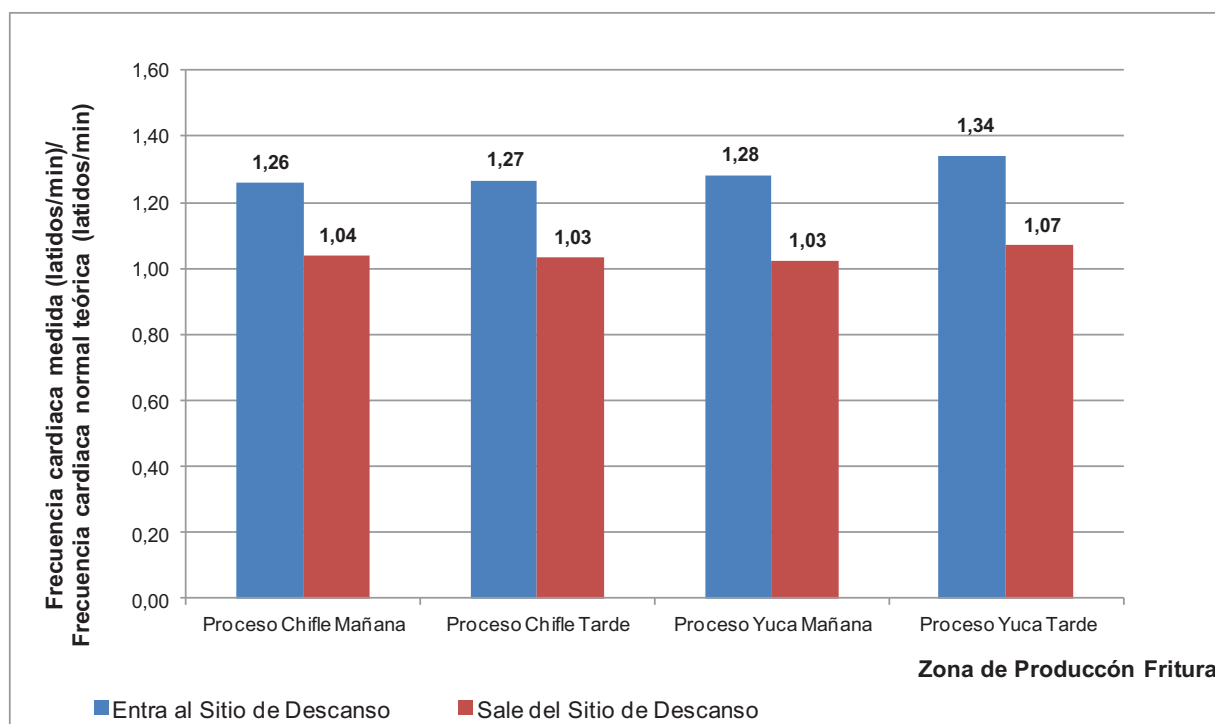
Tanto en la mañana como en la tarde, del proceso chifle, la frecuencia cardiaca cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior a la frecuencia cardiaca cuando salen del sitio de descanso, en 18 latidos/min.

En el proceso yuca, en la mañana, la frecuencia cardiaca cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior a la frecuencia cardiaca cuando salen del sitio de descanso, en 21 latidos/min, por la tarde la frecuencia cardiaca cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior a la frecuencia cardiaca cuando salen del sitio de descanso, 21 latidos/min.

Al investigar el rango normal de la frecuencia cardiaca teórica normal, éste tiene un rango de 60 latidos/min y 100 latidos/min, siendo el promedio de 80 latidos/min (Surós y Surós, 2006, p. 235), con este valor se procedió a calcular el índice frecuencia cardiaca medida sobre frecuencia cardiaca teórica.



En la figura 3.7, se detallan los índices de frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal, en la zona de fritura tanto para el proceso chifle como el proceso yuca. Estos índices se obtuvieron con el valor teórico descrito en el párrafo anterior y los valores de temperatura interna corporal detallados en el anexo XXII.



**Figura 3.7** Índice (frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal) cuando los trabajadores entran y salen del sitio de descanso en la zona de producción de fritura

En la mañana, del proceso yuca, el índice el índice (frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal), cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior al índice el índice (frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal), cuando salen del sitio de descanso en 0,22. En cambio en la tarde, del proceso yuca, el índice el índice (frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal), cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior al índice el índice (frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal), cuando salen del sitio de descanso en 0,24.

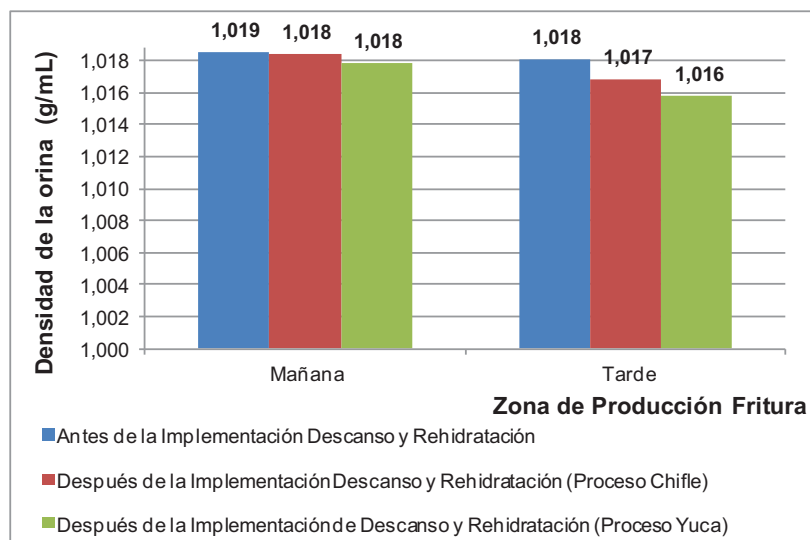
En la mañana, del proceso yuca, el índice el índice (frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal), cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior al índice el índice (frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal), cuando salen del sitio de descanso en 0,25. En cambio en la tarde, del proceso yuca, el índice el índice (frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal), cuando los trabajadores ingresan al sitio de descanso es superior al índice el índice (frecuencia cardiaca medida/frecuencia cardiaca teórica normal), cuando salen del sitio de descanso en 0,27.

Las frecuencias cardiacas, para los trabajadores de la zona de producción de fritura proceso chifle, tanto en la mañana como en la tarde, luego de entrar y salir del sitio de descanso, son las que se detallan en las tablas 3-63 y 3-64, respectivamente.

#### **3.4.4 EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD Y pH DE LA ORINA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL EN EL RECEPTOR EN LOS PROCESOS DE CHIFLE Y YUCA**

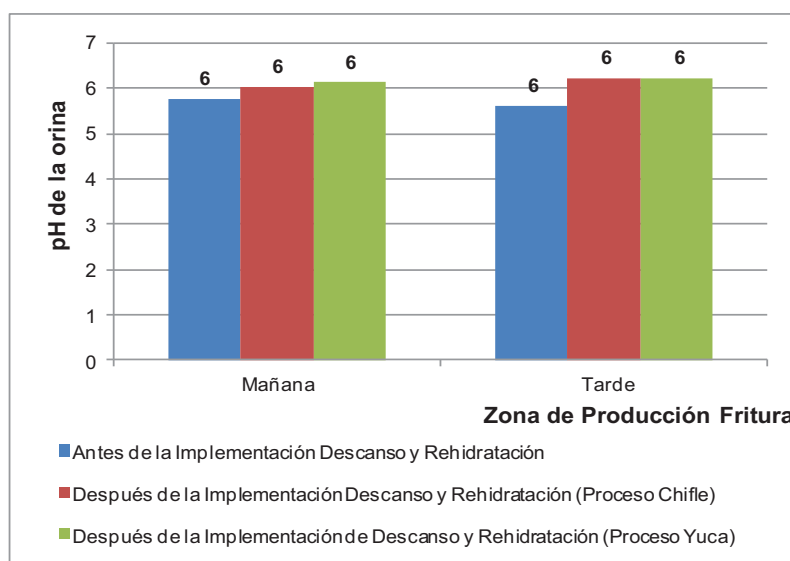
En la figura 3.8, se aprecia, los valores de la densidad de la orina, en la zona de producción de fritura, en la mañana, los cuales indican que hay una mínima diferencia de 0,001 g/mL, antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor, tanto para en el proceso chifle como en el proceso yuca.

Los valores de la densidad de la orina, en la zona de producción de fritura, en la tarde, también indican que hay una mínima diferencia que es de 0,001 g/mL y 0,002 g/mL, antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor, en el proceso de chifle y yuca respectivamente.



**Figura 3.8** Densidad de la orina antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor en los procesos de chifle y yuca

En la figura 3.9, se aprecia, los valores de pH de la orina, en la zona de producción de fritura, los cuales indican que no hay diferencia, antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor, tanto en la mañana como en la tarde de los procesos de chifle y yuca.



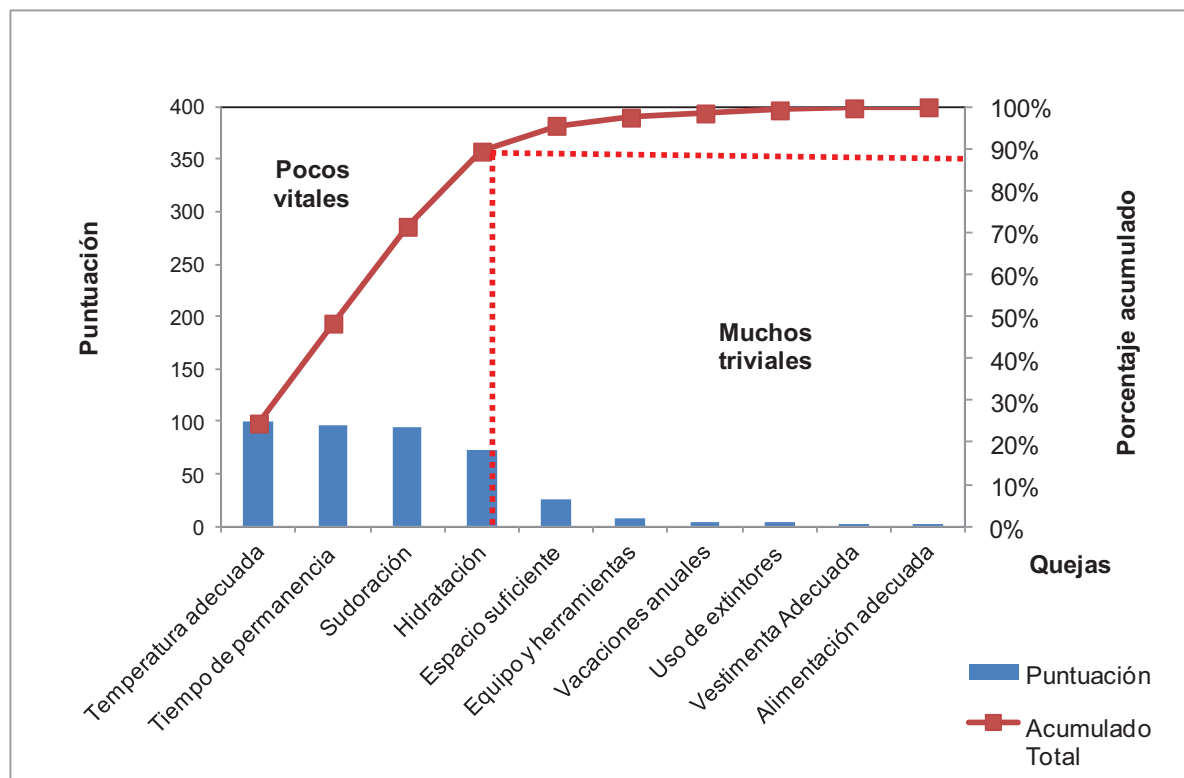
**Figura 3.9** pH de la orina antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor en los procesos de chifle y yuca

Los valores y el análisis estadístico de los valores de densidad y pH de la orina antes y después de la implementación de descanso y rehidratación, se detallan en el anexo XXIII.

### **3.5 MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE LABORAL, RELATIVO A QUEJAS A LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A ESTRÉS TÉRMICO**

Con los datos conseguidos de las encuestas laborales y que se detallan en el anexo XV, se procedió a realizar un diagrama de Pareto, para verificar que tipo de problemas existía en la zona de producción de fritura antes del estudio de estrés térmico.

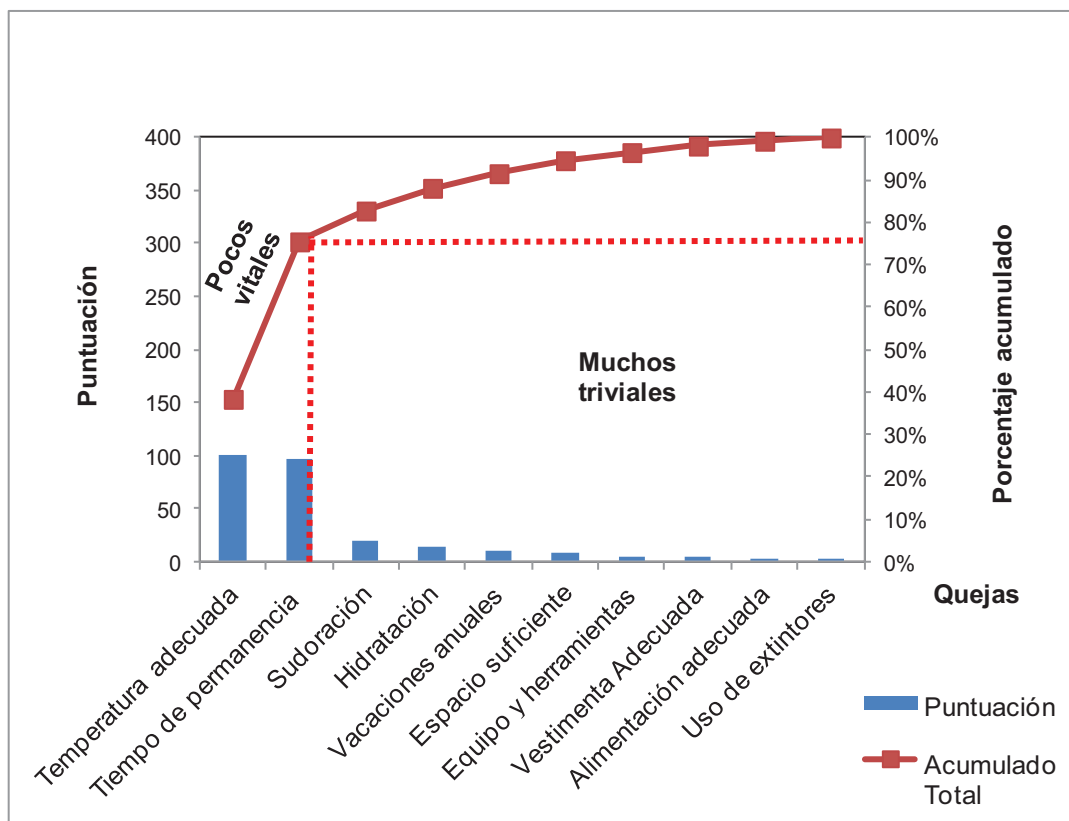
En la figura 3.10, se observa que el punto de inflexión en este diagrama de Pareto, divide como problemas poco vitales a los siguientes ítems de la encuesta: temperatura adecuada, tiempo de permanencia, sudoración e hidratación y como problemas triviales a los siguientes ítems de la encuesta: espacio suficiente, equipo y herramientas, vacaciones anuales, uso de extintores, vestimenta adecuada, alimentación adecuada.



**Figura 3.10** Diagrama de Pareto en la zona de producción de fritura antes del estudio de estrés térmico

Con los datos conseguidos de las encuestas laborales y que se detallan en el anexo XVI, se procedió a realizar un diagrama de Pareto, para verificar que tipo de problemas existía en la zona de producción de fritura después del estudio de estrés térmico.

En la figura 3.11, se observa que el punto de inflexión en este diagrama de Pareto, divide como problemas poco vitales a los siguientes ítems de la encuesta: temperatura adecuada, tiempo de permanencia y como problemas triviales a los siguientes ítems de la encuesta: sudoración, hidratación, espacio suficiente, equipo y herramientas, vacaciones anuales, uso de extintores, vestimenta adecuada, alimentación adecuada.



**Figura 3.11** Diagrama de Pareto en la zona de producción de fritura después del estudio de estrés térmico

En el anexo XXIV, se encuentran los cálculos respectivos para realizar la puntuación y el porcentaje acumulado.

### **3.6 AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN QUE PRESENTAN RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO**

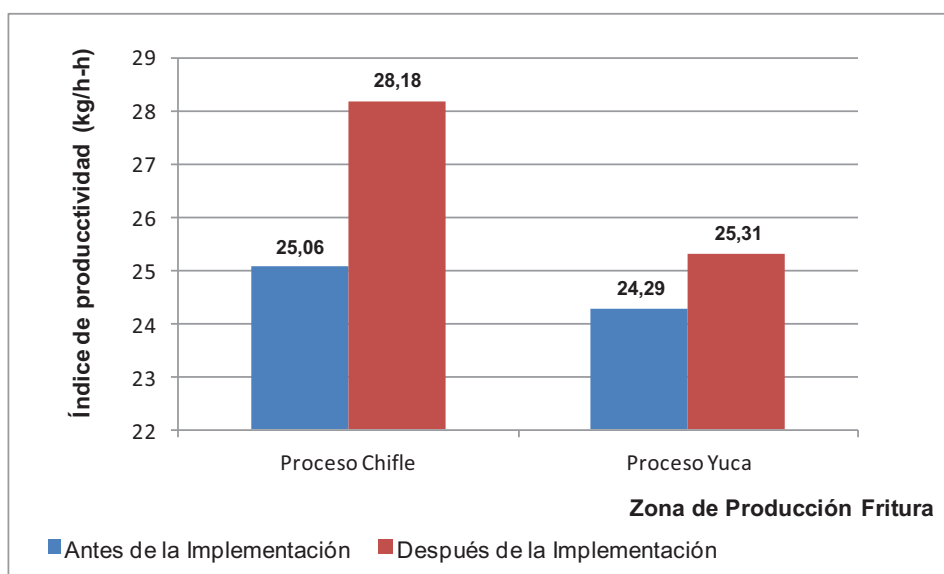
Para saber, la existencia de aumento de la productividad, se utilizó el índice de productividad, en la zona de producción de fritura, tanto para el proceso de chifle como para el proceso de yuca.

### 3.6.1 ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD EN LA ZONA DE PRODUCCIÓN DE FRITURA PROCESOS CHIFLE Y YUCA

Para el cálculo del índice de producción se utilizó los datos de la cantidad estimada, tiempo de trabajo y números de trabajadores, los cuales son tomados por parte de producción para su control interno, en la empresa.

Los datos utilizados para el cálculo del índice de productividad antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor, en la zona de producción de fritura procesos chifle y yuca, se detallan en el anexo XXV.

La figura 3.12, detalla que en el proceso chifle, el índice promedio de productividad después de la implementación de las medidas de control en el receptor, es mayor en 3,12 kg/h-h que el índice promedio de productividad antes de la implementación de las medidas de control en el receptor y en el proceso yuca, el índice promedio de productividad después de la implementación de las medidas de control en el receptor, es mayor en 1,02 kg/h-h que el índice promedio de productividad antes de la implementación de las medidas de control en el receptor.



**Figura 3.12** Índices de productividad antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor en la zona de producción fritura

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

1. Las zonas de producción de pelado tanto en el proceso chifle como en el proceso yuca, empaque, bodega I y bodega II, no presentan riesgo de estrés térmico debido a que el valor del índice WBGT promedio real, es menor al índice WBGT teórico. El índice de dosis de estrés térmico, indica que las zonas de producción mencionadas presentan un riesgo medio y que no se tiene que hacer ningún control.
2. La zona de producción de fritura tanto en el proceso chifle como en el proceso yuca, si presenta riesgo de estrés térmico, debido a que el valor del índice WBGT promedio real, es mayor al índice WBGT teórico. El índice de dosis de estrés térmico, indica que la zona de producción mencionada presenta un riesgo alto y que se tiene que hacer un control.
3. La instalación de nuevas freidoras semiautomáticas es propuesta como medida de control en la fuente, para que los trabajadores de la zona de producción de fritura, disminuyan el tiempo de exposición al calor y como medida de control en el medio de transmisión se propone la instalación de un sistema de extracción localizada con esto se consigue eliminar el aire caliente y disminuir la temperatura ambiente de la zona de fritura.
4. La inversión necesaria para realizar la instalación de las medidas de control en la fuente y medio de transmisión es de 101 746,83 USD, la cual se recupera al año de operación, con un valor actual neto (VAN) de 225 076,46 USD y una tasa interna de retorno (TIR) del 51,26%, que se calcula para un tiempo de vida útil de 5 años, con lo que se concluye que el proyecto para las medidas propuestas es factible y rentable, porque presenta un valor actual neto mayor a cero y su tasa interna de retorno es aproximadamente 9 veces mayor a la tasa media atractiva de retorno (tasa pasiva) que ofrecen los bancos.



5. El resultado del Costo/Beneficio en el estudio económico es de 1,93; esto indica que la ejecución del proyecto que implica la instalación de las medidas de control en la fuente y medio de transmisión es rentable para la empresa.
6. Como medida de control en el receptor, se implementó un sitio adecuado donde las condiciones ambientales fueron idóneas. Los trabajadores de la zona de producción de fritura se rehidrataron y descansaron por 10 minutos.
7. Con la implementación de la medida de control en el receptor se obtuvo la disminución de la temperatura interna corporal de los trabajadores de la zona de producción de fritura; de la siguiente manera:
  - 7.1. En el proceso chifle en la mañana se redujo dicha temperatura de los trabajadores de 36,3°C a 35,4°C y en la tarde de 36,4°C a 35,6°C, con una disminución del 2,48% y 2,20% respectivamente, en relación a la temperatura interna corporal al ingresar al sitio de descanso.
  - 7.2. En el proceso yuca en la mañana se redujo la temperatura de los trabajadores de 36,4°C a 35,4°C y en la tarde de 36,5°C a 35,5°C, con una disminución del 2,74% para ambos casos, en relación a la temperatura interna corporal al ingresar al sitio de descanso.
8. Se obtuvo valores normales de densidad y pH de la orina, antes y después de la implementación de las medidas de control en el receptor, al suministrar la bebida rehidratante a los trabajadores de la zona de producción de fritura.
9. Se logró un mejoramiento del ambiente laboral, en concordancia a las quejas presentadas por los trabajadores en las encuestas realizadas al inicio del estudio donde las más importantes eran cuatro (temperatura adecuada, tiempo de permanencia, sudoración hidratación) y al término del estudio mencionado, el número de quejas vitales o importantes disminuyó a dos (temperatura adecuada y tiempo de permanencia), esto se debe a que solamente se implementó las medidas de control en el receptor.

10. En la zona de fritura, proceso chifle la productividad promedio antes de la implementación de las medidas de control en el receptor es de 25,06 kg/h-h y la productividad promedio después de la implementación de las medidas de control en el receptor es de 28,18 kg/h-h, lo cual indica que se ha obtenido un aumento de 3,12 kg/h-h, lo que corresponde a un incremento aproximado en la producción del 11% con respecto al valor de la productividad después de la implementación de las medidas mencionadas anteriormente.
11. En la zona de fritura, proceso yuca la productividad promedio antes de la implementación de las medidas de control en el receptor es de 24,29 kg/h-h y la productividad promedio después de la implementación de las medidas de control en el receptor es de 25,31 kg/h-h, lo cual indica que se ha obtenido un aumento de 1,02 kg/h-h, lo que corresponde a un incremento aproximado en la producción del 4% con respecto al valor de la productividad después de la implementación de las medidas mencionadas anteriormente.
12. La capacidad de proceso, en las variables monitorizadas (temperatura ambiente, temperatura de globo, temperatura húmeda natural, tiempo, temperatura interna corporal, frecuencia cardiaca), de las zonas de producción, demuestra que las mediciones se encuentran bajo control estadístico.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que en la zona de producción de fritura, se realice un estudio de ruido laboral, debido a que los trabajadores, se encuentran sometidos a dicho riesgo, provocado por parlantes sonoros.
2. Se recomienda que las otras zonas de producción se les realicen un estudio de confort térmico, puesto que los trabajadores sienten un mal estar de calor,

pero que no llega a ser tan perjudicial como para que sea considerado estrés térmico.

3. Se recomienda realizar un estudio ergonómico en la zona de producción de pelado, puesto que las trabajadoras que laboran en esta zona, tiene movimientos repetitivos, al momento de realizar sus tareas.
4. Se recomienda realizar un estudio de levantamiento de carga, en las zonas de producción de bodega I y bodega II, puesto que los trabajadores que laboran en estas zonas, tienen que cargar todo el día cartones con producto, para su respectivo despacho.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Conference Governmental Industrial Hygienists. (2011). *TLVs® and BEIs Based on the documentation of the Threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices*. (11va Ed.). Nueva York, USA: Signature Publications.
2. Barba, S. (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 titulación previa a la obtención del título de Máster en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
3. Carrera, B. (2004). *Condiciones Ambientales de los Lugares de Trabajo*. (1ra Ed.). Zaragoza, España: Unión Sindical de Comisiones Obreras de Aragón.
4. Castro, F. (1976). *Técnica Básica de la Seguridad e Higiene en el Trabajo*. (1ra Ed.). Barcelona, España: Labor S.A.
5. Ceña, R., Barba, M., García, A., Herrero, M., Tudela, R., Correns, M., Almaraz, M., García, J., Mohino, M. (2006). *Guía para la Evaluación de Riesgos Laborales*. (1ra Ed.). Madrid, España: Junta de Castilla y León.
6. Consejo Superior del IESS. (1975). *Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial Resolución 172 IESS*. Quito, Ecuador.
7. Cortés, J. (2001). *Seguridad e Higiene del Trabajo, Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales*. (3ra Ed.). México DF, México: Alfaomega.
8. Dale, B. (2009). *Control de Calidad*. (8va Ed.). México DF, México: Pearson Educación.

9. Dueñas, M. (2007). *Reglamento Técnico en Higiene Industrial: Temperaturas*. (1ra Ed.). Bogotá, Colombia: ACAHO.
10. Enciclopedia de economía. (2009). *Productividad*. Recuperado de <http://www.economia48.com/spa/d/productividad/productividad.htm> (Enero, 2012)
11. Espín, M. (1988). *Calor. Memorias del Seminario Nacional de Seguridad e Higiene Industrial*. (pp. 5-19). Quito, Ecuador: Instituto de Tecnólogos de la Escuela Politécnica Nacional.
12. Evans, J. y Lindsay, W. (2009). *Administración y Control de la Calidad*. (7ma Ed.). México D.F, México: Cengage Learning.
13. Falagán, M. (2008). *Higiene industrial manual práctico: Tomo II agentes físicos y actividades especiales*. (1ra Ed.). Barcelona. España: Fundación Luis Fernández Velasco.
14. Giraldo, A. (2008). *Seguridad Industrial: Charlas y Experiencias para un Ambiente Seguro*. (1ra Ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
15. Gutiérrez, M. (1980). *I Simposium de Seguridad en el Trabajo*. (1ra Ed.). Madrid, España: MAPFRE.
16. Hammer, W. (1981). *Occupational Safety Management and Engineering*. (2da Ed.). Nueva Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc.
17. Handley, W. (1980). *Manual de Seguridad Industrial*. (1ra Ed.). México D.F., México: Mc Graw-Hill.
18. Henao, F. (2008). *Riesgos Físicos III: Temperaturas Extremas y Ventilación*. (1ra Ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

19. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (1997). *REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Boletín Oficial del Estado, (97), 12918 – 12926.*
20. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (2005). *Nota Técnica de Prevención 18: estrés térmico: evaluación de las exposiciones muy intensas.* Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp\\_018.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_018.pdf) (Octubre, 2011).
21. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (2005). *Nota Técnica de Prevención 322: valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.* Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_322.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_322.pdf) (Febrero, 2011).
22. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (2005). *Nota Técnica de Prevención 350: evaluación de estrés térmico: índice de sudoración requerida.* Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_350.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_350.pdf) (Julio, 2011).
23. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (2005). *Nota Técnica de Prevención 923: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (II).* Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/923w.pdf> (Junio, 2011).

24. Leal, V. (2009). *Productividad*. Recuperado de [http://www.profes.net/rep\\_documentos/Propuestas\\_Bachillerato/2%20BA%20Productividad\\_1.PDF](http://www.profes.net/rep_documentos/Propuestas_Bachillerato/2%20BA%20Productividad_1.PDF) (Marzo, 2012).
25. Meyer, J. (2001). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. (4ta Ed.). Madrid, España: Chantal Dufresno BA.
26. Ministerio de Inclusión Económica y Social. (2012). *Ley de Defensa Contra Incendios: Reglamento y Legislación Conexa*. (1ra Ed.). Quito, Ecuador: Corporación de Estudios y Publicaciones.
27. Ministerio de Trabajo y Empleo. (2005). *Codificación del Código de Trabajo Régimen Laboral Ecuatoriano*. (1ra. Ed.). Quito, Ecuador: Corporación de Estudios y Publicaciones.
28. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (1997). *Real decreto 486/1997 de 14 de abril: Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*. (1ra. Ed.). Madrid, España.
29. Mondelo, P., Gregori, E., Comas, S., Castejón, E. y Lacambra, E. (2001). *Ergonomía 2: Confort y Estrés Térmico*. (3ra Ed.). Mexico DF, Mexico: Alfaomega.
30. Pérez, P. (2002). *Curso de Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales – Módulo 3: Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales: Higiene Industrial U.D. 3.9: Ambiente térmico*. Recuperado de [http://formacion.desarrollando.net/cursosFiles/Feqpa/Curso\\_19/28MODULO309.pdf](http://formacion.desarrollando.net/cursosFiles/Feqpa/Curso_19/28MODULO309.pdf), (Junio, 2012).
31. Proaño, P., Villa, Franklin. (2012). *Elaboración del mapa de riesgos para la fábrica de envases y artículos plásticos para la industria "RHENANIA S.A."*. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

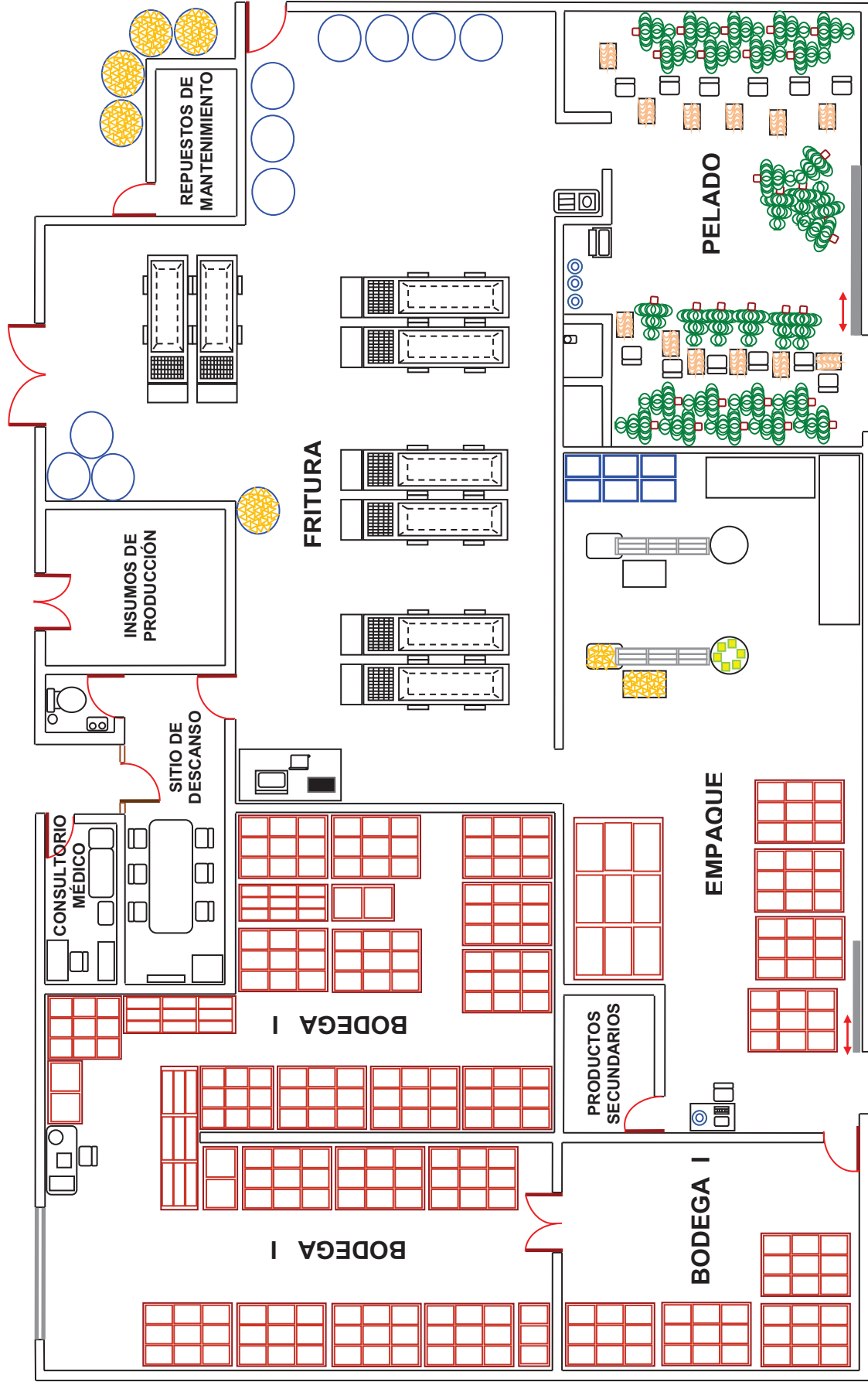
32. República del Ecuador. (1986). *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo: Decreto Ejecutivo 2393. RO/565*. Quito, Ecuador.
33. Scand, J. (2002). *Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review*. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=12000664>, (Enero, 2012).
34. Strasinger, S., Di Lorenzo, M. (2010). *Análisis de Orina y de los Líquidos Corporales*. (5ta Ed.). Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana S.A.
35. Surós, A., Surós, J. (2006). *Semiología Médica y Técnica Exploratoria*. (8va Ed.). Barcelona, España: Masson S.A.
36. Talty, J. (1988). *Industrial Hygiene Engineering*. (2da Ed.). New Jersey, USA: Noyes Data Corporation.
37. Vallejo, J. (2009). *Condiciones Térmicas y su Interferencia con el desempeño Humano y la Productividad: Ergonomía Ocupacional*. Recuperado de <http://www.ergocupacional.com/4910/117801.htm> (Marzo, 2012).
38. Velasco, S., López, M. (2003). *Prevención de Riesgos Laborales*. (1ra Ed.). Madrid, España: Thomson Editores Spain Paraninfo S.A.
39. Vighi, F. (2010). *Salud y Seguridad Laboral en Ambientes Térmicos*. (1ra Ed.). Madrid, España: ETSII-UPM.
40. Work safe BC. (2005). *Prevención del Estrés Térmico en el Trabajo*. (1ra Ed.). Madrid, España: Junta Directiva de Compensación para los Trabajadores de Columbia Británica.



## **ANEXOS**

ANEXO I

PLANO DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BANCHISFOOD S.A.



## ANEXO II

### EJEMPLO DE CÁLCULO DEL ÍNDICE WBGT

Para obtener el índice WBGT se utilizará la zona de producción de Fritura en el proceso de chifle. En esta zona de producción como se tiene la freidora que es un equipo que genera radiación a consecuencia del calor que genera por el calentamiento del aceite que se utiliza, se midió los parámetros ambientales tanto en la mañana como en la tarde, a diferentes alturas, esto es a la altura de la cabeza, abdomen y tobillos.

La temperatura de bulbo húmedo y la temperatura de globo promedio, que son parte de los parámetros ambientales en el día 25 de julio del 2011, son los siguientes:

**Tabla AII 1** Temperatura de bulbo húmedo natural y temperatura de globo en la zona de fritura del proceso chifle del 25 de julio del 2011 en la mañana

Altura	Temperatura de Bulbo Húmedo Natural (°C)	Temperatura de globo (°C)
Cabeza	24,35	44,80
Abdomen	25,74	48,79
Tobillos	24,49	53,67

Para calcular el índice WBGT se utilizó la ecuación 1.3, de la siguiente manera:

$$WBGT = 0,7 t_{hn} + 0,3 t_g$$

$$WBGT_{\text{cabeza}} = 0,7 (24,35) + 0,3 (44,80)$$

$$WBGT_{\text{cabeza}} = 30,49 \text{ °C}$$

Así se continúa para las otras alturas que es en el abdomen y en los tobillos, estos valores se detallan en la tabla AII 2.

**Tabla AII 2** Índice WBGT de la zona de fritura del proceso chifle del 25 de julio del 2011 en la mañana

Altura	Índice WBGT (°C)
Cabeza	30,49
Abdomen	32,66
Tobillos	33,24

Con los valores calculados y detallados en la tabla AII 2, se calculó el índice WBGT promedio, para esto se utilizó la ecuación 1.7, de la siguiente manera:

$$WBGT = \frac{WBGT \text{ cabeza} + 2WBGT \text{ abdomen} + WBGT \text{ tobillo}}{4}$$

$$WBGT = \frac{30,49 + 2(32,66) + 33,24}{4}$$

**WBGT promedio = 32.26 °C**

Como se monitoreó, por 4 días en diferentes semanas, se obtuvieron los valores que se detallan en la tabla AII 3.

**Tabla AII 3** Índice WBGT de la zona de fritura del proceso chifle de cuatro días a diferentes semanas en la mañana

Altura	Índice WBGT (°C)
1ra Semana	32,26
2da Semana	32,28
3ra Semana	34,37
4ta Semana	33,75

Para realizar el análisis estadístico, se utilizó tanto los valores que se detallan en la tabla All 3 y las ecuaciones 1.13, 1.14, 1.15, 1.16, de la siguiente manera:

Para encontrar el promedio se calculó de la siguiente manera:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{4} (32,26 + 32,28 + 34,37 + 33,75)$$

$$\bar{x} = \mathbf{33.16 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Para encontrar la desviación estándar, se sigue la siguiente ecuación:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(32,26 - 33,16)^2 + (32,28 - 33,16)^2 + (34,37 - 33,16)^2 + (33,75 - 33,16)^2}{3}}$$

$$SD = \mathbf{1,06}$$

Para el cálculo del porcentaje de coeficiente de variación se procedió de la siguiente manera:

$$\% \text{ RSD} = \frac{SD}{\bar{x}} * 100$$

$$\% \text{ RSD} = \frac{1,06}{33,16} * 100$$

$$\% \text{RSD} = \mathbf{3,20}$$

Para calcular el valor de la capacidad de proceso, se utilizó los límites superior e inferior para estos parámetros son: 35 y 25 °C respectivamente.

$$C_p = \frac{LST - LIT}{6 SD}$$

$$C_p = \frac{35 - 25}{6 (1,06)}$$

$$C_p = 1,57$$

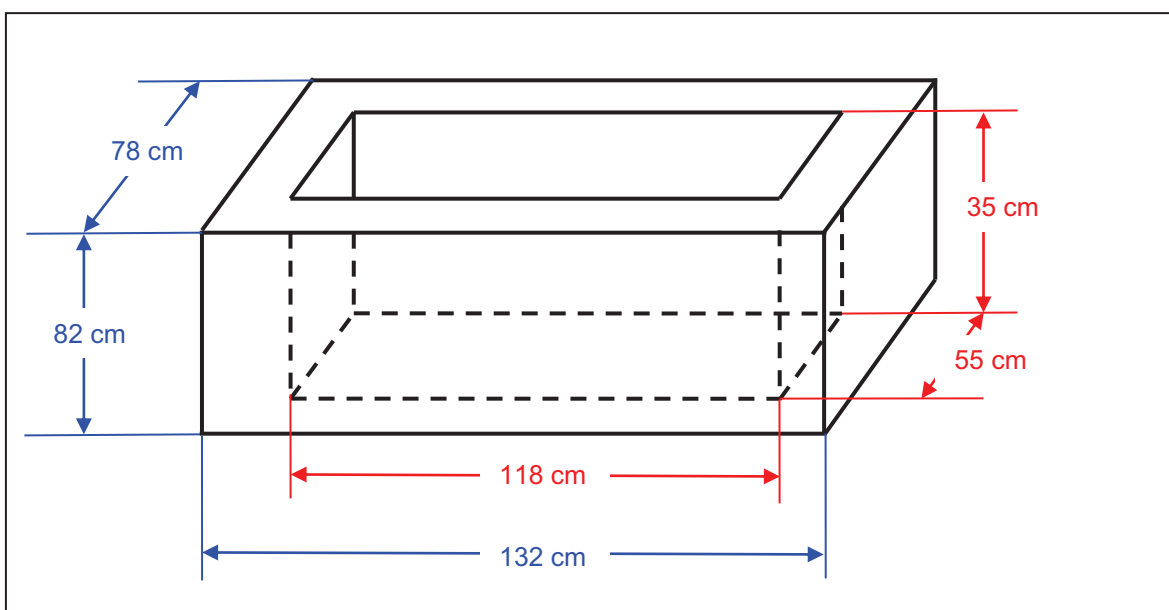
Para las zonas de producción donde no hay equipos que generen calor, es decir no hay radiación, solamente se omite el cálculo del índice WBGT ponderado en altura, puesto que solo se midieron los parámetros ambientales a una sola altura que es en el abdomen, es decir no se utiliza la ecuación 1.7, lo demás de los cálculos es similar a lo anterior.

### ANEXO III

## DIMENSIONAMIENTO DE UNA FREIDORA Y CÁLCULO DEL VOLUMEN DE CAPACIDAD DE DICHA FREIDORA

#### Dimensiones de la Freidora que se utiliza en la Zona de Fritura

Las dimensiones de una freidora que se midió son las que aparecen en la figura AIII 1.



**Figura AIII 1** Dimensiones de una freidora de la zona de producción de fritura

Para calcular el volumen máximo, se toman en cuenta las medidas internas en su totalidad.

$$V_{\text{aceite máx}} = \text{largo} * \text{ancho} * \text{altura}$$

$$V_{\text{aceite máx}} = 118 * 55 * 35$$

$$V_{\text{aceite máx}} = 227\,150 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{aceite máx}} = 227,15 \text{ L}$$

Cuando en la zona de producción de fritura realizan el proceso de yuca, el nivel del aceite es en la mitad, por lo tanto la medida de la altura es 17,5 cm.

$$**V aceite en yuca = 113 575 cm<sup>3</sup>**$$

$$**V aceite en yuca = 113,58 L**$$

En cambio, cuando en la zona de producción de fritura realizan el proceso de chifle, el nivel del aceite es las  $\frac{3}{4}$  partes de la medida de la altura total, aquí la altura es 26,25 cm.

$$**V aceite en chifle = 170 362,50 cm<sup>3</sup>**$$

$$**V aceite en chifle = 170,36 L**$$



## ANEXO IV

### COTIZACIÓN DE FREIDORAS SEMI-AUTOMÁTICAS



-FABRICACIÓN DE EQUIPOS MAQUINARIA Y  
ACCESORIOS ACERO INOXIDABLE AISI 304-316,  
-EQIPAMIENTO DE HOSPITALES, CLINICAS,  
LABORATORIOS, RESTAURENTES, HOTELES,  
LAVANDERIA.  
-INDUSTRIA ALIMENTARIA, GANADERA,  
EMBOTELLADORA, FARMACÉUTICAS, CEVVECERA  
MATERIALES Y MOBILIARIO MEDICO QUIRURGICO  
-CARPINTERIA Y ESTRUCTURAS METALICAS.

#### INGENIERIA EN ACERO INOXIDABLE FABRICACIÓN Y DISEÑO

Av. INCA GARCILASO OF. 906 LIMA PLANTA: URB. MIGUEL GRAU SAN MARTIN DE PORRAS. TEL.4583221  
Cel. 99998-6408 RUC 20508119560 Email [ingenieraimka@hotmail.com](mailto:ingenieraimka@hotmail.com) , [ingenieraimka@speedv.com.pe](mailto:ingenieraimka@speedv.com.pe)

Lima 12 DE DICIEMBRE del 2011.

PRESUPUESTO N° 621 /II/2011

**Señor:**  
**WILLIAM VILLACIS**  
E-mail: [williamvillacis@yahoo.es](mailto:williamvillacis@yahoo.es)  
Presente.-

ASUNTO: COTIZACION DE FREIDORA INDUSTRIAL DE 250 LITROS CON QUEMADOR INDUSTRIAL A GAS Y CAMARAS DE FUEGO DE ACERO INOXIDABLE.

De nuestra mayor consideración:

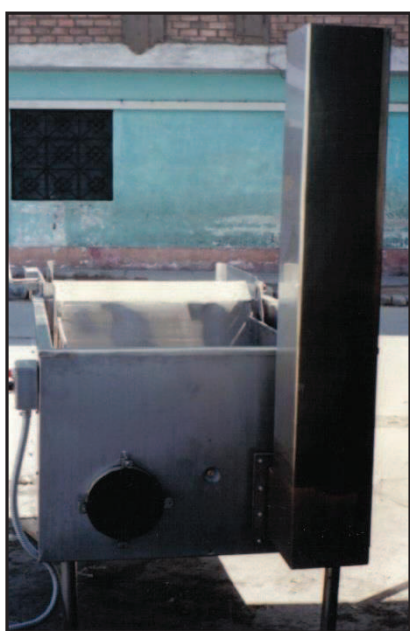
Nos es grato dirigirnos a Ud. A fin de poner a vuestra consideración nuestro presupuesto por la fabricación y suministro de los bienes que a continuación detallamos:

#### **FREIDORA DE PAPAS INDUSTRIAL, EN HOJUELAS Y SIMILARES DE 250 LITROS.**

#### **FREIDORA INDUSTRIAL DE ACERO INOXIDABLE.**

- Para freir, papas, camote, chifles, habas, plátanos etc...)
- Marca: imka.
- Procedencia: Nacional.
- Capacidad: 250 litros.
- Rendimiento neto de 150 kilos/día producto terminado, la capacidad puede llegar a 200 kilos
- Fabricado en plancha de acero inoxidable 18,8 AISI 304 de 1/8 de espesor o 3 mm.
- Tipo rectangular de 0,90 x 1,20 x 0,60 metros de fondo.
- Tubo calefactor sumergido con aletas radiantes y bridas de empalme con quemador industrial automático a gas o petróleo de 2,0 Gal/h
- Con chimenea de acero inoxidable.
- Válvula de bola de acero inoxidable de 1" de Ø.

- Con canastilla de escurrido de brizaje manual, con contrapeso y palanca.
- Con aislamiento de lana de vidrio y forrado con plancha de acero inoxidable 18.8 AISI 304 de 1/20 de espesor.
- Estructura de apoyo de tubos de acero inoxidable extra fuertes.
- Control automático de temperatura para mantener el aceite de 160 °C a 180 °C.
- Caja de control con piloto interruptor.
- Repisa de escurrido.
- **PRECIO US\$ 5 950,00**





### **A.1.- CONDICIONES DE FABRICACION Y SUMINISTRO:**

**A.1.1.- PRECIOS:** Expresados en Dólares americanos; No INCLUYE IGV 18% (7021 USD). Incluye transporte e instalación a nivel nacional.

**A.1.2.- FORMA DE PAGO:** CONATADO CONTRA ENTREGA EQUIPOS EN STOCK, E IMPORTADOS, PARA FABRICACIONES 60% Con su orden, saldo 40% contra entrega precios no incluye impuestos de Ley, incluye transporte e instalación.

**A.1.3.- VALIDEZ DE LA OFERTA: 45 días calendarios**

#### **A.1.4.- PLAZO DE ENTREGA:**

El Plazo de entrega será: 30 DIAS UTILES

**NOTA: Se Adjuntan Catálogos de Equipos**

### **A.2.- SERVICIO DE MANTENIMIENTO REPARACION Y REPUESTOS:**

#### **A.2.1.- VIDA UTIL DE NUESTRAS MAQUINAS:**

Cabe resaltar que nuestras maquinas son diseñadas especialmente para trabajo pesado de operación continua, construidas en plancha de acero inoxidable de primera calidad (acero Inoxidable 18.8 AISI 304 2B y según normas de Fabricación Internacionales, el mismo que nos permite garantizar una vida útil por más de 20 años.

#### **A.-2.2.- DE LA CERTIFICACION:**

Nuestros Equipos y Maquinarias son fabricadas bajo estrictas normas Internacionales código **EL AÑO DE FABRICACIÓN SERA: NOVIEMBRE DEL 2011**

#### **A.2.3-SERVICIO TÉCNICO Y REPUESTOS:**

Nuestra empresa garantiza el suministro y stock de repuestos por un tiempo indeterminado, es decir más allá de los 10 años considerando que somos fabricantes. **INGENIERIA IMKA'XV EIRL.** Cuenta con un departamento Técnico permanente, con personal altamente capacitado para brindar un servicio rápido y eficiente a nuestros clientes.

**A.3.- CAPACITACION PARA EL USO DE EQUIPOS:****INFORMACIÓN TÉCNICA Y MANTENIMIENTO:**

Para orientar al cliente nuestra Empresa proporcionara oportunamente información Técnica del Equipo. Incluyendo relación de repuestos y detalles para el buen uso del equipo.

**ADiestRAMIENTO PARA LA BUENA OPERACIÓN DEL EQUIPO:**

**INGENIERIA IMKA' XV EIRL.** Capacitara a los técnicos u operarios y al personal de mantenimiento para el uso eficiente de la maquina y la buena conservación de la misma:

**A.- 4.- GARANTIA:**

24 Meses contra todo defecto de fabricación. y/o vicio oculto. La garantía no cubre daños causados por negligencia en la operación y/o caso fortuito.

**A.5.- MANUALES DE INSTRUCCIÓN.**

Nuestra representada de salir favorecido entregara al usuario los manuales de instrucción operación del equipo en el idioma español.

**A.6.- PAIS DE PROCEDENCIA:**

**INGENIERIA IMKA' XV EIRL.** Es una Empresa Nacional, sus Oficinas Administrativas y Planta se encuentran en la Ciudad de Lima. Por lo que nuestros Productos tienen una **PROCEDENCIA LIMA-PERU**

Atentamente:

***ISAAC HERRERA VILLAFUERTE.***

**Titular Gerente**

**Telefax: 458-3221.**

Celular: 997339863 / 999800061 / 99767577 / NEXTEL: 147\*1010 RPM: \*0198803

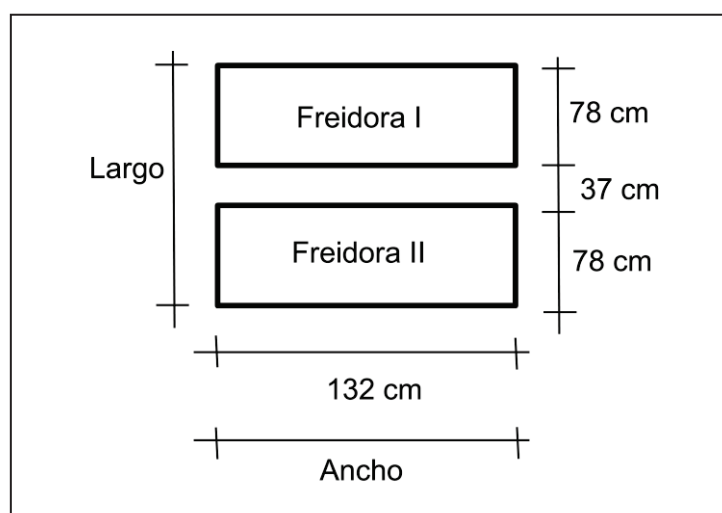
**E-mail: ingenieraimka@hotmail.com      ingenieraimka@speedy.com.pe**

## ANEXO V

### CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DE LA CAMPANA DE EXTRACCIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA

#### Diseño de la Campana de Extracción

Las freidoras que se encuentran en la zona de producción de Fritura se colocan de dos en dos, y las medidas de separación son las que se detallan en la figura AV 1.



**Figura AV 1** Dimensiones de separación entre dos freidoras de la zona de producción de fritura

Para el dimensionamiento de la campana de extracción se calcula el poder calorífico del GLP, que se utiliza en la zona de producción de fritura, cuyas propiedades físico-químicas se detallan en la tabla AV 1. Para obtener el poder calorífico del GLP en kJ/kg, se utiliza la composición porcentual de dicho gas, las densidades individuales de los elementos que conforman dicha composición.

$$\text{Densidad GLP} = (0.70 * 1,57 \text{ g/mL} + 0.30 * 2,03 \text{ g/mL})$$

$$\text{Densidad GLP} = 1,71 \text{ g/mL}$$

$$\text{Poder calorífico GLP} = \frac{19026 \text{ kcal/m}^3 * 1000}{1,71 \text{ g/mL} * 1000 * 1000 * 0,23}$$

**Poder calorífico GLP = 48,37 kJ/kg**

**Tabla AV 1** Propiedades físico-químicas del gas licuado de petróleo

<b>Dimensión</b>	<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>
Poder calorífico del GLP	19026	kcal/m <sup>3</sup>
Propano	70	%
Butano	30	%
Densidad del Propano	1,57	g/mL
Densidad del Butano	2,03	g/mL
Densidad del GLP	1,71	g/mL
<b>Poder calorífico del GLP</b>	<b>48,37</b>	<b>kJ/kg</b>

Luego para encontrar la potencia que generan las ocho freidoras se utilizó, el consumo del GLP, en un turno, dicho dato fue entregado por el supervisor de producción, cuyo valor es de 395,5 kg.

Para encontrar el valor de la potencia se utiliza los valores del gasto de GLP de las ocho freidoras en un turno de 8 horas y el poder calorífico citado en la tabla AV 1, de la siguiente manera:

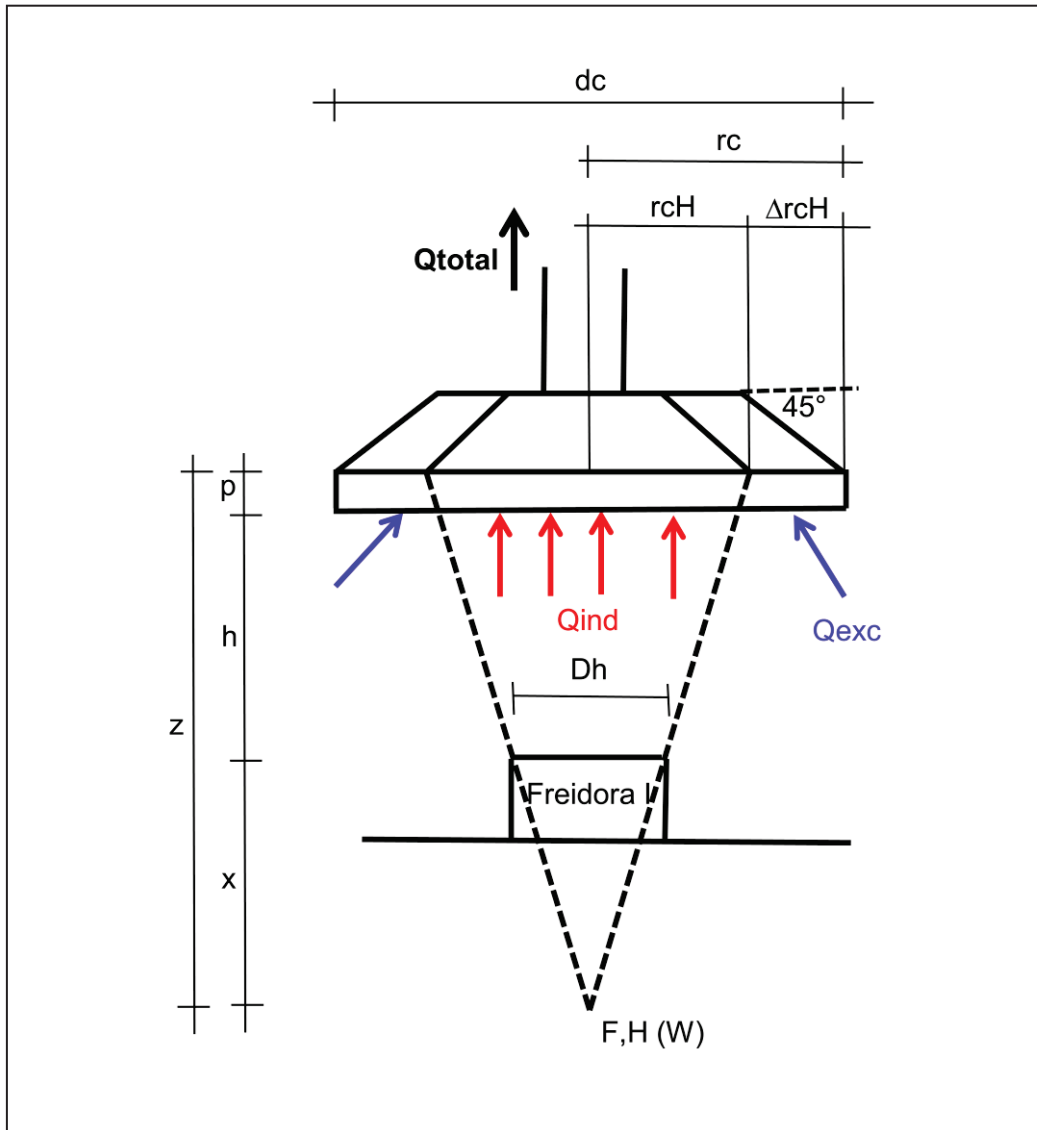
$$Potencia = \frac{(48,37 \text{ kJ/kg} * 395,5 \text{ kg} * 1000)}{(8 * 3600)}$$

**Potencia = 664,25 W (8 freidoras)**

**Potencia = 83,03 W (1 freidora)**

Para el dimensionamiento de campanas suspendidas sobre una fuente caliente, se utiliza el criterio de SUTTON, con el cual se calcula hasta el caudal que va a ingresar en dicha campana.

La figura AV 2, muestra las diferentes dimensiones que se deben tomar en cuenta, para el dimensionamiento de la campana de extracción.



**Figura AV 2** Dimensiones para el diseño de la campana de extracción

Las variables  $p$ ,  $D_h$ ,  $h$ ,  $V_{exc}$ , son valores independientes, que se colocaron tomando en cuenta criterios de diseño y sentido común.

$H$  es la potencia que se genera en la freidora, que se calculó anteriormente.

La variable  $\Delta rcH$  se le calculó como se indica en la tabla AIV2, debido a que el ángulo de inclinación de la campana de extracción es de 45°.

Para las variables dependientes, se enuncia en la tabla AV 2, las respectivas ecuaciones para su cálculo.

**Tabla AV 2** Ecuaciones utilizadas para las variables dependientes

Variable	Ecuación
x	$x = 2,53 * Dh^{1,136}$
z	$z = x + h$
Qind	$Q_{ind} = 0,008 * H^{1/3} * z^{3/2}$
rcH	$r_{cH} = 0,221 * z^{0,88}$
$\Delta rcH$	$\Delta r_{cH} = 0,4 * h$
rc	$r_c = r_{cH} + \Delta r_{cH}$
dc	$d_c = 2 * r_c$
Qexc	$Q_{exc} = V_{exc} * \pi * (r_c^2 - r_{ch}^2)$
Q	$Q = Q_{ind} + Q_{exc}$
Q total	$Q_{total} = 2 * Q$

La dimensión de cada variable, se presenta, en la tabla AV 3, y el significado de las mismas, se lo puede apreciar visualmente en la figura AV 2.

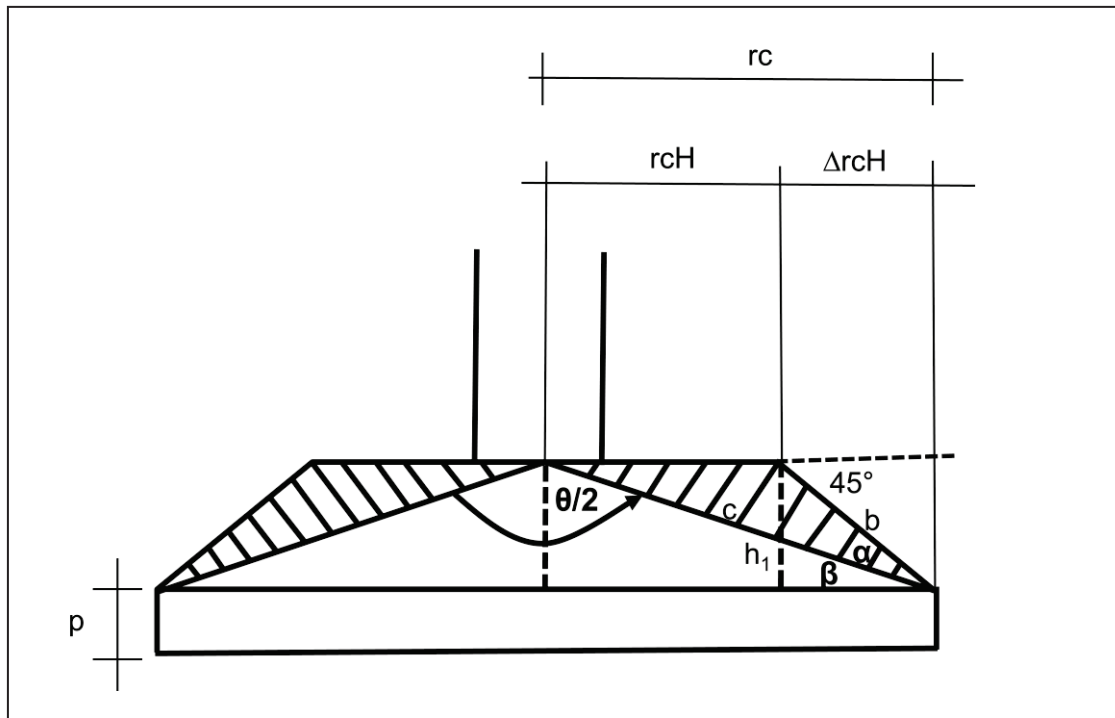
**Tabla AV 3** Dimensiones de la campana de extracción

Variable	Medida	Unidad
p	28	(cm)
Dh	1,32	(m)
x	3,47	(m)
h	1,00	(m)
z	4,47	(m)
H	83,14	(W)
Qind	0,33	(m <sup>3</sup> /s)
rcH	0,83	(m)
$\Delta rcH$	0,40	(m)
rc	1,23	(m)
<b>dc</b>	<b>2,45</b>	<b>(m)</b>
Vexc	0,20	m/s
Qexc	0,52	m <sup>3</sup> /s
<b>Q</b>	<b>0,85</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Q total</b>	<b>1,69</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>



### Cálculo del Ángulo Central de la Campana de Extracción

Las variables  $rc$ ,  $rcH$ ,  $\Delta rcH$ ,  $p$ , tienen un valor numérico que se detalla en la tabla AV3 y son utilizados para el cálculo del respectivo ángulo central.



**Figura AV 3** Dimensiones para el cálculo del ángulo central de la campana de extracción

Para el cálculo de las variables dependientes, se utilizó la ley de cosenos, ley de senos, trigonometría básica y la figura AV3, para poder situar los respectivos ángulos.

En la figura AV 3 y en la tabla AV 4, se observan y detallan las ecuaciones utilizadas para su respectivo cálculo.

**Tabla AV 4** Ecuaciones utilizadas para el cálculo del ángulo central de la campana de extracción

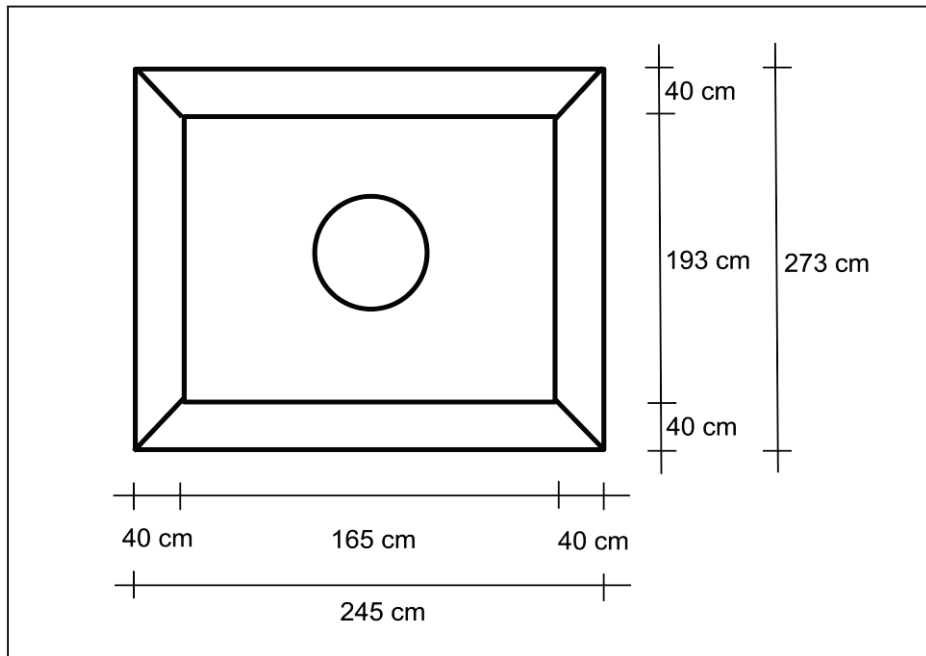
Variable	Ecuación
$h_1$	$h_1 = \Delta r_{cH} * \tan 45^\circ$
$b$	$b = \frac{\Delta r_{cH}}{\cos 45^\circ}$
$c$	$c = \sqrt{r_{cH}^2 + b^2 - 2 * r_{cH} * b * \cos 135^\circ}$
$\alpha$	$\alpha = \arcsen \left( \frac{r_{cH} * \text{sen } 135^\circ}{c} \right)$
$\beta$	$\beta = 45^\circ - \alpha$
$\theta/2$	$\theta/2 = 90^\circ \beta$
$\theta$	$\theta = \theta/2 * 2$

Con la ayuda de las ecuaciones citadas en la tabla AV 4, se obtuvieron, los valores de cada ángulo que se sitúan en la campana de extracción, los mismos se detallan en la tabla AV 5.

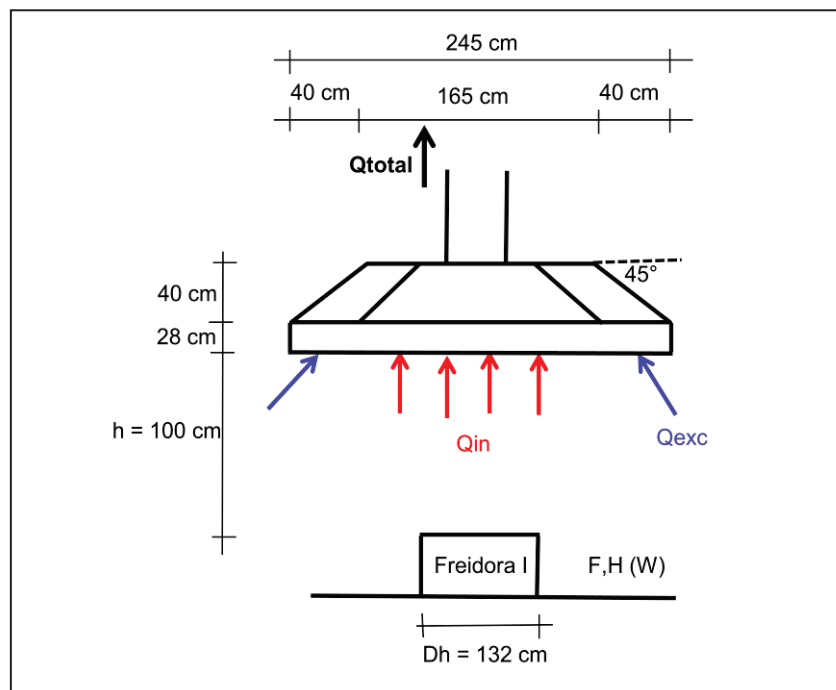
**Tabla AV 5** Dimensiones de la campana de extracción

Variable	Medida	Unidad
rc	123	(cm)
rcH	83	(cm)
$\Delta r_{cH}$	40	(cm)
p	28	(cm)
$h_1$	40	(cm)
b	57	(cm)
c	129	(cm)
$\alpha$	27	( $^\circ$ )
$\beta$	18	( $^\circ$ )
$\theta/2$	72	( $^\circ$ )
$\theta$	144	( $^\circ$ )

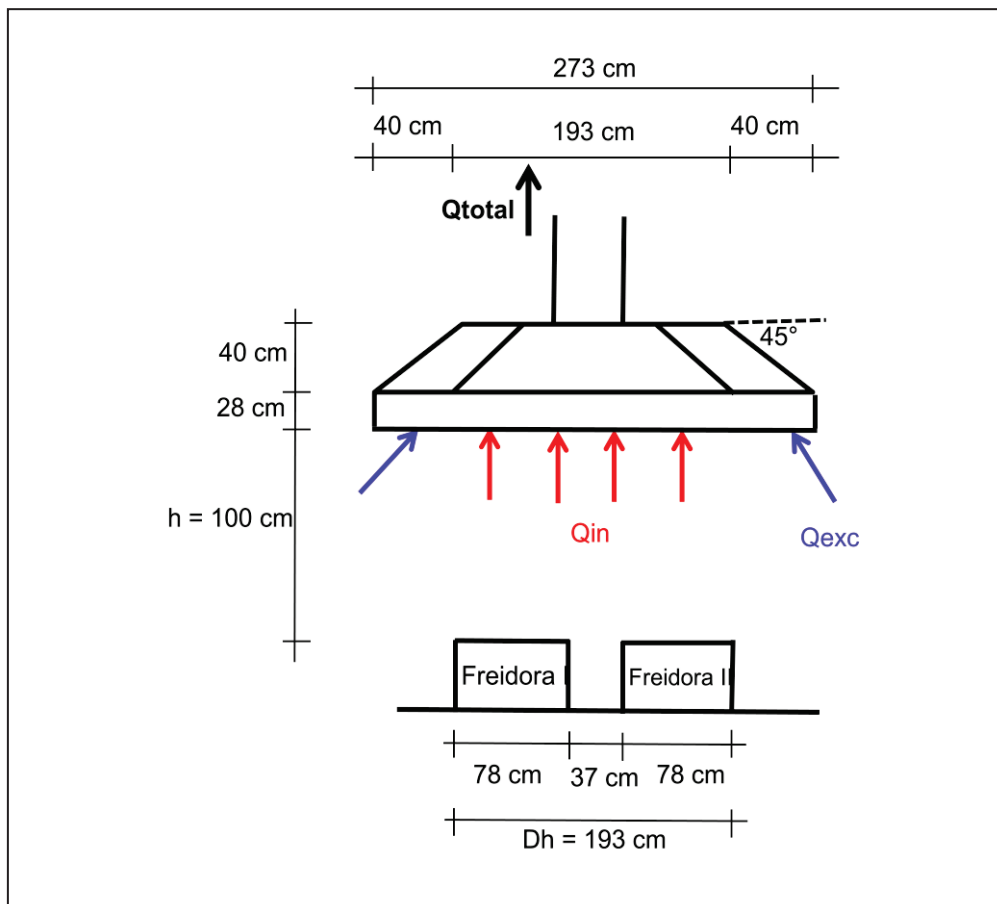
**ANEXO VI**  
**PLANOS CON VISTA EN PLANTA Y DE PERFIL DE LA CAMPANA**  
**DE EXTRACCIÓN**



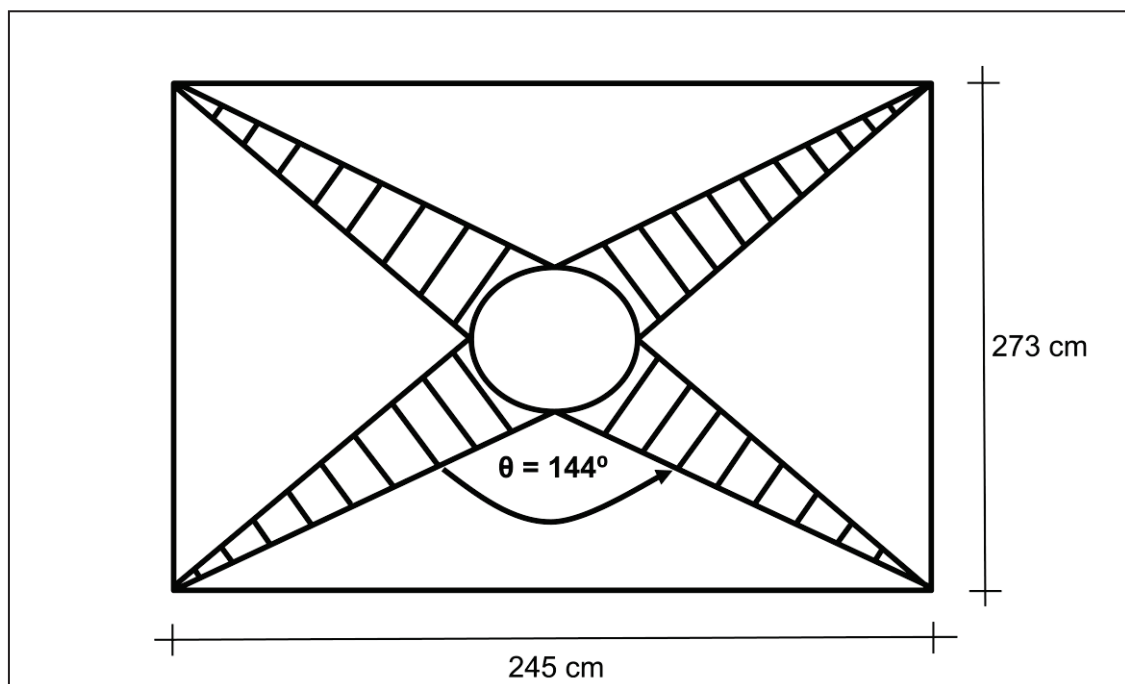
**Figura AVI 1** Dimensiones de la campana de extracción (vista en planta)



**Figura AVI 2** Dimensiones de la campana de extracción (vista perfil largo)



**Figura AVI 3** Dimensiones de la campana de extracción (vista perfil ancho)



**Figura AVI 4** Dimensión del largo, ancho y ángulo central de la campana de extracción (vista en planta)

## ANEXO VII

### CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DE LOS DUCTOS DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA

Para iniciar el cálculo de los ductos, se averiguan los siguientes datos:

**Contaminante:** Vapor, aceite vegetal.

**Material de los conductos:** Tol de hierro galvanizado

**Rugosidad absoluta:**  $\varepsilon = 0,0005$

**Perdida de presión máxima por la instalación de recolector de grasa condensada (Trampa de grasa):** 50,8 mmcda (2 pulgcda).

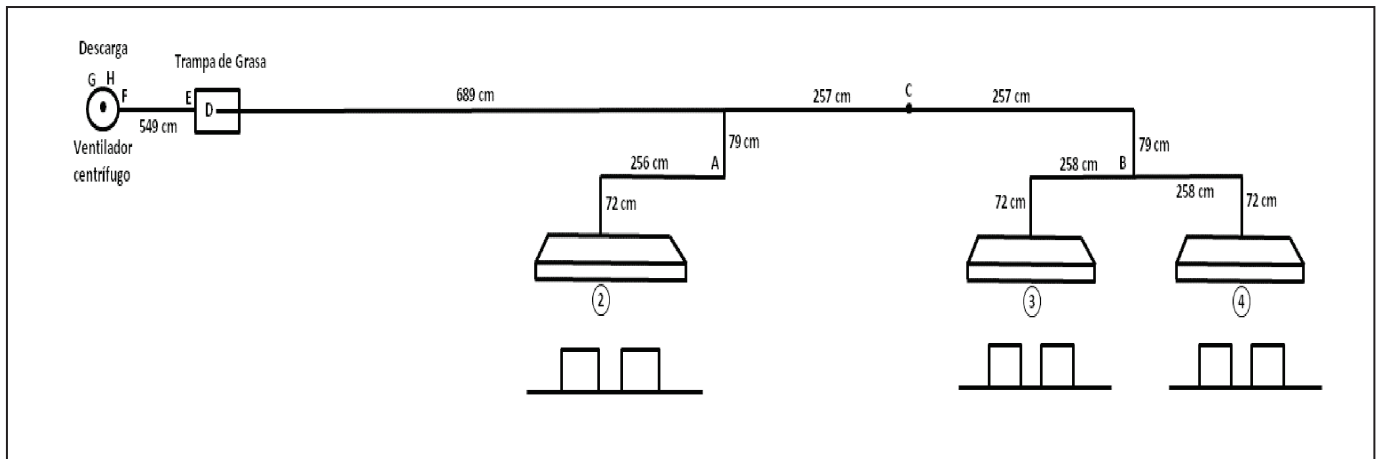
En la tabla AVII 1, se aprecia la división por tramos los ductos que van a constituir el sistema de extracción localizada, se coloca la forma de la campana de extracción, caudal de la misma, la longitud de tramo recto, los diámetros que van a ser utilizados y los diferentes accesorios que se colocaría como por ejemplo: codos, empalmes y ángulo central de la campana.

**Tabla AVII 1** Características del dimensionamiento de los ductos del sistema de extracción localizada

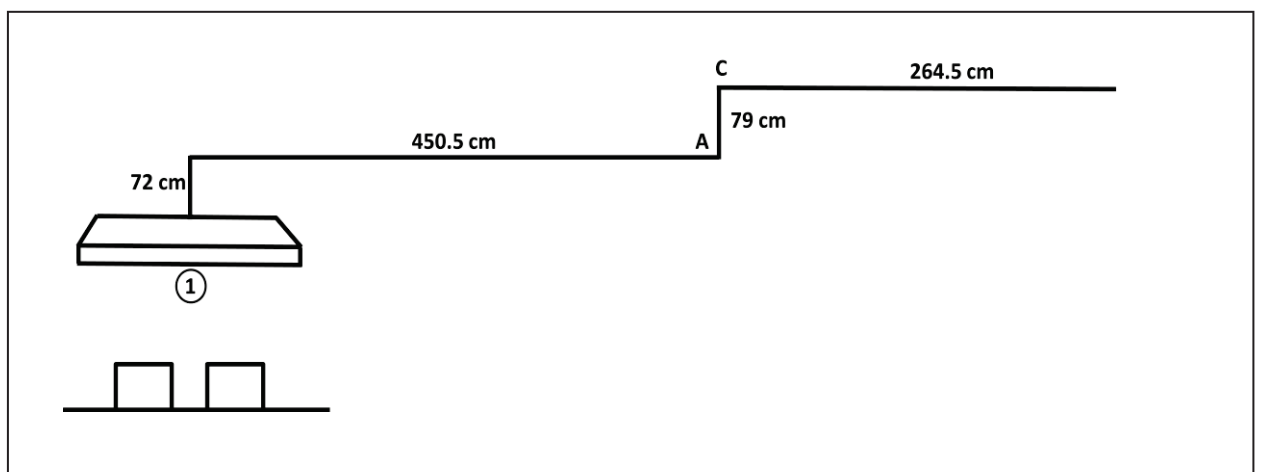
Tramo	Campana	Caudal de Campana Q (m <sup>3</sup> /s)	Longitud de tramo recto (m)	Diámetro (pulg)	Curvas por tramo	Emplame	Ángulo de campana "θ"
1-A	Rectangular Frente sin ranuras	1,69	5,23	18"	1 codo 90°I R/D =2,0	90°	144°
2-A	Rectangular Frente sin ranuras	1,69	3,28	18"	1 codo 90°I R/D =2,0	90°	144°
A-C	----	----	3,36	26"	1 codo 90°I R/D =2,0 1 empalme que une 1-A y 2-A y aumenta diámetro a A-C	90°	----
3-B	Rectangular Frente sin ranuras	1,69	3,30	18"	1 codo 90°I R/D =2,0	90°	144°
4-B	Rectangular Frente sin ranuras	1,69	3,30	18"	1 codo 90°I R/D =2,0	90°	144°
B-C	----	----	3,36	26"	1 codo 90°I R/D =2,0 1 empalme que une 3-B y 4-B y aumenta diámetro a B-C	90°	----
C-D	----	----	13,11	36"	2 codo 90°I R/D =2,0 1 empalme que une A-C y B-C y aumenta diámetro a C-D	90°	----
E-F	----	----	5,48	36"	----	90°	----
G-H	----	----	2,74	36"	1 codo 90°I R/D =2,0	90°	----

Cabe anotar, que los tramos van desde una campana de extracción hasta el punto de unión de un nudo, el nudo es la unión de dos tramos y los ramales es la unión de dos nudos.

Las medidas de los tramos, nudos y ramales se observan en las figuras AVII 1 y AVII 2, en las cuales se aprecia la vista lateral.

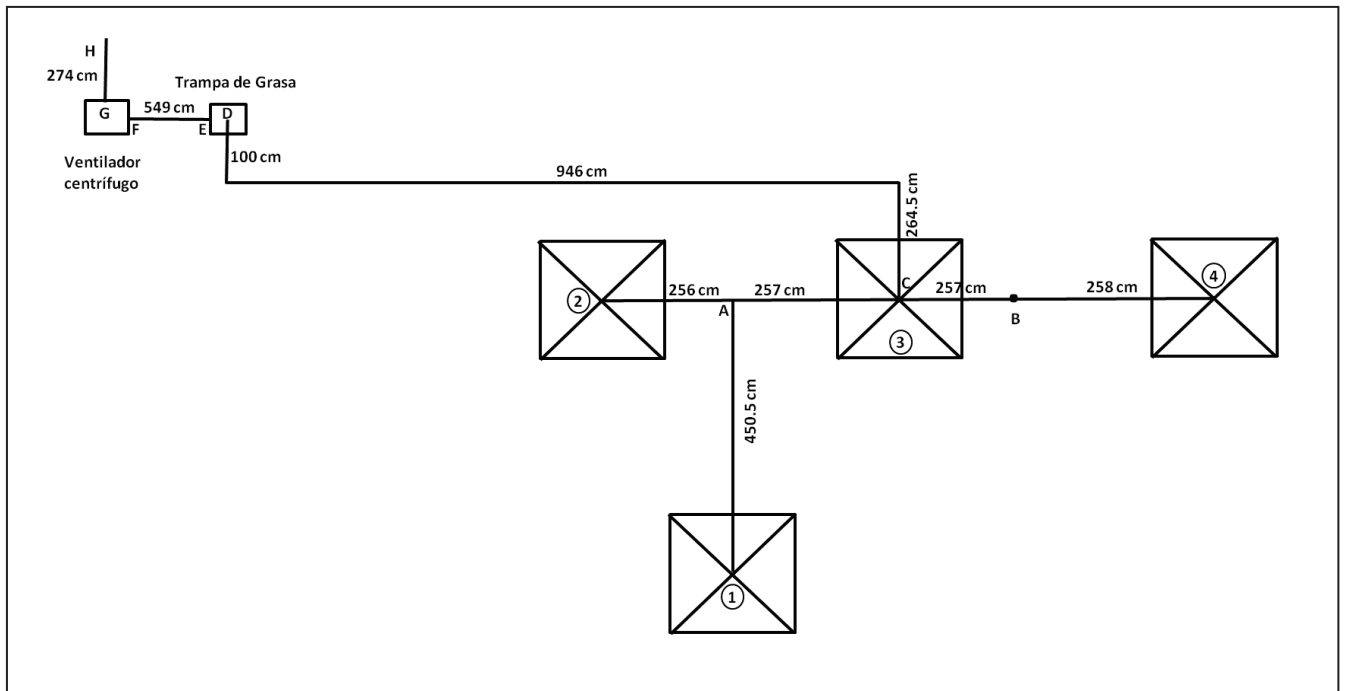


**Figura AVII 1** Esquema de distribución de ductos para el sistema de extracción localizada (vista lateral 1)



**Figura AVII 2** Esquema de distribución de ductos para el sistema de extracción localizada (vista lateral 2)

También se realizó un esquema de distribución de los ductos, pero en vista de planta, esto se observa en la figura AVII 3.



**Figura AVII 3** Esquema de distribución de ductos para el sistema de extracción localizada (vista planta)

Con la ayuda de los valores que se proporcionan en la tabla AVII 1, en las figuras AVII 1, AVII 2, AVII 3, y los datos de contaminante, material de los conductos, rugosidad absoluta y la pérdida de presión máxima por la instalación de la trampa de grasa, se procedió a realizar el cálculo de los diámetros de los conductos y de las pérdidas de carga.

En la Tabla AVII 2, se explica el significado de las variables que se utilizó para el cálculo de los diámetros de los conductos y de las pérdidas de carga, los cuales se encuentran en detallados en la tabla AVII 3, mediante el método de equilibrio de diseño.

**Tabla AVII 2** Significado de las variables utilizadas en el cálculo de los conductos y de las pérdidas de carga

<b>Variable</b>	<b>Significado de la Variable</b>
Tramo	Identificación de los tramos
Q	Caudal que circula por el ramal conectado a la campana y por el que circula por el conducto troncal
$V_d$	Velocidad de diseño
D	Cálculo del diámetro del conducto circular
$D_{\text{adoptado}}$	Diámetro adoptado
$V_r$	Velocidad real
L	Longitud
j	Pérdida debida a la fricción por unidad de longitud
$f_c$	Factor de corrección
$F_r$	Fricción por unidad de longitud
$h_1$	Pérdidas por fricción
$\Sigma k$	Sumatoria de los coeficientes k
$h_D$	Altura dinámica correspondiente a la velocidad real en el ramal
$h_{DR}$	Altura dinámica correspondiente a la velocidad real en el ramal
$h_2$	Pérdidas por accesorios
$k_{\text{ent}}$	Factor de pérdidas por entrada
$h_{\text{ent}}$	Pérdidas por entrada en la campana
$k_{\text{ran}}$	Factor de pérdidas por ranura
$V_{\text{ran}}$	Velocidad del aire en la ranura
$h_{D\text{ran}}$	Altura dinámica correspondiente a la velocidad en la ranura
$h_{\text{ran}}$	Pérdidas por ranuras
$h_{DD}$	Altura dinámica disponible
$h_3$	Pérdidas por entrada
$\Delta h_D$	Pérdidas por aceleración
$\Sigma h$	Pérdida total para ramales y troncales
$\Sigma h_{\text{acumulada}}$	Pérdida total acumulada
$h_{\text{adoptado}}$	Pérdida adoptada
Q corregido	Caudal corregido
$V_r$ corregida	Velocidad real corregida
$h_D$ corregida	Altura dinámica
$\Delta \Sigma h$	Análisis de pérdida de presión a lo largo de ambos tramos



**Tabla AVII 3** Cálculo de los diámetros de los conductos y de las pérdidas de carga

1	Tramo	26"			36"			8	9	10
		4-B	3-B	2-A	5	6	7			
2	Q	1,69	1,69	1,69	-	-	-	-	-	-
3	Troncal	-	-	-	3,38	3,38	6,76	6,76	6,76	6,76
4	V <sub>d</sub>	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5	D	463,88	463,88	463,88	656,03	656,03	927,76	927,76	927,76	927,76
6	D adoptado	457,0	457,0	457,0	660,0	660,0	914,0	914,0	914,0	914,0
7	V <sub>r</sub>	10,30	10,30	10,30	9,88	9,88	10,30	10,30	10,30	10,30
8	L	3,30	3,30	3,28	3,36	3,36	13,11	13,11	5,48	2,74
9	j	0,26	0,26	0,26	0,15	0,15	0,11	0,11	0,11	0,11
10	f <sub>c</sub>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
11	F <sub>r</sub>	0,26	0,26	0,26	0,15	0,15	0,11	0,11	0,11	0,11
12	h <sub>1</sub>	0,85	0,85	0,84	0,51	0,51	1,45	1,45	0,61	0,30
13	Σk	1,27	1,27	1,27	2,27	2,27	2,54	2,54	1	1
14	h <sub>D</sub>	6,49	6,49	6,49	-	-	-	-	-	-
15	h <sub>DR</sub>	-	-	-	5,97	5,97	6,49	6,49	6,49	6,49
16	h <sub>2</sub>	8,25	8,25	8,25	13,55	13,55	16,49	16,49	6,49	8,25
17	k <sub>ent</sub>	0,34	0,34	0,34	-	-	-	-	-	-
18	h <sub>ent</sub>	2,21	2,21	2,21	-	-	-	-	-	-
19	k <sub>ran</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	V <sub>ran</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	h <sub>D ran</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	h <sub>ran</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	h <sub>D D</sub>	-	-	-	6,49	6,49	5,97	5,97	-	-
24	h <sub>3</sub>	8,70	8,70	8,70	-	-	-	-	-	-
25	Δh <sub>D</sub>	-	-	-	-0,52	-0,52	0,52	0,52	-	-
26	Σh	17,80	17,80	17,79	-	-	-	-	-	-
27	Troncal	-	-	-	13,54	13,54	18,46	18,46	7,10	8,55
28	Σh <sub>acumulada</sub>	-	-	-	31,33	31,34	49,80	49,80	107,70	107,70
29	h <sub>adoptado</sub>	-	-	-	31,34	31,34	49,80	49,80	107,70	107,70
30	Q corregido	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	V <sub>r</sub> corregida	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	h <sub>D</sub> corregida	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Análisis	ΔΣh	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

## ANEXO VIII

### DISEÑO Y SELECCIÓN DEL VENTILADOR PARA EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA

Para el dimensionamiento y selección del ventilador, que se va a utilizar para el sistema de extracción localizada, se tiene que realizar los siguientes pasos:

En primer lugar se calculó los valores de la presión total y estática del ventilador, y con estos valores se procedió a encontrar el valor de la potencia que se entrega al aire. Las presiones estática y dinámica que se utilizaron para este cálculo se detallan en la tabla AVIII 1.

**Tabla AVIII 1** Cálculo de la potencia que se debe entregar al aire

<b>Caudal</b>	<b>Q</b>	<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	6,76
		<b>(m<sup>3</sup>/h)</b>	24 336,96
		<b>(CFM)</b>	14 324,19
<b>Presión estática en la sección de salida del ventilador</b>	<b>hEs</b>	<b>(mmcda)</b>	8,55
<b>Presión estática en la sección de entrada del ventilador</b>	<b>hEe</b>	<b>(mmcda)</b>	107,70
<b>Presión dinámica en la sección de salida del ventilador</b>	<b>hDs</b>	<b>(mmcda)</b>	6,49
<b>Presión dinámica en la sección de entrada del ventilador</b>	<b>hDe</b>	<b>(mmcda)</b>	6,49
<b>Presión total del ventilador</b>	<b>hTV</b>	<b>(mmcda)</b>	116,25
		<b>(pulgcda)</b>	4,58
<b>Presión estática del ventilador</b>	<b>hEV</b>	<b>(mmcda)</b>	109,75
		<b>(pulgcda)</b>	4,32
<b>Potencia que se entrega al aire</b>	<b>Pot (a)</b>	<b>(kW)</b>	7,71
		<b>(CV)</b>	10,47
		<b>(HP)</b>	10,35

En segundo lugar, para calcular el valor de la potencia que el ventilador recibe en su eje, se contactó con un proveedor y se acordó que el ventilador aceptado tuviera un caudal de 6,76 m<sup>3</sup>/s o similar, con esto dicho proveedor nos consiguió un ventilador adecuado y envió la curva característica del ventilador CM 1000, la cual se encuentra en el anexo VIII, con esta información se procedió a calcular el número de revoluciones y la potencia que recibe al eje, para el caudal y presión estática deseada, pero a condiciones estándares, esto es a una altitud de 0 msnm a una temperatura de 20°C y con una densidad del aire de 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

En la tabla AVIII 2, se detalla los valores empleados y calculados del número de revoluciones y potencia al eje que se le debe entregar al ventilador.

**Tabla AVIII 2** Cálculo del número de revoluciones y potencia que se debe entregar al eje del ventilador a condiciones ambientales estándares

Q (m <sup>3</sup> /h)	Presión Estática (mmcda)					
	101,60		109,75		114,30	
	(rpm)	(BHP)	(rpm)	(BHP)	(rpm)	(BHP)
27 137,00	827,00	14,00	830,66	13,51	865,00	15,70
24 336,96	806,57	12,51			845,50	14,12
24 122,00	805,00	12,40			844,00	14,00

Pero como en la zona de producción de Fritura en el proceso de yuca, puesto que es la condición más crítica, en la cual la temperatura llega a un valor promedio de 49°C y donde se encuentra la empresa Banchis tiene una altitud de 2500 msnm aproximadamente.

Con estas nuevas condiciones ambientales, se procedió a calcular, el factor de corrección en base a la temperatura del sitio donde se va a colocar el ventilador y la altitud del sitio, este valor de factor de corrección se encuentra en la tabla AVIII 3.

**Tabla AVIII 3** Cálculo del factor de corrección debido a las condiciones ambientales diferentes a las condiciones ambientales estándares

T (°C)	Altitud (msnm)		
	2 675	2 500	2 445
50	0,658	0,674	0,677
49	0,660		0,679
40	0,679		0,698

El factor de corrección se utiliza para corregir la presión estática del ventilador, en la tabla AVIII 4, se observa el valor de la presión estática del ventilador corregida.

**Tabla AVIII 4** Cálculo de la presión estática del ventilador corregida

Presión Estática Corregida		Unidad
Presión estática sin corregir	109,75	(mmcda)
Factor de Corrección	0,67	
Presión estática corregida	162,84	(mmcda)

Con el valor de la presión estática del ventilador corregida, se procedió a calcular el número de revoluciones y la potencia que recibe el ventilador en su eje, estos valores se detallan en la tabla AVIII 5.

**Tabla AVIII 5** Cálculo del número de revoluciones y potencia que se debe entregar al eje del ventilador a condiciones ambientales reales de la zona de fritura

Q (m <sup>3</sup> /h)	Presión Estática (mmcda)					
	152,40		162,84		165,10	
	(rpm)	(BHP)	(rpm)	(BHP)	(rpm)	(BHP)
25 629,00	961,00	20,10	982,45	20,66	995,00	21,90
24 336,96	954,99	19,24			989,85	21,04
24 122,00	954,00	19,10			989,00	20,90

Una vez que se obtiene el valor teórico de la potencia que se debe entregar al eje del ventilador, se procedió a calcular la misma potencia, pero corregida con el factor de corrección obtenido en la tabla AVIII 4, para obtener una potencia real, esto se observa en la tabla AVIII 6.

**Tabla AVIII 6** Cálculo de la potencia corregida que recibe el eje del ventilador

Potencia Que Recibe el Eje del Ventilador		Unidad
<b>Sin corregir</b>	20,66	(HP)
<b>Factor de Corrección</b>	0,67	
<b>Corregida</b>	13,92	(HP)

Por último para encontrar el rendimiento, se toma en cuenta los valores, de la potencia del ventilador que se entrega al aire, dicho valor se encuentra en la tabla AVIII 1 y la potencia corregida que recibe el eje del ventilador, el cual se encuentra en la tabla AVIII 6.

El valor del rendimiento tanto en fracción como en porcentaje se detalla en la tabla AVIII 7.

**Tabla AVIII 7** Cálculo del rendimiento que va a tener el ventilador

Potencia (HP)		Rendimiento ( $\eta$ )	Rendimiento ( $\eta$ %)
<b>Que se entrega al aire</b>	10,35	0,74	74,30
<b>Que el ventilador recibe en su eje</b>	13,92		

Con los valores del número de revoluciones, potencia corregida que recibe el eje del ventilador y con el rendimiento se procedió a detallar las características del ventilador seleccionado.

Luego de obtener las características del ventilador a ser utilizado, se dimensionó la estructura metálica, donde se va a colocar dicho ventilador.

Este soporte metálico tiene como dimensiones las siguientes: largo 3 m, ancho 2 m y una altura máxima de 3 m.

## ANEXO IX

### CURVA CARACTERÍSTICA Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL VENTILADOR CENTRÍFUGO CM 1000

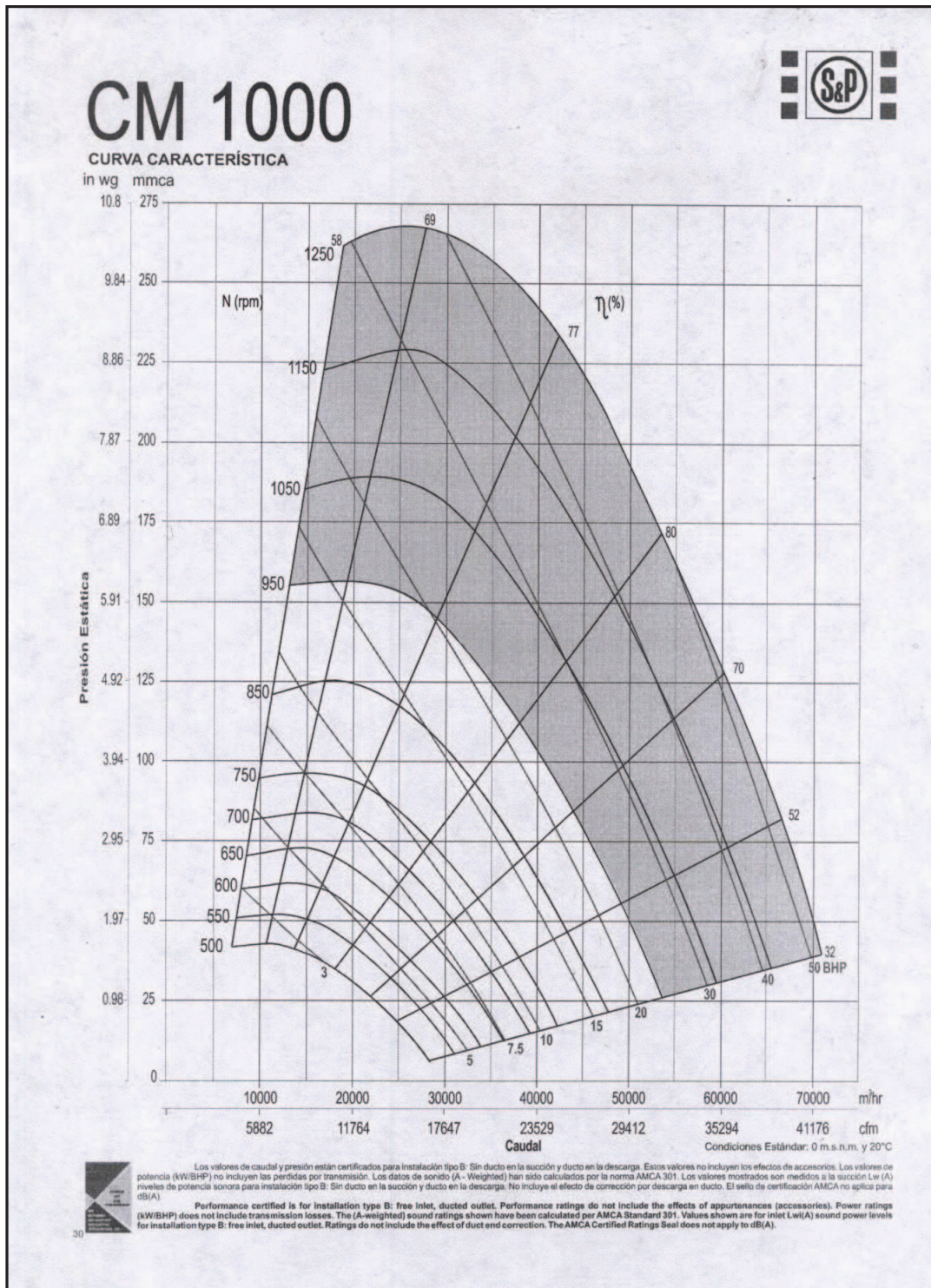


Figura AIX 1 Curva característica del ventilador centrífugo CM 1000



# CM 1000



## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Diámetro de rodete: 1000 mm. (39 3/8 inch).  
Diámetro del eje: Clase I 55.6 mm. (2 3/16 inch).  
Clase II 60 mm. (2 1/3 inch).

Área de salida: 0.842 m<sup>2</sup> (9.06 ft<sup>2</sup>)  
BHP máximos: Clase I 22.5, Clase II 48.0.

Armazón máx. de motor: Clase I 284 T, Clase II 364 T.  
RPM máximas: Clase I 950, Clase II 1250.  
Peso del equipo: 579 Kg 1274 Lbs.



CFM m <sup>3</sup> /hr	Vel. salida RPM	PRESIÓN ESTÁTICA mmca - inwg																							
		12.7 mm/0.5"		19.05 mm/0.75"		25.4 mm/1.0"		38.1 mm/1.5"		50.8 mm/2.0"		63.5 mm/2.5"		76.2 mm/3.0"		88.9 mm/3.5"		101.6 mm/4.0"		114.3 mm/4.5"		127.0 mm/5.0"		139.7 mm/5.5"	
		RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
7103	800	315	0.81	361	1.16	402	1.55	477	2.39	544	3.30	606	4.27	664	5.30	719	6.38	772	7.49	823	9.63	872	9.91	920	11.0
12061		65		67		71		78		82		85		87		89		91		92		93		94	
7991	900	331	0.96	374	1.34	414	1.75	485	2.64	549	3.59	608	4.62	664	5.72	717	6.85	768	8.03	816	9.25	863	10.5	909	11.7
13968		65		70		71		77		82		85		87		89		91		92		93		95	
8879	1000	348	1.13	389	1.53	427	1.97	495	2.90	557	3.92	614	5.01	667	6.15	718	7.34	766	8.58	813	9.87	858	11.2	902	12.6
15076		67		70		71		77		81		85		87		89		91		92		94		95	
10654	1200	385	1.57	422	2.02	456	2.49	519	3.53	577	4.65	630	5.83	680	7.08	727	8.38	772	9.73	816	11.1	858	12.6	899	14.0
18091		71		72		73		77		80		84		86		89		91		92		93		94	
12430	1400	428	2.14	458	2.64	489	3.16	548	4.28	601	5.50	651	6.79	698	8.14	743	9.54	786	11.0	827	12.5	867	14.0	905	15.6
21106		75		76		78		81		84		86		88		90		92		93		94		95	
14206	1600	470	2.87	498	3.41	526	3.98	580	5.20	630	6.51	677	7.86	722	9.34	764	10.8	805	12.4	844	14.0	882	15.7	918	17.3
24122		81		84		85		89		92		95		97		99		101		102		103		104	
15862	1800	515	3.79	540	4.37	565	4.99	614	6.29	661	7.69	706	9.18	748	10.7	789	12.3	827	14.0	865	15.7	901	17.4	936	19.2
27137		81		81		82		83		84		86		87		89		91		92		93		94	
17757	2000	562	4.91	584	5.53	607	6.19	652	7.59	696	9.08	737	10.7	777	12.3	816	14.0	853	15.7	889	17.6	924	19.4	957	21.3
30152		84		84		85		86		87		88		89		91		92		93		94		95	
19533	2200	609	6.25	630	6.92	650	7.62	692	9.12	732	10.7	771	12.4	809	14.1	846	15.9	881	17.7	916	19.6	949	21.6	981	23.6
33167		87		87		88		89		90		91		92		93		94		95		96		97	
21309	2400	657	7.86	676	8.57	695	9.31	733	10.9	770	12.6	807	14.3	843	16.1	879	18.0	912	20.0	945	22.0	977	24.0	1008	26.1
36182		89		90		90		90		91		91		92		92		93		93		94		95	
23095	2600			723	10.5	741	11.3	776	12.9	811	14.7	845	16.5	879	18.4	912	20.4	944	22.5	976	24.6	1006	26.7	1036	28.9
39198				92		92		92		92		92		93		93		94		94		94		95	
24980	2800			771	12.7	787	13.5	820	15.2	852	16.9	885	19.1	917	21.1	948	23.1	978	25.3	1009	27.4	1038	29.7	1067	32.4
42213				93		94		94		94		94		94		95		95		95		96		97	
26636	3000			820	15.2	835	16.1	865	18.1	895	19.9	926	21.9	956	24.0	985	26.2	1014	28.4	1043	30.7	1071	33.0	1099	35.4
45228				95		95		95		95		96		96		96		97		97		97		98	
28412	3200			883	19.0	911	19.0	939	23.0	968	25.1	996	27.3	1024	29.5	1052	31.8	1079	34.2	1106	36.6	1133	39.1		
48243				97		97		97		97		97		98		98		98		98		98		99	
30188	3400			931	22.3	958	22.3	984	26.5	1011	28.6	1038	30.9	1064	33.2	1091	35.6	1117	38.1	1143	40.6	1168	43.2		
51259				98		99		99		99		99		99		100		100		100		100		100	
31963	3600			980	28.0	1005	26.0	1030	30.3	1055	28.1	1081	34.9	1106	37.4	1131	39.9	1156	42.4	1180	45.0	1205	47.6		
54274				89		100		100		100		101		101		101		101		101		101		101	
33739	3800			1029	30.1	1052	30.1	1076	34.6	1100	32.3	1124	39.4	1148	41.9	1172	44.5	1196	47.1	1219	49.8				
57289				101		101		102		102		102		102		102		102		102		103		103	
35515	4000					1101	34.6	1123	39.3	1146	36.9	1169	44.3	1191	46.9	1214	49.5	1237	52.2						
60304						103		103		103		103		103		104		104							

CFM m <sup>3</sup> /hr	Vel. salida RPM	PRESIÓN ESTÁTICA mmca - inwg																							
		146 mm/5.75"		152.4 mm/6.0"		165.1 mm/6.5"		171.45 mm/6.75"		177.8 mm/7.0"		190.5 mm/7.5"		203.2 mm/8.0"		215.9 mm/8.5"		228.6 mm/9.0"		241.3 mm/9.5"		254 mm/10.0"		266.4 mm/10.25"	
		RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
7103	800	343	11.6	366	12.2	401	13.5	433	14.1	465	14.7	498	15.0	531	17.2	564	18.5	597	19.8	630	21.0	663	22.3		
12061		95		95		95		97		97		98		99		99		100		101		101		101	
7991	900	351	12.4	385	13.1	418	14.4	451	15.1	484	15.8	517	17.1	550	18.5	583	19.9	616	21.3	649	22.7	682	24.2		
13968		95		96		97		97		97		98		99		99		100		101		101		102	
8879	1000	323	13.2	345	13.9	368	15.3	390	16.0	412	16.8	434	18.2	456	19.7	478	21.2	500	22.7	522	24.2	544	25.8		
15076		95		96		97		97		98		98		99		99		100		101		101		102	
10654	1200	319	14.8	339	15.6	357	17.1	376	17.9	395	18.7	414	20.3	433	21.9	452	23.6	471	25.3	490	27.0	509	28.7	528	29.6
18091		96		96		97		98		98		99		99		100		101		101		102		102	
12430	1300	321	15.6	340	16.4	357	18.0	375	18.8	393	19.7	411	21.3	429	23.0	447	24.8	465	26.1	483	28.3	501	30.1	519	31.0
21106		96		96		97		98		98		99		99		100		101		101		102		103	
15862	1400	324	16.4	343	17.3	359	18.9	377	19.8	395	20.6	413	22.4	431	24.1	449	25.9	467	27.7	485	29.6	503	31.4	521	32.4
24122		96		96		97		98		98		99		99		100		101		101		102		103	
14206	1600	336	18.2	354	19.1	370	20.9	388	21.8	406	22.7	424	24.5	442	26.4	460	28.3	478	30.2	496	32.0	514	34.2	532	35.2
27137		96		96		97		97		98		98		99		99		100		101		101		102	
17757	1700	344	19.2	361	20.1	378	21.9	395	22.8	412	23.7	429	25.6	446	27.6	463	29.5	480	31.5	497	33.5	514	35.6	531	36.6
30152		96		96		97		97		98		98		99		99		100		101		101		102	
19533	1800	353	20.1	370	21.1	387	22.9	404	23.9	421	24.9	438	26.8	455	28.8	472	30.8	489	32.8	506	34.8	523	37.0	540	38.1
33167		94		95		96		96		97		97		98		98		99		100		100		101	
21309	2000	374	22.3	390	23.2	406	25.2	422	26.2	438	27.2	454	29.3	470	31.4	486	33.5	502	35.6	518	37.8	534	40.0	550	41.1
36182		94		95		96		96		97		97		98		98		99		100		100		101	
23095	2100	365	23.4	381	24.4	397	26.4	413	27.4	429	28.5	445	30.6	461	32.7	477	34.9	493	37.1	509	39.3	525	41.6	541	42.7
39198		95		95		96		96		97		97		98		98		99		100		100		101	
2498																									



## ANEXO X

### COTIZACIÓN DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA

**PROFORMA ACR-1150001**  
 Quito, 17 de Enero de 2012

**Cliente:** Banchis S.A  
**Atención:** Willian Villacis  
**Teléfono:** (09) 9214604  
**Email:** [willianvillacis@yahoo.es](mailto:willianvillacis@yahoo.es)  
**Referencia:** Extracción Mecánica

La presente tiene por objeto poner a su consideración nuestra oferta por la venta e instalación de ductos y equipo de extracción de humo y grasa a instalarse en Quito.

**1. ALCANCE DE LA OFERTA**

CANT	UNID	DETALLE	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	u	EXTRACTOR CENTRIFUGO ALABES RECTOS ATRASADOS Marca: S&P Modelo: CM11000 Motor: 15 HP Servicio Electrico: 220V/3/60	\$ 6.799,80	\$ 6.799,80
4	u	Campana en acero inox. Mate 304 medidas 2,30m de frente X 1,60m de fondo X 1m de altura	\$ 1.820,00	\$ 7.280,00
4	u	Damper 20"X 25"	\$ 60,00	\$ 240,00
2395	kg	Ducto de tol galvanizado Bridado Fabricado bajo norma SMACNA	\$ 7,00	\$ 16.765,00
40	u	Filtros 60cmX60cm en acero inox. Mate 304 para campana.	\$ 80,00	\$ 3.200,00
1	u	Tablero de Arranque para motor de 30 HP	\$ 936,00	\$ 936,00
1	u	Instalacion Equipo Extractor	\$ 600,00	\$ 600,00
1	glb	Grua , Anclaje de Extractor Centrifugo.	\$ 600,00	\$ 600,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>36.420,80</b>

Los valores no incluyen IVA.

**2. LA OFERTA NO INCLUYE:**

Trabajos y materiales no indicados en esta oferta.  
Material Eléctrico (Acometida Electrica al equipo con su respectiva protección)  
Perforación en paredes o losas así como el resane de las mismas.  
Plataforma Metálica para Extractor Centrifugo  
Filtros de carbón activado  
IVA

**3. FORMA DE PAGO:**

60 % anticipo , Saldo contra entrega.

**4. PLAZO DE ENTREGA:**

Equipos en stock. Salvo previa venta.  
La instalación comenzaría de 8 a 10 semanas despues de la entrega del anticipo debido a aue el equipos es para importación.

AV. 10 DE AGOSTO N39-235 C.C. LA Y, LOCAL 14

Figura AX 1 Cotización del sistema de extracción localizada

**5. VALIDEZ DE LA OFERTA:**

30 días

**6. GARANTÍAS.**

ACR garantiza el normal funcionamiento de los equipos, partes, piezas por un periodo de doce (12) meses bajo óptimas condiciones de instalación buen uso y mantenimiento de los sistemas. Se recomienda el mantenimiento preventivo de los equipos cada tres meses.

**7. REPUESTOS.**

ACR está en capacidad de suministrar los repuestos y accesorios para el buen funcionamiento de los equipos en forma ágil a precios de mercado a través de nuestros almacenes.

Esperando que esta oferta sea de su aceptación, cualquier duda o consulta, solicitamos nos hagan saber en el menor tiempo posible con el objeto de realizar cualquier aclaración de manera inmediata.

Atentamente,

Ing. Guillermo Bravo  
**JEFE ING.&PROYECTOS**


Ing. Gabriel Orquera  
**ING. & PROYECTOS**


AV. 10 DE AGOSTO N39-235 C.C. LA Y, LOCAL 14

**Figura AX 2** Cotización del sistema de extracción localizada (continuación)

## ANEXO XI

### FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO ORALYTE





**Información**

**ORALYTE POLVO**  
Sales de Rehidratación con sabor a frutas

**COMPOSICIÓN:**  
Oralyte Polvo viene en sobres para preparar una solución en 1.000 cc con rico sabor a frutas

Cada sobre contiene:		Cada litro contiene:	
Cloruro de Sodio	USP 3,5 g	Sodio	90 mEq
Citrato de Sodio	USP 2,9 g	Potasio	20 mEq
Cloruro de Potasio	USP 1,5 g	Cloruros	80 mEq
Dextrosa anhidra	USP 20 g	Citratos	10 mEq
		Dextrosa anhidra	111 mmol/l

**CARACTERÍSTICAS:**  
Oralyte Polvo es un conjunto de sales en polvo saborizadas con extractos de frutas naturales, listas para preparar soluciones hidroelectrolíticas adaptadas para uso pediátrico y para cualquier edad. La solución ya lista, contiene la concentración exacta de líquidos y electrolitos para permitir un equilibrio iónico óptimo.

**INDICACIONES:**  
Oralyte Polvo está indicado en los casos de deshidratación severa producidos por diarrea, vómito e hipertermia. Es útil para el restablecimiento del equilibrio hidroelectrolítico luego de pérdidas severas de cualquier etiología. Su uso es necesario y mandatorio en los cuadros de deshidratación Grado II y III siempre que la situación clínica no exija la utilización de la vía endovenosa.

**CONTRAINDICACIONES Y ADVERTENCIAS:**  
Ninguna conocida. Es importante mantener el producto fuera del alcance de los niños. Conservar a temperatura no mayor a 30°C.

**PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN:**  
Disolver el contenido del sobre en un litro de agua previamente hervida y fría. Desechar la solución que no ha sido utilizada después de 24 horas de su preparación. No congelar la solución ya preparada.

**DOSIS:**

De 1 a 5 meses	De 1 a 3 cucharaditas cada 5 minutos
De 6 a 11 meses	De 3 a 5 cucharaditas cada 5 minutos
De 1 a 6 años	De 5 a 8 cucharaditas cada 5 minutos

**RECOMENDACIONES:**  
En niños lactantes, no suspender la alimentación materna. Si el niño ya no vomita, darle una alimentación normal, omitiendo comidas dulces. Si los síntomas persisten luego de 6 horas de administración según la tabla indicada, consultar a un médico.

**PRESENTACIONES:**  
ORALYTE POLVO SABOR A FRESA caja x 10 sobres, cada sobre de 29,144 g; ORALYTE POLVO SABOR A MANZANA caja x 10 sobres, cada sobre de 28,245 g; ORALYTE POLVO SABOR A COCO caja x 10 sobres, cada sobre de 28,190 g.  
Información adicional a su disposición en

**JAMES BROWN PHARMA**  
 San Javier N26-135 y Orellana  
 Telf.: 223-9255 . Fax 256-4295  
 Quito-Ecuador

Figura AXI 1 Ficha técnica del producto Oralyte

## ANEXO XII

### CÁLCULO DE LA CANTIDAD NECESARIA DE ORALYTE PARA TENER UNA ADECUADA REHIDRATACIÓN

Para que el trabajador tenga una adecuada hidratación, y compense las sales perdidas en el sudor, necesita por lo menos que la bebida hidratante contenga 1g/L de cloruro de sodio.

Para esto se procede a calcular la cantidad de agua que se tiene que poner por sobre para generar la cantidad adecuada de cloruro de sodio que necesitan dichos trabajadores expuestos a estrés térmico por calor.

Primero se obtiene la cantidad de sodio que se tiene en un sobre, para esto se utiliza la composición del Oralte que se encuentra detallada en el anexo XI.

#### **Composición de Sodio en el sobre de Oralte.**

Un sobre tiene 3,5 g de cloruro de sodio y 2,9 g de citrato de sodio.

Para saber la cantidad de sodio en el cloruro de sodio, se necesita conocer el peso molecular del sodio, el mismo que es igual a 23 g/mol y el peso molecular del cloruro de sodio, el cual es 58.45 g/mol.

$$3,5 \text{ g NaCl} * \frac{23 \text{ g}}{58,45 \text{ g}} = 1,38 \text{ g Na}$$

Para saber la cantidad de sodio en el citrato de sodio, se necesita conocer el peso molecular del sodio, el mismo que es igual a 23 g/mol y el peso molecular del citrato de sodio, el cual es 170,14 g/mol.

$$2,9 \text{ g Citrato de Na} * \frac{23 \text{ g}}{170,14 \text{ g}} = 0,39 \text{ g Na}$$

De los dos resultados calculados, tenemos como resultado total que en un sobre de Oralte se tiene aproximadamente 1,77 g de sodio.

Para encontrar la cantidad de agua que hay que colocar en un sobre para obtener

1g/L de cloruro de sodio, se procedió de la siguiente forma:

$$\frac{1 \text{ g NaCl}}{1 \text{ Litro}} * \frac{23 \text{ g Na}}{58,45 \text{ g NaCl}} * \frac{1,6 \text{ Litros}}{1 \text{ trababador}} * 8 \text{ trabajadores} = \frac{5,04 \text{ g Na}}{8 \text{ tabajadores - día}}$$

$$\frac{5,04 \text{ g Na}}{8 \text{ tabajadores - día}} * \frac{1 \text{ sobre}}{1,77 \text{ g Na}} = \frac{2,85 \text{ sobres}}{8 \text{ trabajadores - día}}$$

Entonces para conocer la cantidad de agua que se tiene que colocar para un sobre, se procedió de la siguiente manera:

Como cada trabajador va a ingerir 1,6 litros de bebida hidratante por día. El número total de litros para los 8 trabajadores va a ser de 12,8 litros de bebida hidratante.

$$\frac{12,8 \text{ L}}{2,85 \text{ sobres}} = 4,49 \frac{\text{L}}{\text{sobre}}$$

Entonces para preparar la bebida hidratante se va a colocar en un sobre 4 litros de agua.

**ANEXO XIII**

**CÁLCULO DEL FACTOR TRABAJO-DESCANSO PARA LOS  
TRABAJADORES EXPUESTOS A ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR  
ENTRE LA ZONA DE FRITURA Y EL SITIO DE DESCANSO**

Para calcular el factor trabajo – descanso, se utilizó la ecuación 1.9, para este ejemplo de cálculo se utiliza los índices WBGT de la zona de Fritura en el proceso de chifle en la mañana.

En la tabla AXIII 1 se detallan los valores de los índices WBGT que se utilizó para el cálculo de dicho factor.

**Tabla AXIII 1** Valores de índices WBGT en la zona de fritura y zona del sitio de descanso de la primera semana en la mañana

Símbología	Representación	Índice WBGT (°C)
A	Límite en el descanso	33
B	Zona de descanso	13,96
C	Zona de Trabajo	32,26
D	Límite en el trabajo	28

Con estos valores se calculó el factor de trabajo descanso.

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} * 60 \left( \frac{\text{min}}{h} \right)$$

$$ft = \frac{(33 - 13.96)}{(32,26 - 28) + (33 - 13,96)} * 60 \left( \frac{\text{min}}{h} \right)$$

**ft = 49,03 min/h**

Como se monitoreó, por 3 días en diferentes semanas, los parámetros ambientales del sitio de descanso, se obtuvieron los valores que se detallan en la tabla AXIII 2.

**Tabla AXIII 2** Factores de trabajo- descanso entre la zona de fritura del proceso chifle y el sitio de descanso de cuatro días a diferentes semanas en la mañana

Altura	Factor Trabajo-Descanso (min/h)
1ra Semana	49,03
2da Semana	48,90
3ra Semana	44,99

Para realizar el análisis estadístico, se utilizó tanto los valores que se detallan en la tabla AXIII 2 y las ecuaciones 1.13, 1.14, 1.15, 1.16, de la siguiente manera:

Para encontrar el promedio se calculó de la siguiente manera:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{3} (49,03 + 48,90 + 44,99)$$

$$\bar{x} = 47,64 \text{ min /h}$$

Para encontrar la desviación estándar, se sigue la siguiente ecuación:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(49,03 - 47,64)^2 + (48,90 - 47,64)^2 + (44,99 - 47,64)^2}{2}}$$

$$SD = 2,30$$

Para el cálculo del porcentaje de coeficiente de variación se procedió de la siguiente manera:

$$\% \text{ RSD} = \frac{SD}{\bar{x}} * 100$$

$$\% \text{ RSD} = \frac{2,30}{47,64} * 100$$

$$\% \text{RSD} = 4,82$$

Para calcular el valor de la capacidad de proceso, se utilizó los límites superior e inferior para estos parámetros son: 60 y 40 min/h respectivamente.

$$C_p = \frac{LST-LIT}{6 SD}$$

$$C_p = \frac{60 - 40}{6 (2,30)}$$

$$C_p = 1,45$$



**ANEXO XIV**

**ENCUESTA DE CLIMA LABORAL EN LA ZONA DE PRODUCCIÓN  
DE FRITURA (ANTES Y DESPUÉS DEL ESTUDIO DE ESTRÉS  
TÉRMICO)**

**Nombre:**

**Apellidos:**

**Turno:**

**Edad:**

Marque con una **X** o con un  $\surd$ , según sea su situación:

**Nomenclatura:**

- 1 Total acuerdo 😊      2 De acuerdo 😊      3 Indeciso 😐      4 Desacuerdo 😞  
5 Total desacuerdo 😞

N.-	Aspectos	😊	😊	😊	😊	😞
		1	2	3	4	5
1	La temperatura es adecuada en su lugar de trabajo					
2	Tiene poca sudoración cuando realiza sus actividades					
3	La empresa da capacitación sobre el uso de extintores					
4	La hidratación en su lugar de trabajo es suficiente					
5	El tiempo de permanencia al exceso de calor es adecuado					
6	La empresa brinda alimentación adecuada para la recuperación de energía perdida					
7	Al equipo y herramientas de trabajo que utiliza se le da mantenimiento					
8	El espacio es suficiente para la realización de sus actividades					
9	Los trabajadores tienen derecho a vacaciones cada año					
10	La empresa brinda vestimenta adecuada para los trabajadores					

**ANEXO XV**

**DATOS DE LAS ENCUESTAS LABORALES REALIZADAS A LOS  
TRABAJADORES DE LA ZONA DE FRITURA ANTES DEL  
ESTUDIO DE ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR**

**Tabla AXV 1** Datos de encuestas laborales realizadas a los trabajadores de la zona de producción de fritura antes del estudio de estrés térmico

Preguntas en Orden de Mayor a Menor	Preguntas de la Encuesta	Aspectos	Interpretación	Número de veces que se repite la contestación				
				1	2	3	4	5
1	1	La temperatura es adecuada en su lugar de trabajo	Temperatura adecuada					10
5	2	El tiempo de permanencia al exceso de calor es adecuado	Tiempo de permanencia				1	9
2	3	Tiene poca sudoración cuando realiza sus actividades	Sudoración				2	8
4	4	La hidratación en su lugar de trabajo es suficiente	Hidratación				9	1
8	5	El espacio es suficiente para la realización de sus actividades	Espacio suficiente	1	5	4		
7	6	Al equipo y herramientas de trabajo que utiliza se le da mantenimiento	Equipo y herramientas	6	3	1		
9	7	Los trabajadores tienen derecho a vacaciones cada año	Vacaciones anuales	6	4			
3	8	La empresa da capacitación sobre el uso de extintores	Uso de extintores	7	3			
10	9	La empresa brinda vestimenta adecuada para los trabajadores	Vestimenta Adecuada	8	2			
6	10	La empresa brinda alimentación adecuada para la recuperación de energía perdida	Alimentación adecuada	9	1			

**ANEXO XVI**

**DATOS DE LAS ENCUESTAS LABORALES REALIZADAS A LOS  
TRABAJADORES DE LA ZONA DE FRITURA ANTES DEL  
ESTUDIO DE ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR**

**Tabla AXVI 1** Datos de encuestas laborales realizadas a los trabajadores de la zona de producción de fritura después del estudio de estrés térmico

Preguntas en Orden de Mayor a Menor	Preguntas de la Encuesta	Aspectos	Interpretación	Número de veces que se repite la contestación				
				1	2	3	4	5
1	1	La temperatura es adecuada en su lugar de trabajo	Temperatura adecuada					10
5	2	El tiempo de permanencia al exceso de calor es adecuado	Tiempo de permanencia				1	9
2	3	Tiene poca sudoración cuando realiza sus actividades	Sudoración	3	4	3		
4	4	La hidratación en su lugar de trabajo es suficiente	Hidratación	4	4	2		
9	5	Los trabajadores tienen derecho a vacaciones cada año	Vacaciones anuales	5	4	1		
8	6	El espacio es suficiente para la realización de sus actividades	Espacio suficiente	3	3	1		
7	7	Al equipo y herramientas de trabajo que utiliza se le da mantenimiento	Equipo y herramientas	5	5			
10	8	La empresa brinda vestimenta adecuada para los trabajadores	Vestimenta Adecuada	6	4			
6	9	La empresa brinda alimentación adecuada para la recuperación de energía perdida	Alimentación adecuada	7	3			
3	10	La empresa da capacitación sobre el uso de extintores	Uso de extintores	8	2			

## ANEXO XVII

### TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZA EN LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN

**Tabla AXVII 1** Tiempo de las actividades realizadas en la zona de producción de pelado proceso chifle

Actividades					
1		2		3	
Operación					
Tomar verde de la gaveta		Pelar verde y colocar en la gaveta		Pesar verde pelado	
tiempo (s)					
Mañana					
<b>Promedio</b>	2,96	<b>Promedio</b>	8,17	<b>Promedio</b>	15,92
<b>SD</b>	0,18	<b>SD</b>	0,34	<b>SD</b>	0,25
<b>%RSD</b>	6,10	<b>%RSD</b>	4,14	<b>%RSD</b>	1,56
<b>Lsup</b>	3,62	<b>Lsup</b>	11,05	<b>Lsup</b>	17,08
<b>Linf</b>	2,01	<b>Linf</b>	6,29	<b>Linf</b>	14,01
<b>Cp</b>	1,48	<b>Cp</b>	2,34	<b>Cp</b>	2,07
Tarde					
<b>Promedio</b>	3,52	<b>Promedio</b>	9,71	<b>Promedio</b>	16,76
<b>SD</b>	0,16	<b>SD</b>	0,36	<b>SD</b>	0,25
<b>%RSD</b>	4,62	<b>%RSD</b>	3,72	<b>%RSD</b>	1,48
<b>Lsup</b>	4,55	<b>Lsup</b>	11,17	<b>Lsup</b>	18,21
<b>Linf</b>	2,11	<b>Linf</b>	8,34	<b>Linf</b>	14,89
<b>Cp</b>	2,50	<b>Cp</b>	1,31	<b>Cp</b>	2,23

Primera y segunda actividad (n = 448)      tercera actividad (n = 224)

**Tabla AXVII 2** Tiempo de las actividades realizadas en la zona de producción de pelado proceso yuca

Actividades									
1		2		3		4		5	
Tomar yuca de la gaveta		Pelar yuca y colocar en la gaveta		Lavar yuca pelada		Cortar yuca pelada y lavada		Pesar y lavar yuca picada	
Tiempo (s)									
Mañana									
<b>Promedio</b>	2,86	<b>Promedio</b>	28,10	<b>Promedio</b>	170,63	<b>Promedio</b>	7,42	<b>Promedio</b>	118,75
<b>SD</b>	0,07	<b>SD</b>	0,88	<b>SD</b>	3,14	<b>SD</b>	0,26	<b>SD</b>	1,60
<b>%RSD</b>	2,40	<b>%RSD</b>	3,15	<b>%RSD</b>	1,84	<b>%RSD</b>	3,53	<b>%RSD</b>	1,34
<b>Lsup</b>	3,41	<b>Lsup</b>	31,15	<b>Lsup</b>	182,01	<b>Lsup</b>	9,02	<b>Lsup</b>	128,35
<b>Linf</b>	2,50	<b>Linf</b>	24,14	<b>Linf</b>	150,15	<b>Linf</b>	5,97	<b>Linf</b>	101,01
<b>Cp</b>	2,21	<b>Cp</b>	1,32	<b>Cp</b>	1,69	<b>Cp</b>	1,94	<b>Cp</b>	2,85
Tarde									
<b>Promedio</b>	3,09	<b>Promedio</b>	28,87	<b>Promedio</b>	181,01	<b>Promedio</b>	8,42	<b>Promedio</b>	129,96
<b>SD</b>	0,08	<b>SD</b>	0,64	<b>SD</b>	2,38	<b>SD</b>	0,37	<b>SD</b>	2,30
<b>%RSD</b>	2,49	<b>%RSD</b>	2,23	<b>%RSD</b>	1,31	<b>%RSD</b>	4,44	<b>%RSD</b>	1,77
<b>Lsup</b>	3,68	<b>Lsup</b>	31,87	<b>Lsup</b>	180,15	<b>Lsup</b>	9,51	<b>Lsup</b>	139,80
<b>Linf</b>	2,45	<b>Linf</b>	25,70	<b>Linf</b>	157,26	<b>Linf</b>	6,06	<b>Linf</b>	119,54
<b>Cp</b>	2,66	<b>Cp</b>	1,60	<b>Cp</b>	1,60	<b>Cp</b>	1,54	<b>Cp</b>	1,47

Primera y segunda actividad (n = 384)      tercera, cuarta y quinta actividad (n = 192)

**Tabla AXVII 3** Tiempo de las actividades realizadas en la zona de producción de fritura proceso chifle

Actividades							
1		2		3		4	
Poner verde en la cortadora y freidora		Mezclar verde en la freidora		Sacar verde frito al escurridor		Colocar verde escurrido a la gaveta	
Tiempo (s)							
Mañana							
<b>Promedio</b>	174,35	<b>Promedio</b>	1367,44	<b>Promedio</b>	59,43	<b>Promedio</b>	45,67
<b>SD</b>	3,80	<b>SD</b>	44,07	<b>SD</b>	1,66	<b>SD</b>	0,93
<b>%RSD</b>	2,18	<b>%RSD</b>	3,22	<b>%RSD</b>	2,80	<b>%RSD</b>	2,03
<b>Lsup</b>	195,40	<b>Lsup</b>	1501,21	<b>Lsup</b>	69,89	<b>Lsup</b>	50,05
<b>Linf</b>	165,12	<b>Linf</b>	1081,33	<b>Linf</b>	53,23	<b>Linf</b>	40,15
<b>Cp</b>	1,33	<b>Cp</b>	1,59	<b>Cp</b>	1,67	<b>Cp</b>	1,78
Tarde							
<b>Promedio</b>	192,01	<b>Promedio</b>	1518,96	<b>Promedio</b>	62,61	<b>Promedio</b>	46,43
<b>SD</b>	3,37	<b>SD</b>	33,29	<b>SD</b>	1,59	<b>SD</b>	0,64
<b>%RSD</b>	1,76	<b>%RSD</b>	2,19	<b>%RSD</b>	2,54	<b>%RSD</b>	1,39
<b>Lsup</b>	207,50	<b>Lsup</b>	1595,85	<b>Lsup</b>	69,71	<b>Lsup</b>	51,61
<b>Linf</b>	180,78	<b>Linf</b>	1321,21	<b>Linf</b>	53,45	<b>Linf</b>	41,29
<b>Cp</b>	1,32	<b>Cp</b>	1,37	<b>Cp</b>	1,70	<b>Cp</b>	2,67
Actividades							
5		6		7		8	
Cargar gaveta con verde frito a la balanza		Cargar gaveta con verde frito pesado a empaque		Limpiar picador de verde		Sacar desechos de verde frito de la freidora	
Tiempo (s)							
Mañana							
<b>Promedio</b>	13,07	<b>Promedio</b>	47,28	<b>Promedio</b>	46,63	<b>Promedio</b>	36,46
<b>SD</b>	0,42	<b>SD</b>	0,83	<b>SD</b>	0,97	<b>SD</b>	0,94
<b>%RSD</b>	3,18	<b>%RSD</b>	1,76	<b>%RSD</b>	2,07	<b>%RSD</b>	2,57
<b>Lsup</b>	15,08	<b>Lsup</b>	50,05	<b>Lsup</b>	51,10	<b>Lsup</b>	40,01
<b>Linf</b>	10,86	<b>Linf</b>	42,11	<b>Linf</b>	43,75	<b>Linf</b>	32,12
<b>Cp</b>	1,69	<b>Cp</b>	1,59	<b>Cp</b>	1,27	<b>Cp</b>	1,40
Tarde							
<b>Promedio</b>	14,26	<b>Promedio</b>	48,58	<b>Promedio</b>	47,84	<b>Promedio</b>	38,30
<b>SD</b>	0,69	<b>SD</b>	1,06	<b>SD</b>	0,59	<b>SD</b>	0,73
<b>%RSD</b>	4,82	<b>%RSD</b>	2,17	<b>%RSD</b>	1,24	<b>%RSD</b>	1,90
<b>Lsup</b>	19,98	<b>Lsup</b>	54,11	<b>Lsup</b>	54,24	<b>Lsup</b>	42,43
<b>Linf</b>	10,05	<b>Linf</b>	42,02	<b>Linf</b>	44,01	<b>Linf</b>	36,43
<b>Cp</b>	2,41	<b>Cp</b>	1,91	<b>Cp</b>	2,87	<b>Cp</b>	1,37

Primera, tercera, cuarta, quinta, sexta, séptima y octava actividad (n = 288) segunda actividad (n = 48)

**Tabla AXVII 4** Tiempo de las actividades realizadas en la zona de producción de fritura  
proceso yuca

Actividades							
1		2		3		4	
Poner yuca en la freidora		Mezclar yuca en la freidora		Sacar yuca frita al escurridor		Colocar yuca escurrida a la gaveta	
Tiempo (s)							
Mañana							
<b>Promedio</b>	38,74	<b>Promedio</b>	316,75	<b>Promedio</b>	78,51	<b>Promedio</b>	48,14
<b>SD</b>	0,77	<b>SD</b>	5,81	<b>SD</b>	2,71	<b>SD</b>	0,93
<b>%RSD</b>	1,99	<b>%RSD</b>	1,83	<b>%RSD</b>	3,45	<b>%RSD</b>	1,92
<b>Lsup</b>	42,33	<b>Lsup</b>	347,15	<b>Lsup</b>	89,32	<b>Lsup</b>	52,59
<b>Linf</b>	35,23	<b>Linf</b>	289,12	<b>Linf</b>	64,49	<b>Linf</b>	43,45
<b>Cp</b>	1,54	<b>Cp</b>	1,67	<b>Cp</b>	1,53	<b>Cp</b>	1,64
Tarde							
<b>Promedio</b>	40,42	<b>Promedio</b>	331,38	<b>Promedio</b>	101,92	<b>Promedio</b>	49,52
<b>SD</b>	0,62	<b>SD</b>	5,02	<b>SD</b>	3,23	<b>SD</b>	0,79
<b>%RSD</b>	1,53	<b>%RSD</b>	1,51	<b>%RSD</b>	3,17	<b>%RSD</b>	1,60
<b>Lsup</b>	42,55	<b>Lsup</b>	362,32	<b>Lsup</b>	114,43	<b>Lsup</b>	52,14
<b>Linf</b>	37,11	<b>Linf</b>	295,12	<b>Linf</b>	85,31	<b>Linf</b>	45,05
<b>Cp</b>	1,47	<b>Cp</b>	2,23	<b>Cp</b>	1,50	<b>Cp</b>	1,49
Actividades							
5		6		7			
Cargar gaveta con yuca frita a la balanza		Cargar gaveta con yuca frita pesado a empaque		Sacar desechos de yuca frita de la freidora			
Tiempo (s)							
Mañana							
<b>Promedio</b>	12,58	<b>Promedio</b>	47,39	<b>Promedio</b>	36,59		
<b>SD</b>	0,37	<b>SD</b>	0,78	<b>SD</b>	0,88		
<b>%RSD</b>	2,91	<b>%RSD</b>	1,65	<b>%RSD</b>	2,40		
<b>Lsup</b>	14,58	<b>Lsup</b>	49,92	<b>Lsup</b>	40,03		
<b>Linf</b>	10,90	<b>Linf</b>	43,98	<b>Linf</b>	32,82		
<b>Cp</b>	1,68	<b>Cp</b>	1,27	<b>Cp</b>	1,37		
Tarde							
<b>Promedio</b>	12,97	<b>Promedio</b>	48,23	<b>Promedio</b>	37,72		
<b>SD</b>	0,34	<b>SD</b>	0,73	<b>SD</b>	0,68		
<b>%RSD</b>	2,61	<b>%RSD</b>	1,52	<b>%RSD</b>	1,81		
<b>Lsup</b>	14,56	<b>Lsup</b>	51,25	<b>Lsup</b>	40,44		
<b>Linf</b>	11,01	<b>Linf</b>	44,15	<b>Linf</b>	34,03		
<b>Cp</b>	1,75	<b>Cp</b>	1,62	<b>Cp</b>	1,56		

Primera, tercera, cuarta, quinta, sexta y séptima actividad (n = 288) segunda actividad (n = 72)

**Tabla AXVII 5** Tiempo de las actividades realizadas en la zona de producción de empaque

Actividades											
1		2		3		4		5		6	
Cargar gaveta con producto y colocar en la tolva de alimentación		Empacar fundas pequeñas con producto en funda plástica y sellar la misma		Colocar cinta adhesiva en caja de cartón		Colocar funda plástica con producto empacado en el cartón		Cargar caja de cartón con producto empacado a bodega temporal de empaque		Sacar producto de mala calidad en la tolva de alimentación	
Tiempo (s)											
Mañana											
<b>Promedio</b>	19,84	<b>Promedio</b>	16,16	<b>Promedio</b>	3,65	<b>Promedio</b>	2,72	<b>Promedio</b>	26,58	<b>Promedio</b>	49,24
<b>SD</b>	0,53	<b>SD</b>	0,59	<b>SD</b>	0,22	<b>SD</b>	0,16	<b>SD</b>	0,16	<b>SD</b>	0,25
<b>%RSD</b>	2,67	<b>%RSD</b>	3,67	<b>%RSD</b>	6,13	<b>%RSD</b>	5,83	<b>%RSD</b>	0,62	<b>%RSD</b>	0,51
<b>Lsup</b>	21,98	<b>Lsup</b>	18,65	<b>Lsup</b>	4,34	<b>Lsup</b>	3,34	<b>Lsup</b>	27,66	<b>Lsup</b>	51,29
<b>Linf</b>	17,51	<b>Linf</b>	14,00	<b>Linf</b>	2,00	<b>Linf</b>	2,03	<b>Linf</b>	24,95	<b>Linf</b>	48,05
<b>Cp</b>	1,40	<b>Cp</b>	1,31	<b>Cp</b>	1,74	<b>Cp</b>	1,38	<b>Cp</b>	2,75	<b>Cp</b>	2,15
Tarde											
<b>Promedio</b>	20,82	<b>Promedio</b>	17,88	<b>Promedio</b>	4,25	<b>Promedio</b>	2,96	<b>Promedio</b>	27,14	<b>Promedio</b>	49,75
<b>SD</b>	0,43	<b>SD</b>	0,44	<b>SD</b>	0,15	<b>SD</b>	0,08	<b>SD</b>	0,25	<b>SD</b>	0,30
<b>%RSD</b>	2,06	<b>%RSD</b>	2,49	<b>%RSD</b>	3,64	<b>%RSD</b>	2,82	<b>%RSD</b>	0,91	<b>%RSD</b>	0,61
<b>Lsup</b>	22,97	<b>Lsup</b>	20,01	<b>Lsup</b>	5,11	<b>Lsup</b>	3,57	<b>Lsup</b>	27,85	<b>Lsup</b>	51,38
<b>Linf</b>	18,95	<b>Linf</b>	15,12	<b>Linf</b>	3,48	<b>Linf</b>	2,65	<b>Linf</b>	25,47	<b>Linf</b>	46,14
<b>Cp</b>	1,56	<b>Cp</b>	1,83	<b>Cp</b>	1,76	<b>Cp</b>	1,84	<b>Cp</b>	1,60	<b>Cp</b>	2,89

Todas las actividades (n = 192)

**Tabla AXVII 6** Tiempo de las actividades realizadas en las zonas de producción de bodega I y bodega II

<b>Bodega I</b>									
<b>Actividades</b>									
1		2		3		4		5	
Llevar cajas de la zona de empaque a la bodega I		Cargar cajas y colocar en el coche		Llevar cajas en el coche al camión		Acomodar cajas en la bodega I		Colocar etiquetas en las cajas	
<b>Tiempo (s)</b>									
<b>Mañana</b>									
<b>Promedio</b>	57,37	<b>Promedio</b>	15,96	<b>Promedio</b>	27,51	<b>Promedio</b>	200,13	<b>Promedio</b>	128,11
<b>SD</b>	0,39	<b>SD</b>	0,11	<b>SD</b>	0,20	<b>SD</b>	1,25	<b>SD</b>	0,31
<b>%RSD</b>	0,67	<b>%RSD</b>	0,71	<b>%RSD</b>	0,73	<b>%RSD</b>	0,63	<b>%RSD</b>	0,24
<b>Lsup</b>	61,15	<b>Lsup</b>	16,98	<b>Lsup</b>	28,78	<b>Lsup</b>	205,93	<b>Lsup</b>	129,24
<b>Linf</b>	55,06	<b>Linf</b>	15,34	<b>Linf</b>	26,02	<b>Linf</b>	196,83	<b>Linf</b>	126,11
<b>Cp</b>	2,63	<b>Cp</b>	2,42	<b>Cp</b>	2,30	<b>Cp</b>	1,21	<b>Cp</b>	1,67
<b>Tarde</b>									
<b>Promedio</b>	58,33	<b>Promedio</b>	16,56	<b>Promedio</b>	28,37	<b>Promedio</b>	203,55	<b>Promedio</b>	128,78
<b>SD</b>	0,31	<b>SD</b>	0,31	<b>SD</b>	0,33	<b>SD</b>	0,82	<b>SD</b>	0,45
<b>%RSD</b>	0,53	<b>%RSD</b>	1,87	<b>%RSD</b>	1,15	<b>%RSD</b>	0,41	<b>%RSD</b>	0,35
<b>Lsup</b>	60,15	<b>Lsup</b>	17,36	<b>Lsup</b>	29,98	<b>Lsup</b>	208,54	<b>Lsup</b>	129,97
<b>Linf</b>	56,87	<b>Linf</b>	14,83	<b>Linf</b>	27,25	<b>Linf</b>	199,81	<b>Linf</b>	126,98
<b>Cp</b>	1,77	<b>Cp</b>	1,36	<b>Cp</b>	1,40	<b>Cp</b>	1,76	<b>Cp</b>	1,12
<b>Bodega II</b>									
<b>Actividades</b>									
1		2		3		4		5	
Llevar cajas de la bodega I a la bodega II		Cargar cajas y colocar en el coche		Llevar cajas en el coche al camión		Acomodar cajas en la bodega II		Colocar etiquetas en las cajas	
<b>Tiempo (s)</b>									
<b>Mañana</b>									
<b>Promedio</b>	207,97	<b>Promedio</b>	16,70	<b>Promedio</b>	30,87	<b>Promedio</b>	355,21	<b>Promedio</b>	131,76
<b>SD</b>	0,21	<b>SD</b>	0,29	<b>SD</b>	0,19	<b>SD</b>	3,67	<b>SD</b>	0,56
<b>%RSD</b>	0,10	<b>%RSD</b>	1,73	<b>%RSD</b>	0,62	<b>%RSD</b>	1,03	<b>%RSD</b>	0,43
<b>Lsup</b>	209,15	<b>Lsup</b>	17,35	<b>Lsup</b>	32,08	<b>Lsup</b>	382,92	<b>Lsup</b>	134,58
<b>Linf</b>	206,56	<b>Linf</b>	15,12	<b>Linf</b>	29,75	<b>Linf</b>	327,45	<b>Linf</b>	127,31
<b>Cp</b>	2,01	<b>Cp</b>	1,29	<b>Cp</b>	2,03	<b>Cp</b>	2,52	<b>Cp</b>	2,15
<b>Tarde</b>									
<b>Promedio</b>	208,96	<b>Promedio</b>	17,13	<b>Promedio</b>	31,33	<b>Promedio</b>	370,84	<b>Promedio</b>	134,29
<b>SD</b>	0,35	<b>SD</b>	0,09	<b>SD</b>	0,25	<b>SD</b>	4,76	<b>SD</b>	0,58
<b>%RSD</b>	0,17	<b>%RSD</b>	0,53	<b>%RSD</b>	0,79	<b>%RSD</b>	1,28	<b>%RSD</b>	0,43
<b>Lsup</b>	210,32	<b>Lsup</b>	17,77	<b>Lsup</b>	32,11	<b>Lsup</b>	386,87	<b>Lsup</b>	136,59
<b>Linf</b>	207,45	<b>Linf</b>	16,08	<b>Linf</b>	29,79	<b>Linf</b>	345,12	<b>Linf</b>	132,11
<b>Cp</b>	1,36	<b>Cp</b>	3,10	<b>Cp</b>	1,57	<b>Cp</b>	1,46	<b>Cp</b>	1,29

Todas las actividades tanto en bodega I como bodega II (n = 192)



## ANEXO XVIII

## PARÁMETROS AMBIENTALES DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN

Tabla A XVIII 1 Parámetros ambientales de la zona de producción de fritura (proceso chifle)

Zona de Fritura Proceso Chifle					
Mañana					
Altura de Medición	Parámetros Ambientales	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana
Cabeza	tbhn (°C)	24,35	24,95	25,32	24,91
	tg (°C)	43,96	55,97	53,33	56,83
	tbs (°C)	45,25	48,18	50,03	53,24
	%HR	13,75	11,67	11,83	10,67
	Va (m/s)	0,26	0,32	0,30	0,35
Abdomen	tbhn (°C)	25,74	24,86	27,57	26,34
	tg (°C)	48,79	50,72	52,08	51,96
	tbs (°C)	51,44	48,75	53,37	51,06
	%HR	10,08	11,44	10,25	11,17
	Va (m/s)	0,38	0,39	0,45	0,47
Tobillos	tbhn (°C)	24,49	22,96	25,32	24,21
	tg (°C)	53,67	49,33	53,88	51,71
	tbs (°C)	50,37	46,13	50,99	52,73
	%HR	10,33	12,83	10,50	10,33
	Va (m/s)	0,32	0,25	0,40	0,28
Tarde					
Altura de Medición	Parámetros Ambientales	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana
Cabeza	tbhn (°C)	25,51	25,00	26,71	25,37
	tg (°C)	46,13	53,96	49,79	55,21
	tbs (°C)	46,68	49,53	49,84	50,46
	%HR	12,08	10,67	11,00	10,50
	Va (m/s)	0,33	0,35	0,30	0,40
Abdomen	tbhn (°C)	24,21	24,83	26,94	25,51
	tg (°C)	47,17	51,13	50,42	53,18
	tbs (°C)	45,43	78,14	50,35	51,38
	%HR	12,33	10,63	10,83	10,00
	Va (m/s)	0,38	0,38	0,41	0,52
Tobillos	tbhn (°C)	23,89	23,29	24,81	25,23
	tg (°C)	50,29	50,04	47,50	53,83
	tbs (°C)	45,98	49,77	48,06	51,07
	%HR	12,17	10,83	11,50	10,33
	Va (m/s)	0,27	0,25	0,27	0,25

**Tabla A XVIII 2** Parámetros ambientales de la zona de producción de fritura (proceso yuca)

<b>Zona de Fritura Proceso Yuca</b>					
<b>Mañana</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Cabeza</b>	<b>tbhn (°C)</b>	25,42	26,25	27,87	26,39
	<b>tg (°C)</b>	49,42	52,92	62,00	66,46
	<b>tbs (°C)</b>	45,72	44,24	52,48	52,43
	<b>%HR</b>	13,08	14,33	12,58	9,58
	<b>Va (m/s)</b>	0,44	0,56	0,36	0,48
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	25,19	26,49	26,90	25,93
	<b>tg (°C)</b>	55,38	58,19	57,67	55,33
	<b>tbs (°C)</b>	47,07	50,42	50,47	48,89
	<b>%HR</b>	12,42	13,06	10,42	10,17
	<b>Va (m/s)</b>	0,39	0,49	0,59	0,69
<b>Tobillos</b>	<b>tbhn (°C)</b>	24,21	24,68	23,10	23,61
	<b>tg (°C)</b>	56,76	56,21	53,13	56,04
	<b>tbs (°C)</b>	49,82	51,40	53,06	52,99
	<b>%HR</b>	10,92	12,17	9,42	10,00
	<b>Va (m/s)</b>	0,28	0,33	0,26	0,29
<b>Tarde</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Cabeza</b>	<b>tbhn (°C)</b>	25,14	25,00	25,46	26,62
	<b>tg (°C)</b>	46,50	46,54	49,50	49,38
	<b>tbs (°C)</b>	41,93	43,55	44,69	46,15
	<b>%HR</b>	14,50	14,42	9,17	9,33
	<b>Va (m/s)</b>	0,49	0,66	0,31	0,36
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	25,97	25,56	26,67	26,76
	<b>tg (°C)</b>	54,81	54,72	60,04	57,71
	<b>tbs (°C)</b>	44,53	49,71	50,77	47,34
	<b>%HR</b>	13,92	13,88	10,67	9,17
	<b>Va (m/s)</b>	0,37	0,44	0,45	0,55
<b>Tobillos</b>	<b>tbhn (°C)</b>	23,10	24,31	24,86	24,07
	<b>tg (°C)</b>	50,50	54,29	55,83	55,04
	<b>tbs (°C)</b>	43,55	45,45	47,15	51,00
	<b>%HR</b>	13,75	14,58	9,08	8,58
	<b>Va (m/s)</b>	0,35	0,43	0,23	0,32

**Tabla A XVIII 3** Parámetros ambientales de la zona de producción de pelado

<b>Zona de Pelado Proceso Chifle</b>					
<b>Mañana</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	15,14	15,49	14,44	15,28
	<b>tg (°C)</b>	24,03	22,44	22,27	23,98
	<b>tbs (°C)</b>	23,73	23,05	22,16	23,86
	<b>%HR</b>	38,00	37,50	36,19	38,19
	<b>Va (m/s)</b>	0,34	0,35	0,43	0,45
<b>Tarde</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	14,62	15,90	15,17	15,38
	<b>tg (°C)</b>	21,18	24,56	24,13	22,18
	<b>tbs (°C)</b>	19,81	25,41	24,51	22,14
	<b>%HR</b>	37,25	30,69	30,63	38,63
	<b>Va (m/s)</b>	0,31	0,34	0,42	0,34
<b>Zona de Pelado Proceso Yuca</b>					
<b>Mañana</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	13,98	15,56	15,24	14,27
	<b>tg (°C)</b>	21,55	21,36	22,58	19,88
	<b>tbs (°C)</b>	21,62	21,64	21,72	19,64
	<b>%HR</b>	36,25	49,38	39,00	47,19
	<b>Va (m/s)</b>	0,45	0,39	0,47	0,49
<b>Tarde</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	15,19	15,80	16,46	14,44
	<b>tg (°C)</b>	24,13	24,24	25,34	21,64
	<b>tbs (°C)</b>	24,57	24,10	24,88	21,56
	<b>%HR</b>	30,56	33,81	31,19	35,69
	<b>Va (m/s)</b>	0,43	0,40	0,50	0,40

**Tabla A XVIII 4** Parámetros ambientales de las zonas de producción de empaque y bodega I

<b>Zona de Empaque</b>					
<b>Mañana</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	18,19	16,06	16,85	19,07
	<b>tg (°C)</b>	28,48	24,53	26,18	23,20
	<b>tbs (°C)</b>	54,41	24,78	25,48	22,72
	<b>%HR</b>	24,67	34,92	34,83	40,50
	<b>Va (m/s)</b>	0,31	0,30	0,40	0,41
<b>Tarde</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	18,80	17,36	18,06	17,59
	<b>tg (°C)</b>	29,25	22,14	21,23	23,18
	<b>tbs (°C)</b>	29,53	21,98	20,72	22,73
	<b>%HR</b>	44,92	45,50	48,00	47,67
	<b>Va (m/s)</b>	0,34	0,35	0,36	0,39
<b>Zona de Bodega I</b>					
<b>Mañana</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	15,74	16,99	15,60	16,16
	<b>tg (°C)</b>	22,75	24,25	21,78	22,29
	<b>tbs (°C)</b>	23,37	24,80	21,38	22,15
	<b>%HR</b>	34,08	34,25	35,00	34,50
	<b>Va (m/s)</b>	0,32	0,36	0,35	0,36
<b>Tarde</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	16,94	16,57	15,23	15,51
	<b>tg (°C)</b>	23,83	21,30	21,54	22,28
	<b>tbs (°C)</b>	23,31	189,38	21,13	21,75
	<b>%HR</b>	34,58	35,33	34,17	33,67
	<b>Va (m/s)</b>	0,41	0,31	0,37	0,35

**Tabla A XVIII 5** Parámetros ambientales de la zona de producción de bodega II

<b>Zona de Bodega II</b>					
<b>Mañana</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	14,17	14,91	14,72	14,12
	<b>tg (°C)</b>	20,01	20,33	20,89	20,29
	<b>tbs (°C)</b>	20,82	20,90	20,34	20,78
	<b>%HR</b>	36,00	41,33	37,42	39,92
	<b>Va (m/s)</b>	0,50	0,34	0,53	0,35
<b>Tarde</b>					
<b>Altura de Medición</b>	<b>Parámetros Ambientales</b>	<b>1ra Semana</b>	<b>2da Semana</b>	<b>3ra Semana</b>	<b>4ta Semana</b>
<b>Abdomen</b>	<b>tbhn (°C)</b>	13,56	14,77	13,98	13,70
	<b>tg (°C)</b>	21,33	19,69	21,10	19,75
	<b>tbs (°C)</b>	21,90	20,03	21,08	20,81
	<b>%HR</b>	29,17	46,33	38,42	41,50
	<b>Va (m/s)</b>	0,63	0,48	0,55	0,50

## ANEXO XIX

### CÁLCULO DEL ÍNDICE WBGT PROMEDIO REAL Y LA DOSIS DE ESTRÉS TÉRMICO

#### Ejemplo de Cálculo del Índice WBGT del área de Producción de Fritura Proceso Chifle

Como en esta zona de producción se encuentra un equipo que genera calor (Freidoras), se monitorizó los parámetros ambientales en 3 diferentes alturas.

En la 1ra Semana se tiene los siguientes datos de temperatura húmeda natural (thn) y temperatura de globo (tg):

**Tabla AXIX 1** Datos de temperatura húmeda natural y temperatura de globo en la primera semana de la zona de producción de fritura proceso chifle (mañana)

Altura	Temperatura húmeda natural (thn) (°C)	Temperatura de globo (tg) (°C)
Cabeza	24,35	44,80
Abdomen	25,74	48,79
Tobillos	24,49	53,67

Con los datos de thn y tg a la altura de la cabeza, detallados en la tabla AXXXVIII 1 y con la ecuación 1.3, se procede a calcular el índice WBGT promedio real de tal altura.

$$\text{WBGT}_{\text{cabeza}} = 0,7 t_{\text{hn}} + 0,3 t_{\text{g}}$$

$$\text{WBGT}_{\text{cabeza}} = 0,7 (24,35) + 0,3 (44,80)$$

$$\text{WBGT}_{\text{cabeza}} = \mathbf{30,49 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Con la ayuda de la ecuación 1.3, se calcula el resto de los índices WBGT de las alturas del abdomen y tobillos, cuyos resultados se observan en la tabla AXIX 2.

**Tabla AXIX 2** Índice WBGT promedio real en la primera semana de la zona de producción de fritura proceso chifle (mañana)

Altura	Índice WBGT Promedio Real (°C)
Cabeza	30,49
Abdomen	32,66
Tobillos	33,24

Con los datos de la tabla AXIX 2, se procede a calcular el índice WBGT promedio, con la ayuda de la ecuación 1.7.

$$WBGT = \frac{WBGT \text{ cabeza} + 2WBGT \text{ abdomen} + WBGT \text{ tobillo}}{4}$$

$$WBGT = \frac{30,49 + 32,66 + 33,24}{4}$$

$$\mathbf{WBGT = 32,26 \text{ °C}}$$

Con el resultado anterior, se calcula la dosis de estrés térmico, con la aplicación de la ecuación 1.11

$$dosis = \frac{WBGT}{T \text{ std}}$$

$$dosis = \frac{32,26}{25}$$

$$\mathbf{dosis = 1,29}$$

**ANEXO XX**

**ANÁLISIS FINANCIERO PARA LA INSTALACIÓN DE LAS  
MEDIDAS DE CONTROL PROPUESTAS TANTO PARA LA FUENTE  
COMO PARA EL MEDIO DE TRANSMISIÓN**

**INVERSIÓN TOTAL FIJA**

En primer lugar se toma en cuenta los costos fijos, los mismos que se encuentran detallados en la tabla AXX 1.

**Tabla AXX 1** Costos fijos de las medidas de control propuestas en la fuente y en el medio de transmisión

<b>Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo (USD/unidad)</b>	<b>Costo Total (USD)</b>
Freidora Semi-Automática	8	7 021,00	56 168,00
Sistema de Extracción localizada	1	40 791,30	40 791,30
Soporte metálico para asentar extractor centrífugo	1	1 187,53	1 187,53
		<b>TOTAL</b>	<b>98 146,83</b>

Respecto a los costos variables adicionales, para las freidoras semiautomáticas se investigó el consumo de GLP, para la zona de producción de fritura de lunes a viernes, en 2 turnos de 8 horas.

**Tabla AXX 2** Costos variables adicionales para las freidoras semiautomáticas

<b>Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>(USD/kg) GLP</b>	<b>Flujo GLP (gal/h)</b>	<b>Densidad GLP (kg/gal)</b>	<b>Costo GLP (USD/año)</b>
Freidora Semi-Automática	8	0,92	2,00	6,83	386 051,51



Y para el extractor centrífugo y ventilador se investigó el consumo de electricidad, también para la zona de producción de fritura de lunes a viernes, en 2 turnos de 8 horas y observando la cartilla de luz de la empresa para obtener el precio del kilovatio hora, siendo el costo de la energía eléctrica de la empresa de 424,86 USD por 1 473,04 kwh.

**Tabla AXX 3** Costos variables adicionales para el extractor centrífugo y ventilador del sistema de extracción localizada

Equipo	Unidad	(USD/kwh)	Potencia (HP)	Gasto electricidad (kwh/año)	Costo electricidad (USD/año)
Extractor Centrífugo con Alabes Rectos Atrasados	1	0,29	30	85 939,20	24 786,92
Ventilador	1	0,29	2	5 729,28	1 652,46

Para el costo variable del mantenimiento del sistema de extracción localizada y las freidoras semiautomáticas se investigó el sueldo del técnico de planta que se encuentra en la empresa.

**Tabla AXX 4** Costos de mantenimiento para del sistema de extracción localizada y las freidoras semiautomáticas

	Unidad	Sueldo Mensual (USD)	Costo (USD/año)
Mecánico Técnico	1	400	4 800

Así mismo se investigó los sueldos de los trabajadores y del supervisor que se encuentran involucrados en la zona de producción de fritura.

**Tabla AXX 5** Costos de mantenimiento para del sistema de extracción localizada y las freidoras semiautomáticas

<b>N. - Trabajadores</b>	<b>Sueldo mensual (USD/trabajador)</b>	<b>Gasto por sueldo (USD/año)</b>
10	350	42 000
Supervisor	600	7 200
	<b>TOTAL</b>	<b>49 200</b>

Con los costos variables adicionales de los equipos, del mantenimiento y de los trabajadores y supervisor se obtiene los costos variables totales, los mismos que se detallan en la tabla AXX 6.

**Tabla AXX 6** Costos variables totales para del sistema de extracción localizada y las freidoras semiautomáticas

<b>VARIABLES</b>	<b>(USD/año)</b>
Equipo	412 490,89
Mantenimiento	4 800,00
Trabajadores de Planta más Supervisor	49 200,00
<b>TOTAL</b>	<b>466 490,89</b>

Los costos de mano de obra adicional se observan en la tabla AXX 7.

**Tabla AXX 7** Costos de mano de obra adicional para del sistema de extracción localizada y las freidoras semiautomáticas

	<b>Unidad</b>	<b>Salario Mensual (USD)</b>	<b>Tiempo de trabajo (meses)</b>	<b>Costo Total (USD)</b>
Proyectista	1	1 500	12	1 500
Técnico instalador	1	400	3	1 200
Mecánico	1	300	3	900
			<b>TOTAL:</b>	<b>3 600</b>

## INGRESO ANUAL

El departamento financiero de la empresa, facilita la información del precio sin impuesto de valor agregado, de sus productos chifles y yuquitas, en las fechas 15/11/2010, 10/01/2011 y 09/01/2012.

En las tablas AXX 8 y AXX 9 se detallan los precios de los productos mencionados anteriormente.

**Tabla AXX 8** Precios sin impuesto al valor agregado del producto chifle

Chifles		2010		2011		2012	
Presentación	Cantidad (g)	Precio (USD)	(USD/kg)	Precio (USD)	(USD/kg)	Precio (USD)	(USD/kg)
Chifles dulce	30	0,1860	6,200	0,1860	6,200	0,1860	6,200
Chifles	47	0,2233	4,751	0,2233	4,751	0,2604	5,540
Chifles	47	0,2233	4,751	0,2233	4,751	0,2604	5,540
Chifles	100	0,4837	4,837	0,4837	4,837	0,5580	5,580
Chifles	150	0,6697	4,465	0,7069	4,713	0,7441	4,961
Chifles Almohada	564	2,6786	4,749	2,6786	4,749	3,1250	5,541
Chifles	1000	2,9018	2,902	2,9018	2,902	3,1250	3,125

**Tabla AXX 9** Precios sin impuesto al valor agregado del producto yucas

Yuquitas		2010		2011		2012	
Presentación	Cantidad (g)	Precio (USD)	(USD/kg)	Precio (USD)	(USD/kg)	Precio (USD)	(USD/kg)
Yuquitas	40	0,2233	5,583	0,2604	6,510	0,2604	6,510
Yuquitas	100	0,5581	5,581	0,6325	6,325	0,6325	6,325
Yuquitas	150	0,8185	5,457	0,9301	6,201	0,9301	6,201
Yuquitas	1000	3,5715	3,572	3,5715	3,572	3,5715	3,572

Con los valores, descritos en las tablas anteriores, se procedió a calcular el índice USD/kg, para los años, en los cuales se nos entregó la información, los cuales se encuentran descritos en la tabla AXX 10.

**Tabla AXX 10** Valores del índice USD/kg de los productos chifle y yuquitas

Producto	(USD/kg)		
	2010	2011	2012
Chifles	4,959	5,000	5,560
Yuquitas	5,540	6,345	6,345

Luego se calculó el promedio del índice USD/kg por año, como también se obtuvo el ingreso teórico anual, que la empresa obtiene, al tomar en cuenta todas las zonas de producción. En la tabla AXX 11, se detallan los valores mencionados.

**Tabla AXX 11** Promedio del índice USD/kg por año e ingreso total anual

Año	(kg) producidos	(USD/kg)	(USD/año)	Promedio (USD/año)
2010	435 000	4,30	1 872 479,36	2 149 048,94
2011	465 000	4,65	2 163 001,10	
2012	494 063	4,88	2 411 666,36	

## TASAS DE INTERÉS

Las tasas de interés que se investigó en el Banco Central del Ecuador son las que se detallan en la tabla AXX 12.

**Tabla AXX 12** Tasas de interés

Tasa de Impuesto a la Renta	25,00%
Tasa Pasiva	5,35%
Tasa Activa	11,83%
LIBOR	4,00%
Tasa de Descuento	14,83%
Tasa de Depreciación	20,00%

(Banco Central del Ecuador, 2012)

Luego se realiza un flujo de caja neto, aquí se considera un tiempo de vida del proyecto de rentabilidad de 5 años y un tiempo de operación de 4 años.

En la tabla AXX 13, se detallan los lineamientos del flujo de caja neto.

**Tabla AXX 13** Flujo de caja neto

Línea	Fin de	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016
	Año de Operación	-1	0	1	2	3	4
	Año de Descuento	0	1	2	3	4	5
1	Inversión Inicial	-98 146,83					
2	Mano de Obra Adicional	-3 600,00					
3	Capital Total	-101 746,83					
4	Ingreso por automatización y sistema de extracción		664 198,26	664 198,26	664 198,26	664 198,26	664 198,26
5	Costo Variable Adicional		-466 490,89	-466 490,89	-466 490,89	-466 490,89	-466 490,89
6	Capital Descontado	-101 746,83					
7	Ingreso Operativo		197 707,37	197 707,37	197 707,37	197 707,37	197 707,37
8	Depreciación		-19 629,37	-19 629,37	-19 629,37	-19 629,37	-19 629,37
9	Ingreso antes de Impuestos		178 078,00	178 078,00	178 078,00	178 078,00	178 078,00
10	Impuesto a la Renta		-44 519,50	-44 519,50	-44 519,50	-44 519,50	-44 519,50
11	Ingreso Neto		133 558,50	133 558,50	133 558,50	133 558,50	133 558,50
12	Flujo Efectivo	-101 746,83	153 187,87	153 187,87	153 187,87	153 187,87	153 187,87
13	Flujos Descontados	-101 746,83	133 404,05	116 175,25	101 171,52	88 105,48	76 726,88

**ANEXO XXI**  
**TEMPERATURA INTERNA CORPORAL EN LA ZONA DE**  
**PRODUCCIÓN DE FRITURA**

**Tabla AXXI 1** Temperatura interna corporal de los trabajadores en el proceso chifle

<b>Zona de Fritura Proceso Chifle</b>					
<b>Temperatura Interna Corporal (°C)</b>					
<b>Entra al Sitio de Descanso</b>					
<b>Mañana</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>(%) RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
36,3	0,22	0,61	37,1	35,5	1,21
<b>Tarde</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>(%) RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
36,4	0,15	0,42	37,5	35,6	2,06
<b>Sale del Sitio de Descanso</b>					
<b>Mañana</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>(%) RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
35,4	0,20	0,57	36,3	34,9	1,16
<b>Tarde</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>(%) RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
35,6	0,19	0,55	36,1	34,9	1,03

(n= 512)

**Tabla AXXI 2** Temperatura interna corporal de los trabajadores en el proceso yuca

<b>Zona de Fritura Proceso Yuca</b>					
<b>Temperatura Interna Corporal (°C)</b>					
<b>Entra al Sitio de Descanso</b>					
<b>Mañana</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
36,4	0,08	0,23	36,8	35,8	2,00
<b>Tarde</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
36,5	0,08	0,22	36,8	35,9	1,90
<b>Sale del Sitio de Descanso</b>					
<b>Mañana</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
35,4	0,08	0,23	35,8	35,0	1,64
<b>Tarde</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
35,5	0,03	0,09	35,8	35,2	3,16

(n= 512)

**ANEXO XXII**  
**FRECUENCIA CARDIACA EN LA ZONA DE PRODUCCIÓN DE**  
**FRITURA**

**Tabla AXXII 1** Frecuencia cardiaca de los trabajadores en el proceso chifle

<b>Zona de Fritura Proceso Chifle</b>					
<b>Frecuencia Cardiaca (latidos/min)</b>					
<b>Entra al Sitio de Descanso</b>					
<b>Proceso Chifle Mañana</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
101	1,49	1,47	108	90	2,02
<b>Proceso Chifle Tarde</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
101	3,77	3,72	114	84	1,33
<b>Frecuencia Cardiaca (latidos/min)</b>					
<b>Sale del Sitio de Descanso</b>					
<b>Proceso Chifle Mañana</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
83	3,52	4,23	96	60	1,7
<b>Proceso Chifle Tarde</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
83	4,35	5,27	96	66	1,15

(n= 512)

**Tabla AXXII 2** Frecuencia cardiaca de los trabajadores en el proceso yuca

<b>Zona de Fritura Proceso Yuca</b>					
<b>Frecuencia Cardiaca (latidos/min)</b>					
<b>Entra al Sitio de Descanso</b>					
<b>Proceso Yuca Mañana</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
103	2,79	2,71	114	84	1,79
<b>Proceso Yuca Tarde</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
107	1,34	1,25	114	96	2,23
<b>Frecuencia Cardiaca (latidos/min)</b>					
<b>Sale del Sitio de Descanso</b>					
<b>Proceso Yuca Mañana</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
82	3,44	4,19	96	72	1,16
<b>Proceso Yuca Tarde</b>					
<b>Promedio</b>	<b>SD</b>	<b>%RSD</b>	<b>Lsup</b>	<b>Linf</b>	<b>Cp</b>
86	1,76	2,06	96	72	2,27

(n= 512)

**ANEXO XXIII**  
**VALORES DE DENSIDAD Y PH DE LA ORINA ANTES Y DESPUÉS**  
**DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL EN**  
**EL RECEPTOR EN LA ZONA DE PRODUCCIÓN DE FRITURA**

**Tabla AXXIII 1** Valores de densidad y pH de la orina antes de la implementación de descanso y rehidratación a los trabajadores de la zona de producción de fritura

<b>Antes de la Implementación de Descanso y Rehidratación</b>					
<b>Mañana</b>			<b>Tarde</b>		
<b>Persona</b>	<b>densidad (g/mL)</b>	<b>pH</b>	<b>Persona</b>	<b>densidad (g/mL)</b>	<b>pH</b>
<b>1</b>	1,020	6	<b>1</b>	1,017	6
<b>2</b>	1,022	5	<b>2</b>	1,027	6
<b>3</b>	1,018	6	<b>3</b>	1,015	6
<b>4</b>	1,022	6	<b>4</b>	1,022	5
<b>5</b>	1,015	6	<b>5</b>	1,017	5
<b>6</b>	1,010	7	<b>6</b>	1,013	6
<b>7</b>	1,023	5	<b>7</b>	1,017	6
<b>Promedio</b>	1,019	6	<b>Promedio</b>	1,018	6
<b>SD</b>	0,005	0,535	<b>SD</b>	0,005	0,488
<b>%RSD</b>	0,46	9,28	<b>%RSD</b>	0,45	8,68
<b>Lsup</b>	1,030	7	<b>Lsup</b>	1,030	7
<b>Linf</b>	1,000	5	<b>Linf</b>	1,005	5
<b>Cp</b>	1,07	0,62	<b>Cp</b>	0,91	0,68

Tanto para densidad como para pH (n = 40)

**Tabla AXXIII 2** Valores de densidad y pH de la orina después de la implementación de descanso y rehidratación a los trabajadores de la zona de producción de fritura proceso chifle

<b>Proceso Chifle</b>					
<b>Después de la Implementación de Descanso y Rehidratación</b>					
<b>Mañana</b>			<b>Tarde</b>		
<b>Persona</b>	<b>densidad (g/mL)</b>	<b>pH</b>	<b>Persona</b>	<b>densidad (g/mL)</b>	<b>pH</b>
<b>1</b>	1,016	7	<b>1</b>	1,011	7
<b>2</b>	1,019	6	<b>2</b>	1,020	6
<b>3</b>	1,020	6	<b>3</b>	1,015	6
<b>4</b>	1,018	6	<b>4</b>	1,020	6
<b>5</b>	1,016	6	<b>5</b>	1,013	6
<b>6</b>	1,018	6	<b>6</b>	1,023	6
<b>7</b>	1,019	6	<b>7</b>	1,018	6
<b>8</b>	1,023	6	<b>8</b>	1,016	7
<b>Promedio</b>	1,018	6	<b>Promedio</b>	1,017	6
<b>SD</b>	0,002	0,312	<b>SD</b>	0,004	0,411
<b>%RSD</b>	0,20	5,17	<b>%RSD</b>	0,38	6,60
<b>Lsup</b>	1,025	7	<b>Lsup</b>	1,025	8
<b>Linf</b>	1,005	5	<b>Linf</b>	1,000	5
<b>Cp</b>	1,60	1,07	<b>Cp</b>	1,07	1,22

Tanto para densidad como para pH (n = 64)



**Tabla AXXIII 3** Valores de densidad y pH de la orina después de la implementación de descanso y rehidratación a los trabajadores de la zona de producción de fritura proceso yuca

<b>Proceso Yuca</b>					
<b>Después de la Implementación de Descanso y Rehidratación</b>					
<b>Mañana</b>			<b>Tarde</b>		
<b>Persona</b>	<b>densidad (g/mL)</b>	<b>pH</b>	<b>Persona</b>	<b>densidad (g/mL)</b>	<b>pH</b>
<b>1</b>	1,015	7	<b>1</b>	1,009	7
<b>2</b>	1,020	6	<b>2</b>	1,022	6
<b>3</b>	1,020	6	<b>3</b>	1,011	6
<b>4</b>	1,020	6	<b>4</b>	1,019	6
<b>5</b>	1,015	6	<b>5</b>	1,015	7
<b>6</b>	1,017	6	<b>6</b>	1,016	7
<b>7</b>	1,021	6	<b>7</b>	1,024	6
<b>8</b>	1,015	6	<b>8</b>	1,011	6
<b>Promedio</b>	1,018	6	<b>Promedio</b>	1,016	6
<b>SD</b>	0,003	0,327	<b>SD</b>	0,005	0,364
<b>%RSD</b>	0,270	5,34	<b>%RSD</b>	0,52	5,86
<b>Lsup</b>	1,025	7	<b>Lsup</b>	1,025	8
<b>Linf</b>	1,010	5	<b>Linf</b>	1,005	5
<b>Cp</b>	0,92	1,02	<b>Cp</b>	0,63	1,37

Tanto para densidad como para pH (n = 64)

## ANEXO XXIV

**CÁLCULO DEL PUNTAJE Y PORCENTAJE ACUMULADO PARA REALIZAR LOS DIAGRAMAS DE PARETO ANTES Y DESPUÉS DEL ESTUDIO DE ESTRÉS TÉRMICO**

**Tabla AXXIV 1** Cálculo de puntuación y porcentaje acumulado para realizar el diagrama de Pareto antes del estudio de estrés térmico

Preguntas en Orden de Mayor a Menor	Preguntas de la Encuesta	Aspectos	Interpretación	Número de veces que se repite la contestación					Puntuación	Puntuación Acumulada	% del Total	% Acumulado del Total
				1	2	3	4	5				
1	1	La temperatura es adecuada en su lugar de trabajo	Temperatura adecuada					10	100	100	25%	25%
5	2	El tiempo de permanencia al exceso de calor es adecuado	Tiempo de permanencia				1	9	97	197	24%	48%
2	3	Tiene poca sudoración cuando realiza sus actividades	Sudoración				2	8	94	291	23%	71%
4	4	La hidratación en su lugar de trabajo es suficiente	Hidratación				9	1	73	364	18%	89%
8	5	El espacio es suficiente para la realización de sus actividades	Espacio suficiente	1	5	4			25	389	6%	96%
7	6	Al equipo y herramientas de trabajo que utiliza se le da mantenimiento	Equipo y herramientas	6	3	1			8	397	2%	98%
9	7	Los trabajadores tienen derecho a vacaciones cada año	Vacaciones anuales	6	4				4	401	1%	99%
3	8	La empresa da capacitación sobre el uso de extintores	Uso de extintores	7	3				3	404	1%	99%
10	9	La empresa brinda vestimenta adecuada para los trabajadores	Vestimenta Adecuada	8	2				2	406	0%	100%
6	10	La empresa brinda alimentación adecuada para la recuperación de energía perdida	Alimentación adecuada	9	1				1	407	0%	100%
<b>TOTAL</b>									<b>407</b>	<b>407</b>	<b>100%</b>	

**Tabla AXXIV 2** Cálculo de puntuación y porcentaje acumulado para realizar el diagrama de Pareto después del estudio de estés térmico

Preguntas en Orden de Mayor a Menor	Preguntas de la Encuesta	Aspectos	Interpretación	Número de veces que se repite la contestación					Puntuación	Puntuación Acumulada	% del Total	% Acumulado del Total
				1	2	3	4	5				
1	1	La temperatura es adecuada en su lugar de trabajo	Temperatura adecuada					10	100	38%	38%	
5	2	El tiempo de permanencia al exceso de calor es adecuado	Tiempo de permanencia			1		9	97	37%	75%	
2	3	Tiene poca sudoración cuando realiza sus actividades	Sudoración	3	4	3			19	216	83%	
4	4	La hidratación en su lugar de trabajo es suficiente	Hidratación	4	4	2			14	230	88%	
9	5	Los trabajadores tienen derecho a vacaciones cada año	Vacaciones anuales	5	4	1			9	239	92%	
8	6	El espacio es suficiente para la realización de sus actividades	Espacio suficiente	3	3	1			8	247	95%	
7	7	Al equipo y herramientas de trabajo que utiliza se le da mantenimiento	Equipo y herramientas	5	5				5	252	97%	
10	8	La empresa brinda vestimenta adecuada para los trabajadores	Vestimenta Adecuada	6	4				4	256	98%	
6	9	La empresa brinda alimentación adecuada para la recuperación de energía perdida	Alimentación adecuada	7	3				3	259	99%	
3	10	La empresa da capacitación sobre el uso de extintores	Uso de extintores	8	2				2	261	100%	
<b>TOTAL</b>									<b>261</b>	<b>261</b>	<b>100%</b>	

**Tabla AXXIV 3** Escala de puntuación, simbología y total de puntuación que se utiliza para realizar el diagrama de Pareto

<b>Calificación</b>	<b>Simbología</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Total</b>
1	Total acuerdo	0	0
2	De acuerdo	1	10
3	Indeciso	5	50
4	Desacuerdo	7	70
5	Total desacuerdo	10	100

## ANEXO XXV

**CÁLCULO DE ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD ANTES Y DEPUÉS  
DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL EN EL  
RECEPTOR EN LOS PROCESOS CHIFLE Y YUCA**

**Tabla AXXV 1** Datos para el cálculo del índice de productividad antes de la implementación de las medidas de control en el receptor en la zona de producción de fritura proceso chifle

<b>Proceso Chifle</b>				
<b>Antes de la Implementación</b>				
<b>Día</b>	<b>Producción Estimada (kg)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Número de trabajadores</b>	<b>Índice de Productividad (kg/h-h)</b>
25/07/2011	1 600	8	8	25,00
04/08/2011	1 500	8	8	23,44
18/08/2011	1 600	8	8	25,00
25/08/2011	1 500	8	7	26,79
<b>Después de la Implementación</b>				
<b>Día</b>	<b>Producción Estimada (kg)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Número de trabajadores</b>	<b>Índice de Productividad (kg/h-h)</b>
27/03/2012	1 810	8	8	28,28
03/04/2012	1 815	8	8	28,36
11/04/2012	1 780	8	8	27,81
18/04/2012	1 810	8	8	28,28

**Tabla AXXV 2** Datos para el cálculo del índice de productividad antes de la implementación de las medidas de control en el receptor en la zona de producción de fritura proceso yuca

<b>Proceso Yuca</b>				
<b>Antes de la Implementación</b>				
<b>Día</b>	<b>Producción Estimada (kg)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Número de trabajadores</b>	<b>Índice de Productividad (kg/h-h)</b>
18/07/2011	1 600	8,5	8	23,53
22/08/2011	1 600	8	8	25,00
17/10/2011	1 600	8	8	25,00
14/11/2011	1 700	8	9	23,61
<b>Después de la Implementación</b>				
<b>Día</b>	<b>Producción Estimada (kg)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Número de trabajadores</b>	<b>Índice de Productividad (kg/h-h)</b>
09/04/2012	1 550	8	8	24,22
07/05/2012	1 400	6,5	8	26,92
21/05/2012	1 450	7	8	25,89
28/05/2012	1 550	8	8	24,22

**ANEXO XXVI**

**CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS  
QUE CONFORMAN EL EQUIPO PARA MEDIR EL ÍNDICE WBGT**

 <b>INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN</b> <b>LABORATORIO DE PRUEBAS DE CALIBRACIÓN</b> <b>LABORATORIO DE TEMPERATURA</b> <b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>		Página 1 de 2
<b>Certificado No.:</b> LPC-T-2011-048 <b>Fecha de Calibración:</b> 2011-01-25		
<b>Instrumento:</b> Termómetro de Líquido en Vidrio		
<b>Marca:</b> SCHLIFFTHERMOMETER <b>Modelo o Tipo:</b> DIN 12784 <b>Serie:</b> ***** <b>Rango:</b> -12 a 152 °C <b>División de escala:</b> 1 °C <b>Dispositivo de Lectura:</b> Analógico <b>Código de identificación:</b> VI-T-11-39 <b>Tipo de inmersión:</b> PARCIAL <b>Clase:</b> ***** <b>Localización:</b> ***** <b>Observaciones:</b> ***** <b>Solicitante:</b> ING. QUÍMICO WILLIAM VILLACIS <b>Dirección:</b> Quito, km 14 Vía Interoceánica <b>Adhesivo No.:</b> 4210		
<p>El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, realizó en sus instalaciones, la calibración del instrumento arriba descrito, utilizando Patrones de referencia trazables a la unidad de Temperatura Termodinámica del Sistema Internacional de Unidades, SI, a través de sensores patrón, pertenecientes al Laboratorio de Pruebas de Calibración del INEN.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de la Calidad conforme con la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se exponen en las páginas siguientes y son parte de este documento y se refieren al momento y condiciones en que se realizó la calibración.</p> <p>Este Laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento calibrado.</p> <p>El usuario está obligado a tener el instrumento recalibrado en intervalos apropiados.</p> <p>El presente certificado de calibración certifica los valores obtenidos expresados como los resultados de las calibraciones y no constituye un certificado de aptitud para el uso del patrón, instrumento o equipo.</p> <p>Este documento no significa certificación de calidad y no debe ser utilizado con fines publicitarios. Prohibida su reproducción parcial, la reproducción total deberá hacerse con la autorización escrita de la Dirección General del INEN.</p>		
 <b>Ing. Diego Almeida</b> <b>Coordinador del Laboratorio de Pruebas de Calibración (E.)</b>		
<small>Oficina Principal: Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro; casilla 17-01-9999; Teléfonos: (593) 2 2501-885 al 2501-891; URL: www.inen.gob.ec; Quito - Ecuador.          Laboratorio: Avda. "General Bumbalaco" suroeste paratonel No. 5; tel/fax: (593) 2 2344-304, 2343-718, 2343-379; e-mail: inelaboratorios@inen.gob.ec; Cansaco - Ecuador</small>		

**Figura AXXVI 1** Certificado de calibración del termómetro de globo



Página 2 de 2

Solicitante: ING. QUÍMICO WILLIAM VILLACIS  
 Certificado No.: LPC-T-2011-048  
 Fecha de Calibración: 2011-01-25

**CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENSAYO**

TEMPERATURA: (20 ± 5) °C  
 PRESION ATM.: (733 a 743) hPa.  
 HUMEDAD REL.: (40 ± 10) %

**METODO UTILIZADO:** Por comparación según procedimiento de calibración LPC-PC-33.


**INCERTIDUMBRE DE MEDIDA:** La incertidumbre expandida de medida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medida por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%; y, se la estimó de acuerdo al documento "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" de la ISO.

**PATRONES UTILIZADOS**

Patrón	Modelo	Marca	Serie	Trazable a
Termómetro Precisión Chub	1529	Hart Scientific	A63113	INEN/LPCI-T-2010-016
Termómetro Patrón Pt100	5618A	Hart Scientific	741686	INEN/LPCI-T-2010-016

**RESULTADOS**

Temperatura Patrón (°C)	Temperatura Calibrando (°C)	Error (°C)	Incertidumbre (°C)
-10,1	-10,4	-0,3	± 0,1
0,2	0,0	-0,2	± 0,1
50,2	50,4	0,2	± 0,1
100,0	100,3	0,3	± 0,1
149,9	149,5	-0,4	± 0,1

Calibrado por:   
 Técnico de Lab.: Sr. Marco Proaño


Revisado por:   
 Jefe de Lab.: Ing. Diego Almeida

Figura AXXVI 2 Certificado de calibración del termómetro de globo (continuación)

	
<b>INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN LABORATORIO DE PRUEBAS DE CALIBRACIÓN LABORATORIO DE HUMEDAD</b>	
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>	
<b>Certificado No.:</b> LPC-H-2011-012	<b>Página 1 de 2</b>
<b>Fecha de Calibración:</b> 2011-01-20	
<b>Instrumento:</b> TERMOHIGRÓMETRO	
<b>Marca:</b> TAYLOR	
<b>Modelo o Tipo:</b> 5P-377	
<b>Serie:</b> T66978	
<b>Rango Temperatura:</b> -5,556 a 53,33 °C	22 a 128 °F
<b>División de escala:</b> 0,556 °C	1 °F
<b>Rango Humedad:</b> 0 a 100 % HR	
<b>División de escala:</b> 1 % HR	
<b>Código de identificación:</b> 01.22.285.0748 LSV	
<b>Dispositivo de lectura:</b> ANÁLOGO	
<b>Localización:</b> *****	
<b>Propietario:</b> ING. QUÍMICO WILLIAM VILLACIS	
<b>Dirección:</b> Quito, km 14 Vía Interoceánica	
<b>Observaciones:</b> *****	
<b>Adhesivo No.:</b> 4668	
<p>El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, realizó en el Laboratorio de la empresa, la calibración del equipo arriba descrito, utilizando Patrones de referencia trazables a la unidad de Temperatura Termodinámica del Sistema Internacional de Unidades, SI, a través de sensores patrón, pertenecientes al Laboratorio de Pruebas de Calibración del INEN.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de la Calidad conforme con la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se exponen en las páginas siguientes y son parte de este documento y se refieren al momento y condiciones en que se realizó la calibración.</p> <p>Este Laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento calibrado.</p> <p>El usuario está obligado a tener el instrumento recalibrado en intervalos apropiados.</p> <p>El presente certificado de calibración certifica los valores obtenidos expresados como los resultados de las calibraciones y no constituye un certificado de aptitud para el uso del patrón, instrumento o equipo.</p> <p>Este documento no significa certificación de calidad y no debe ser utilizado con fines publicitarios. Prohibida su reproducción parcial, la reproducción total deberá hacerse con la autorización escrita de la Dirección General del INEN.</p>	
	
Ing. Diego Almeida	
<b>Coordinador del Laboratorio de Pruebas de Calibración (E.)</b>	
<small>Oficina Principal: Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro; casilla 17-01-3999; Teléfonos: (593) 2 2501-885 al 2501 - 891; URL: www.inen.gob.ec; Quito - Ecuador. Laboratorios: Autopista "General Rumiñahui" puente peatonal No. 5; telefaxis: (593) 2 2344-394, 2343-716, 2343-379; e-mail: inenlaboratorios@inen.gob.ec; Conocoto - Ecuador</small>	

Figura AXXVI 3 Certificado de calibración del higrómetro analógico





Página 2 de 2				
Solicitante: ING. QUÍMICO WILLIAM VILLACIS Certificado No.: LPC-H-2011-012 Fecha de Calibración: 2011-01-20				
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENSAYO</b>				
TEMPERATURA:	24,4 °C			
PRESION ATM.:	744,41 hPa			
HUMEDAD REL.:	40 %			
<b>METODO UTILIZADO:</b> Por comparación según procedimiento de calibración LPC-PC-34.				
<b>INCERTIDUMBRE DE MEDIDA:</b> La incertidumbre expandida de medida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medida por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%; y, se la estimó de acuerdo al documento "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" de la ISO.				
<b>PATRONES</b>				
<b>TERMOHIGRÓMETRO PATRÓN</b>		<b>CAMARA ESTABILIZADA</b>		
Marca:	Hart- Scientific		Marca:	ADVANTEC TOYO
Modelo:	1620-A Sensor:	2626-H	Modelo:	AG-228
Serie:	A71147	A71074	Serie:	A9010
Certificado:	CNM-CC-410-390/2009		Certificado:	LPCI-T-2010-001
<b>RESULTADOS</b>				
Temperatura Patrón (°C)	Temperatura Calibrando (°C)	(°F)	Error (°C)	Incertidumbre (°C)
20,2	23,5	74,3	3,3	± 0,2
Humedad Patrón (%HR)	Humedad Calibrando (%HR)	Error (%HR)	Incertidumbre (%HR)	
39,8	32,5	-7,3	± 3,3	
57,3	49,9	-7,4	± 3,3	
78,1	66,0	-12,1	± 3,3	
Calibrado por:			Revisado por:	
Técnico de Lab.:	Sr. Marco Proaño		Jefe de Lab.:	Ing. Diego Almeida.

Figura AXXVI 4 Certificado de calibración del higrometro analógico (continuación)

	
<b>INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN LABORATORIO DE PRUEBAS DE CALIBRACIÓN LABORATORIO DE HUMEDAD</b>	
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>	
Certificado No.: LPC-H-2011-024	Página 1 de 2
Fecha de Calibración: 2011-03-16	
Instrumento: TERMOHIGRÓMETRO	
Marca: VWR	
Modelo o Tipo: 35519-044	
Serie: 72604290	
Rango Temperatura:	0 a 50 °C
División de escala:	0,1 °C
Rango Humedad:	25 a 95 % HR
División de escala:	1 % HR
Código de identificación: C/EM/027	
Dispositivo de lectura: Digital	
Localización: *****	
Propietario: AGROCALIDAD	
Dirección: Tumbaco - Via Interoceánica km 14	
Observaciones: *****	
Adhesivo No.: 4849	
<p>El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, realizó en sus instalaciones, la calibración del equipo arriba descrito, utilizando Patrones de referencia trazables a la unidad de Temperatura Termodinámica del Sistema Internacional de Unidades, SI, a través de sensores patrón, pertenecientes al Laboratorio de Pruebas de Calibración del INEN.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de la Calidad conforme con la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se exponen en las páginas siguientes y son parte de este documento y se refieren al momento y condiciones en que se realizó la calibración.</p> <p>Este Laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento calibrado.</p> <p>El usuario está obligado a tener el instrumento recalibrado en intervalos apropiados.</p> <p>El presente certificado de calibración certifica los valores obtenidos expresados como los resultados de las calibraciones y no constituye un certificado de aptitud para el uso del patrón, instrumento o equipo.</p> <p>Este documento no significa certificación de calidad y no debe ser utilizado con fines publicitarios. Prohibida su reproducción parcial, la reproducción total deberá hacerse con la autorización escrita de la Dirección General del INEN.</p>	
 Fis. René Chanchay	
<b>Coordinador del Laboratorio de Pruebas de Calibración (E.)</b>	
<small>Oficina Principal: Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro; cañilla 17-01-3998; Teléfonos: (593) 2 2501-885 al 2601 - 891; URL: www.inen.gob.ec; Quito - Ecuador.          Laboratorios: Autopista "General Rumiñahui" puente peatonal No. 5; telefax: (593) 2 2344-394; 2343-716; 2343-378; e-mail: inenlaboratorio@inen.gob.ec; Conocoto- Ecuador</small>	
Formato No. LPC FC 25-5 (2011-01-04)	

Figura AXXVI 5 Certificado de calibración del termohigrómetro digital



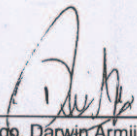

Solicitante: AGROCALIDAD		Página 2 de 2	
Certificado No.: LPC-H-2011-024			
Fecha de Calibración: 2011-03-16			
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENSAYO</b>			
TEMPERATURA:	(20 ± 5) °C		
PRESION ATM.:	(733 a 743) hPa		
HUMEDAD REL.:	(40 ± 10) %		
<b>METODO UTILIZADO:</b> Por comparación según procedimiento de calibración LPC-PC-34.			
<b>INCERTIDUMBRE DE MEDIDA:</b> La incertidumbre expandida de medida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medida por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%; y, se la estimó de acuerdo al documento "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" de la ISO.			
<b>PATRONES</b>			
<b>TERMOHIGRÓMETRO PATRÓN</b>		<b>CAMARA ESTABILIZADA</b>	
Marca:	Hart- Scientific	Marca:	ADVANTEC TOYO
Modelo:	1620-A Sensor: 2626-H	Modelo:	AG-228
Serie:	A71147    A71074	Serie:	A9010
Certificado:	CNM-CC-410-390/2009	Certificado:	LPCI-T-2010-001
<b>RESULTADOS</b>			
Temperatura Patrón (°C)	Temperatura Calibrando (°C)	Error (°C)	Incertidumbre (°C)
21,2	20,8	-0,4	± 0,2
Humedad Patrón (%HR)	Humedad Calibrando (%HR)	Error (%HR)	Incertidumbre (%HR)
38,8	39,0	0,2	± 2,6
58,2	59,3	1,1	± 2,6
79,3	78,9	-0,4	± 2,6
Calibrado por:		Revisado por:	
Técnico de Lab.:	Tigo Darwin Armijos	Fis.:	René Chanchay

Figura AXXVI 6 Certificado de calibración del termohigrómetro digital (continuación)



## Kestrel® 1000 Pocket Weather® Meter Certificate of Conformity

This certifies that the enclosed Kestrel 1000 Pocket Weather Meter was manufactured by

**Nielsen-Kellerman Co.**

at its facilities located at

**21 Creek Circle, Boothwyn, PA 19061 USA**

This instrument was produced under rigorous factory production control and documented standard procedures. It was individually inspected and tested for display, button and software functionality and its measurement performance was individually calibrated and tested against standards traceable to the National Institute of Standards and Technology ("NIST") or calibrated intermediary standards. This unit is certified to have performed at the time of manufacture in compliance with the specifications printed on the reverse.

### Methods Used in Calibration and Testing

**WindSpeed/AirVelocity:** The Kestrel impeller installed in this unit was individually tested in a subsonic wind tunnel operating at approximately 1200 fpm (6.1 m/s) monitored by a Gill Instruments Model 1350 ultrasonic time-of-flight anemometer. The low-speed functionality of this impeller was further verified following wind tunnel testing. The Gill 1350 is calibrated at low and high speeds by NIST with a maximum relative expanded uncertainty of  $\pm 0.60\%$  within the airspeed range 591 to 7874 fpm (3.0 to 40.0 m/s) and further verified on a regular schedule by NK's internal measurement assurance program.

**Temperature:** The temperature response of this unit was verified in comparison with a Eutechnics 4600 Precision Thermometer or a standard Kestrel 4000 Pocket Weather Tracker tested weekly with the Eutechnics 4600. The Eutechnics 4600 is calibrated annually and is traceable to NIST with a maximum relative expanded uncertainty of  $\pm 0.020^\circ\text{C}$ .

Inspected By: \_\_\_\_\_

Figura AXXVI 7 Certificado de calibración del anemómetro digital







**ANEXO XXVII**

**CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS  
QUE CONFORMAN EL EQUIPO PARA MEDIR LA TEMPERATURA  
INTERNA CORPORAL Y EL TIEMPO**

 <b>INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN</b> <b>LABORATORIO DE PRUEBAS DE CALIBRACIÓN</b> LABORATORIO DE TEMPERATURA <b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>		Página 1 de 2
<b>Certificado No.:</b> LPC-T-2010-045 <b>Fecha de Calibración:</b> 2011-01-25		
<b>Instrumento:</b> Termómetro infrarrojo para oído		
<b>Marca:</b> OMRON <b>Modelo o Tipo:</b> MC-510 <b>Serie:</b> 20091001291UF <b>Rango:</b> 34 a 42,2 °C <b>División de escala:</b> 0,1 °C <b>Dispositivo de Lectura:</b> Digital		
<b>Código de identificación:</b> ***** <b>Clase:</b> ***** <b>Localización:</b> ***** <b>Observaciones:</b> *****		
<b>Solicitante:</b> ING. QUÍMICO WILLIAM VILLACIS <b>Dirección:</b> Quito, km 14 Vía Interoceánica <b>Adhesivo No.:</b> 4207		
<p>El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, realizó en sus instalaciones, la calibración del instrumento arriba descrito, utilizando Patrones de referencia trazables a la unidad de Temperatura Termodinámica del Sistema Internacional de Unidades, SI, a través de sensores patrón, pertenecientes al Laboratorio de Pruebas de Calibración del INEN.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de la Calidad conforme con la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se exponen en las páginas siguientes y son parte de este documento y se refieren al momento y condiciones en que se realizó la calibración.</p> <p>Este Laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento calibrado.</p> <p>El usuario está obligado a tener el instrumento recalibrado en intervalos apropiados.</p> <p>El presente certificado de calibración certifica los valores obtenidos expresados como los resultados de las calibraciones y no constituye un certificado de aptitud para el uso del patrón, instrumento o equipo.</p> <p>Este documento no significa certificación de calidad y no debe ser utilizado con fines publicitarios. Prohibida su reproducción parcial, la reproducción total deberá hacerse con la autorización escrita de la Dirección General del INEN.</p>		
 <b>Ing. Diego Almeida</b> <b>Coordinador del Laboratorio de Pruebas de Calibración (E).</b>		
Oficina Principal: Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro, casilla 17-01-3999, teléfono: 593 (2) 2501-885 al 2501-891, URL: www.inen.gob.ec, Quito - Ecuador. Laboratorios: Autopista Gral. Rumiñahui puente peatonal No. 5, telefax: 593 (2) 2344-394, 2343-715, 2343-379, e-mail: inenlaboratorios@inen.gob.ec, Cónocoto - Ecuador.		

**Figura AXXVII 1** Certificado de calibración del termómetro infrarrojo

Página 2 de 2

Solicitante: ING. QUÍMICO WILLIAM VILLACIS  
 Certificado No.: LPC-T-2010-045  
 Fecha de Calibración: 2011-01-25

**CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENSAYO**

TEMPERATURA: (20 ± 5) °C  
 PRESION ATM.: (733 a 743) hPa.  
 HUMEDAD REL.: (40 ± 10) %

**METODO UTILIZADO:** Por comparación según procedimiento de calibración LPC-PC-34.


**INCERTIDUMBRE DE MEDIDA:** La incertidumbre expandida de medida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medida por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%; y, se la estimó de acuerdo al documento "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" de la ISO.


**PATRONES UTILIZADOS**

Patrón	Modelo	Marca	Serie	Trazable a
Termómetro Precisión Chub	1529	Hart Scientific	A63113	INEN/LPCI-T-2010-017
Termómetro Patrón Pt100	5618A	Hart Scientific	741686	INEN/LPCI-T-2010-016

**RESULTADOS**

Temperatura Patrón (°C)	Temperatura Calibrando (°C)	Error (°C)	Incertidumbre (°C)
35,9	36,0	0,1	± 0,1
37,0	37,0	0,0	± 0,1
38,0	38,0	0,0	± 0,1
39,0	38,9	-0,1	± 0,1
40,0	39,7	-0,3	± 0,1

Calibrado por:   
 Técnico de Lab.: Sr. Marco Proaño.

Revisado por:   
 Jefe de Lab.: Ing. Diego Almeida.

**Figura AXXVII 2** Certificado de calibración del termómetro infrarrojo (continuación)





**CENTRO DE METROLOGÍA DEL EJERCITO ECUATORIANO**  
*“Contribuyendo a la cultura de calidad del país”*



**CALIBRACIÓN**  
 No. OAE LC C 10-005

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CRONÓMETRO

**Marca:** CONTROL COMPANY  
**Modelo:** S/N  
**Serie:** 281-482-1714

*Este documento certifica que el Cronómetro, Marca: CONTROL COMPANY, Modelo: S/N, Serie: 281-482-1714, fue calibrado usando estándares de referencia del Centro de Metrología del Ejército., durante un periodo de 05 días.*

*La calibración se realizó a una temperatura ambiente media de 22 ±3 °C y humedad relativa en el rango de 35 % a 60 %. Para determinar la incertidumbre se considera un nivel de confianza del 95% y un factor de cobertura K=2 de acuerdo a la G.U.M., se relaciona únicamente a los valores medidos y no incluye estabilidad del instrumento bajo prueba para largo tiempo.*

*Las mediciones realizadas en nuestros laboratorios se basan en patrones de referencia que mantienen trazabilidad a patrones internacionales, los certificados de calibración se encuentran en los archivos del CMEE y pueden ser revisados por cualquier personal autorizado, se utilizan procedimientos reproducidos y/o desarrollados por éste Centro, de acuerdo a requerimientos de la norma NTE INEN ISO/IEC 17025.*

*La estabilidad y funcionamiento del Cronómetro, depende de varios factores, los cuales están fuera del control de nuestros laboratorios de calibración. No obstante, si al equipo se le da un mantenimiento y uso adecuado, los valores descritos en el reporte de calibración puede mantenerse dentro de los rangos en el periodo que se establezca como válida la calibración*

*Este certificado solo se aplicará para el ítem identificado, únicamente se podrá reproducir en forma completa y con la aprobación escrita específica del Centro de Metrología del Ejército. No será usado para reclamo de endoso de productos por el INEN ó cualquier otra entidad Estatal.*

<b>Estándar (es) utilizado (s):</b>					
Equipo	Marca	Modelo	Serie	Fecha de cal.	Fecha de prox Cal.
Oscilador de Rubidio	GILLAM FEI	RB-FE5680A	103900022	2010-11-23	2013-11-23

\* De requerir el cliente, se entregara el diagrama de trazabilidad del laboratorio



**XAVIER R. CEPEDA CUEVA.**  
 TCRN DE E M  
 DIRECTOR DEL CENTRO DE METROLOGÍA DEL EJERCITO

**Número de Reporte: LTF11404CRO**  
**Fecha de calibración: 2011-08-26**

CA21.F1


Reporte: LTF11404CRO, Pág. 1 de 2

**Figura AXXVII 3** Certificado de calibración del cronómetro digital



# C.M.E.E.

CENTRO DE METROLOGÍA DEL EJÉRCITO  
LABORATORIO TIEMPO



## REPORTE DE CALIBRACIÓN

**Cliente:** SR. WILLIAM VILLACIS  
**Repre:** Sr. William Villacis  
**Dir:** Quito; Calle Cotopaxi N11-135 y Rubén Darío  
**Telf:** 099214604

**Reporte No.:** LTF11404CRO  
**Fecha Ini Cal:** 2011-08-22  
**Fecha Fin Cal:** 2011-08-26

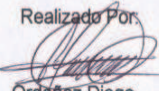
**Equipo:** CRONÓMETRO  
**Marca:** CONTROL COMPANY  
**Modelo:** S/N  
**Serie:** 281-482-1714


**Patrones:** OSCILADOR DE RUBIDIO  
**Marca:** GILLAM FEI  
**Modelo:** RB-FE5680A  
**Serie:** 103900022

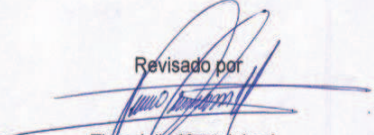
**Proced. Empleado:** CA0.P23

**Temperatura media:** 22 °c  
**Humedad:** 47%

# Item	PARÁMETRO RANGO	VALOR REFERENCIA PATRÓN	LECTURA MEDIA UBP	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE ( ± ) ( K=2 )	OBSERVACIÓN
<b>TIEMPO</b>						
		s.	s.	s.	s.	
1	0 - 3 min.	180,000	179,99	0,01	0,06	
2	0 - 10 min.	600,000	599,99	0,01	0,06	
3	0 - 30 min.	1800,000	1799,99	0,01	0,06	
4	0 - 60 min.	3600,000	3599,99	0,01	0,06	

Realizado Por  
  
Ordoñez Diego  
Ret Lab. Tiempo



Revisado por  
  
Tigo Julio Montaluisa L.  
Jefe Del Departamento de Calidad

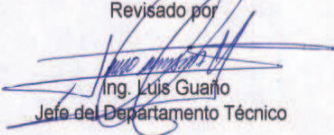
Revisado por  
  
Ing. Luis Guaño  
Jefe del Departamento Técnico

Figura AXXVII 4 Certificado de calibración del cronómetro digital (continuación)