

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE MEDIDAS DE CONTROL DE HIGIENE
OCUPACIONAL, PARA REDUCIR LA SOBRECARGA
TÉRMICA POR CALOR EN LA INDUSTRIA
PANIFICADORA EL PAN CASERO**

Proyecto de grado presentado para la obtención del grado de Licenciatura en Ingeniería
Industrial

POR: MIGUEL LEONARDO VARGAS LAURA

TUTOR: Ing. AHMED AMUSQUIVAR CABALLERO

LA PAZ - BOLIVIA

Febrero, 2023



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tesis de Grado:

DISEÑO DE MEDIDAS DE CONTROL DE HIGIENE OCUPACIONAL, PARA REDUCIR LA SOBRECARGA TÉRMICA POR CALOR EN LA INDUSTRIA PANIFICADORA EL PAN CASERO

Presentado por: Univ. Miguel Leonardo Vargas Laura

Para optar por el grado académico de **Licenciatura en Ingeniería Industrial**

Nota numeral:

Nota literal:

Ha sido:

Director de la carrera de Ingeniería industrial:

Ing. M.Sc. Franz Zenteno Benítez _____

Tutor: Ing. Ahmed Amusquivar Caballero _____

Tribunal: Ing. Anaceli Espada Silva _____

Tribunal: Ing. Fátima Laura Ayala _____

Tribunal: Ing. Mario Zenteno Benítez _____

Tribunal: Ing. Juan Pablo Fernández Rocha _____

DEDICATORIA

El presente proyecto, está dedicado a mi Sra. madre Hermeregilda Laura por la paciencia y cariño y apoyo, a mis hermanos Ricardo y Cristhian por el apoyo incondicional que me brindan, y en especial a mi Sr. padre (QEPD) Leonardo Vargas, que fue uno de los pilares fundamentales para dar este paso.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Diosito, y que nunca dejo que desviara mi camino, a mi Sr tutor, Ing. Ahmed Amusquivar, que fuera de ser el guía y mentor del desarrollo de este proyecto, se convirtió en un gran amigo, a los miembros del tribunal por el compromiso, dedicación y apoyo que me brindaron en cada una de las correcciones.

A todos los docentes que me guiaron, apoyaron y comprendieron las actividades extracurriculares que tenía.

A mis amigos, y también al personal administrativo, que cada uno a su manera, fueron un gran apoyo para el desarrollo y mi preparación profesional.

Contenido

1. GENERALIDADES.....	12
1.1. ANTECEDENTES.....	12
1.2. PROBLEMÁTICA.....	13
1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	13
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.4. HIPÓTESIS.....	14
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES	14
1.5.1. ALCANCE.....	14
1.5.2. LIMITACIONES.....	14
2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.	16
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	16
2.1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	16
2.1.2. MISIÓN	16
2.1.3. VISIÓN	16
2.1.4. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	17
2.2. ÁREAS Y PUESTOS DE TRABAJO	17
2.3. PROCESOS DE PRODUCCIÓN	19
2.3.1. MAPA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN	19
2.3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	20
2.3.3. DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO ACTUAL	23

2.4.	MÉTODO DE LOS 6 PASOS	24
2.4.1.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	24
2.4.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	25
2.4.3.	ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA	27
2.4.4.	SOLUCIONES OPCIONALES.....	27
2.4.5.	TOMA DE DECISIONES	28
2.4.6.	PLAN DE ACCIÓN	28
3.	MARCO TEÓRICO Y JUSTIFICACIÓN.....	30
3.1.	MARCO TEÓRICO.....	30
3.1.1.	SEGURIDAD INDUSTRIAL	30
3.1.2.	HIGIENE INDUSTRIAL	31
3.1.2.1.	DEFINICIÓN	31
3.1.2.2.	RIESGO LABORAL	32
3.1.2.3.	GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	34
3.1.3.	SOBRECARGA TÉRMICA (Riesgos por Temperatura).....	35
3.1.3.1.	DEFINICIÓN.....	35
3.1.3.2.	RIESGOS DE SOBRECARGA TÉRMICA	36
3.1.3.3.	TRANSMISIÓN DE CALOR.....	36
3.1.4.	EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A ALTAS TEMPERATURAS SOBRE EL ORGANISMO.....	38
3.1.4.1.	ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA EXPOSICIÓN AL CALOR 40	
3.1.4.2.	CAUSAS DEL RIESGO POR TEMPERATURA	43
3.1.5.	EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE ESTRÉS POR CALOR	44

3.2.	JUSTIFICACIÓN	44
3.2.1.	JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	44
3.2.2.	JUSTIFICACIÓN ECONÓMICO SOCIAL	45
3.2.3.	JUSTIFICACIÓN LEGAL	45
4.	MÉTODO Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
4.1.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	47
4.1.1.	EXPLICATIVO	47
4.1.2.	POBLACIÓN DE ESTUDIO	47
4.2.	INSTRUMENTOS PARA LA TOMA DE DATOS	48
4.2.1.	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (IPER) 48	
4.2.2.	ENCUESTAS	49
4.2.3.	ÍNDICE WBGT	49
4.2.4.	OBSERVACIÓN	49
4.3.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	50
4.4.	DESARROLLO DEL PROYECTO	51
4.4.1.	DIAGNÓSTICO	51
4.4.2.	DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	51
4.4.3.	PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA	51
5.	DETECCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN. 52	
5.1.	DESHIDRATACIÓN	53
5.2.	FACTORES QUE INTERVIENEN EN LOS RIESGOS Y DAÑOS A LA SALUD 54	

6.	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA SOBRECARGA TÉRMICA	56
6.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS	56
6.1.1.	RESULTADO DE LOS FACTORES DE RIESGO SEGÚN RIESGOS DE TRABAJO	56
6.1.2.	PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA MATRIZ PARA LA ESTIMACIÓN DE RIESGOS	61
6.2.	RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS	63
6.2.1.	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS	65
6.3.	MEDICIONES TÉRMICAS	79
6.3.1.	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	80
7.	DESARROLLO DE PROPUESTAS	91
7.1.	PROPUESTA DE ÁREA DE DESCANSO E HIDRATACIÓN	91
7.1.1.	PROPÓSITO	91
7.1.2.	DESARROLLO DE CONSUMO METABÓLICO Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN	92
7.1.3.	EVALUACIÓN DE CONSUMO METABÓLICO POR ÁREAS	95
7.1.4.	EVALUACIÓN Y CÁLCULO DE ISC Y T_{req}	110
7.1.5.	LAYOUT DE ÁREA DE DESCANSO	127
7.2.	DISEÑO DE MÉTODO DE TRABAJO	130
7.2.1.	MÉTODO ACTUAL EN ÁREAS DE DISCONFORT TÉRMICO	131
7.2.2.	MÉTODO DE TRABAJO PROPUESTO	138
7.3.	RESULTADOS E INTERPRETACIÓN	140
8.	MÉTODOS PROPUESTOS DE CONTROL DE SOBRECARGA TÉRMICA	146
9.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	151

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	155
10.1. CONCLUSIONES.....	155
10.2. RECOMENDACIONES	155
BIBLIOGRAFÍA	157
ANEXOS	160
ANEXO 1: EVALUACIÓN DE MATRIZ IPER	160
ANEXO 2: ENCUESTA PARA OPERARIOS.....	163
ANEXO 3: TABLA DE VALORES DE SENSACIONES TÉRMICAS POR CALOR	164
ANEXO 4: MANUAL DE FUNCIONAMIENTO EQUIPOS DE MEDICIÓN	165
ANEXO 5: TABLA DE TIEMPO DE OPERACIÓN Y TIEMPO DE PREPARACIÓN	167
ANEXO 6: PROFORMA DE COSTO DE MATERIALES.....	168
ANEXO 7: FOTOGRAFÍAS DE AMBIENTE LABORAL	169
ANEXO 8: SOLICITUD DE PRÉSTAMO DE MATERIAL DE MEDICIÓN.....	171

RESUMEN:

El objetivo general fue diseñar mecanismos de control de higiene ocupacional para reducir la sobrecarga térmica por calor en la Industria Panificadora “El Pan Casero”.

Bajo un método de investigación explicativa, porque se enfoca en responder las causas por las que se presenta un ambiente de discomfort térmico dentro de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, con un diagnóstico preliminar empleando evaluaciones por medio de matriz IPER, sustentado por medio de encuestas esto con la finalidad de identificar las variables que llegan a tener incidencia dentro de la salud de los operarios, como ser la edad de los mismos, condiciones de salud actuales, y relacionarlos con el área de trabajo en el cual desarrollan sus funciones, para identificar los riesgos a los que están expuestos los operarios, que en este caso es la Sobrecarga Calórica o Estrés Térmico, debido a la presencia de hornos de cocción y cámaras de fermentación de masas para la elaboración de los productos.

Así mismo se tomó como parámetros de medición de los ambientes, los índices WBGT (Temperatura de bulbo húmedo y Temperatura de bulbo seco) e ISC (Índice de Sobrecarga Calórica), por medio de los cuales se pudo estimar el calor y también el tiempo límite al cual se encuentran expuestos los operarios.

La población de estudio fueron en total 36 operarios en total, siendo el total de operarios de las áreas más afectadas por la presencia de sobrecarga calórica, así mismo teniendo en cuenta las condiciones en las que se realizaron las mediciones, el presente proyecto es aplicable a diversas empresas, en las cuales se tenga presencia de hornos, cámaras de fermentación, o se presente un ambiente bastante caluroso que pueda ser perjudicial para la salud.

La conclusión del proyecto fue, que actualmente en las instalaciones de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, se tiene un ambiente de sobre carga térmica, donde se realizó el diseño de horarios de permanencia para la atención de los hornos y cámara de fermentación, y a su vez la ampliación de tubería de vapor de agua para la cámara de fermentación para evitar la constante exposición de los operarios a esas áreas, llegando a eliminar una tarea repetitiva y por lo tanto que no genera valor al proceso de producción,

mismo que bajo una evaluación económica por costos, se llegó a determinar que el costo de producción es mucho más bajo con la implementación de los horarios de permanencia y la ampliación de la tubería de conducción de vapor de agua.

Generando un impacto positivo, ya que el Valor Actual de Costos (VAC), llega a ser más bajo y por lo tanto mejor para la producción de la empresa.

1. GENERALIDADES.

1.1. ANTECEDENTES

Actualmente el control de los riesgos de las condiciones de trabajo, es una de las que se tiene pocos estudios para la eliminación o reducción del Estrés Térmico o Sobrecarga Térmica, por consecuencia los efectos que puede llegar a tener, el realizar trabajos en un ambiente de calor constante son muy dañinos para la salud, donde se llegan a presentar situaciones de sobrecarga térmica, a los trabajadores que están expuestos a esta sobrecarga térmica.

Un nivel de estrés térmico medio o moderado puede dificultar la realización del trabajo, pero cuando se aproximan a los límites de tolerancia del cuerpo humano, aumenta el riesgo de trastornos derivados de la exposición al calor. (NTP 922, 2011, pág. 1)

Los malestares por calor más comunes según (Lawrence, 1998) suelen los siguientes;

Los efectos que puede causar una constante exposición a una sobrecarga térmica constante son;

- Disminución de la calidad del trabajo.
- Agotamiento.
- Deshidratación y pérdida de electrolitos.
- Sincope de calor.
- Alteraciones cutáneas.

Estos son algunos de los factores que pueden llegar a afectar a los trabajadores, y estos a su vez representan un incremento en los accidentes laborales o el riesgo laboral, todo esto tomando en cuenta la edad del operario, peso, grado de obesidad, género.

Teniendo en cuenta los posibles riesgos a los que están expuestos los operarios, el presente trabajo presenta como tema “Insidencia del Estrés Térmico o Sobrecarga Térmica en la salud de los trabajadores de la INDUSTRIA PANIFICADORA EL PAN CASERO”.

La importancia de este tema se basa en identificar los puestos de trabajo dentro de la empresa, del área de producción, en los cuales se presenten altas temperaturas, elevada humedad en el ambiente de trabajo, además de evaluar el esfuerzo de la actividad física, dando como

resultado un incremento de la temperatura interna del cuerpo y por consiguiente posibles afecciones en el organismo que se presentan en la NTP 922.

1.2.PROBLEMÁTICA

En la Industria Panificadora “El Pan Casero” se pudo identificar que uno de los problemas de mayor riesgo en el área de producción es la sobrecarga térmica por calor presente en los ambientes de producción, debido a la presencia de hornos y una cámara de fermentación que irradian una gran cantidad de calor en el ambiente de trabajo, creando zonas específicas de trabajo calurosas, dichas zonas provocan incomodidad térmica, que se ve acrecentada debido a los escasos mecanismos de ventilación del área involucrada con la generación de calor.

Todo esto influye para que se tenga un ambiente con incomodidad térmica que afecta a los operarios, generando riesgos en la salud de los operarios, entre los cuales se puede mencionar el agotamiento, la deshidratación, golpes de calor.

1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las actuales condiciones de higiene ocupacional provocan sobrecarga térmica en los trabajadores del área de fermentado y horneado de la Industria Panificadora “El Pan Casero”.

1.2.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ❖ ¿El estrés térmico por calor en los trabajadores de la Industria Panificadora “El Pan Casero” crea un riesgo ocupacional?
- ❖ ¿Cómo reducir la sobrecarga térmica, para mejorar las condiciones de laborales en la Industria Panificadora “El Pan Casero”?
- ❖ ¿Cuáles son los efectos sobre la productividad generados por la sobrecarga térmica en la Industria Panificadora “El Pan Casero”?

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar mecanismos de control de higiene ocupacional para reducir la sobrecarga térmica por calor en la Industria Panificadora “El Pan Casero”.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Realizar un diagnóstico de las condiciones actuales de las condiciones de Sobrecarga Térmica que se presentan en la empresa.
- ❖ Evaluar indicadores de productividad bajo efectos de sobrecarga térmica.
- ❖ Elaborar mecanismos de control de higiene ocupacional para reducir la sobrecarga térmica por calor.
- ❖ Desarrollar nuevos métodos de trabajo para minimizar la exposición de los operarios a una sobrecarga térmica.
- ❖ Validar los mecanismos de control de higiene ocupacional para reducir la sobrecarga térmica.
- ❖ Realizar un análisis Económico - Financiero de la propuesta.

1.4.HIPÓTESIS

La exposición a un ambiente de estrés térmico o sobrecarga térmica por calor incide en la salud y eficiencia de los operarios de la Industria Panificadora “El Pan Casero”.

1.5.ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1. ALCANCE

El presente estudio de Sobrecarga Térmica o Estrés Térmico, pretende incluir a los operarios Panaderos, decoradoras y personal en general que esté implicado dentro del área de producción en la Industria Panificadora “El Pan Casero”.

Así mismo se considera la presente propuesta de proyecto a todas las empresas panificadoras de la Ciudad de El Alto, con la finalidad de reducir el riesgo de contraer enfermedades ocasionadas por la Sobrecarga Térmica.

1.5.2. LIMITACIONES

Dentro del desarrollo de este proyecto existen factores limitantes, como ser que se tiene el cambio de turno por lo que se tiene una disponibilidad de tiempo de producción para la toma de datos restringida por los horarios de producción.

Actualmente por el regreso a las actividades normales, la empresa aún no tiene adjudicados los contratos de desayuno escolar previstos, por lo que la producción es muy variable.

Por protocolos de bioseguridad, el ingreso a la planta de producción se mantiene con restricciones de acceso a personal de prácticas o pasantías, teniendo el acceso únicamente a los operarios de la planta de producción.



2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.

2.1.DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La Industria Panificadora “**EL PAN CASERO**”, fue creada por el señor Gerónimo Choque Apaza que inicia su negocio unipersonal en el año 1990 para proveer pan a la zona donde vivía, ya que no había muchos hornos, y donde él trabaja que además es su propia casa. Al pasar el tiempo fue creciendo de tal manera que tenía la necesidad de aumentar su espacio y capacidad, por lo que el año 2004 se inicia con la compra de maquinaria de talla industrial, como los hornos de cocción, sobadoras o laminadoras, mezcladoras, que impulsaron una producción, ya que por en esa gestión gana la primera licitación de producción de desayuno escolar, teniendo posteriormente muchas más licitaciones tanto en el área rural y urbana.

En el año 2018 ya buscando mayor participación en el mercado, y en busca de la diversificación de sus productos, es que la Industria Panificadora “El Pan Casero”, incursiona en la elaboración de productos como los pasteles, productos como ser galletas de tipo palmeritas, strudels, brazos gitanos, pan en molde.

2.1.2. MISIÓN

Somos una empresa de tradición que trabajamos día a día para consolidar nuestra posición como los líderes a nivel regional, fortalecernos a nivel nacional y conquistar un segmento del mercado Internacional.

2.1.3. VISIÓN

En el 2025 llegar a ser una de las empresas de panificación más importante en Bolivia, obteniendo un posicionamiento a nivel nacional y llegando a obtener las diferentes certificaciones que abalen nuestra calidad y compromiso con la población en general.

2.1.4. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Cuadro 1

Información de la empresa

Información General de la Empresa	
Nombre de la empresa	INDUSTRIA PANIFICADORA “EL PAN CASERO”
Propietario de la empresa	Sr. GERÓNIMO CHOQUE APAZA
Teléfono de contacto	2832169 – 76567003
Dirección	Zona Bolívar “C” calle 132 N°1000
Correo de contacto	elpancasero@gmail.com
CIUU	1071

Fuente: Elaboración en base a entrevista con Gerente General de la empresa

2.2. ÁREAS Y PUESTOS DE TRABAJO

Dentro de la organización de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, se tiene la siguiente organización y número de trabajadores por área.

Tabla 1

Áreas y puestos de trabajo

ÁREAS	NÚMERO DE TRABAJADORES
ÁREA ADMINISTRATIVA	
Gerencia General	1
Administración	2
Contabilidad	2
Cajas	1
Recursos Humanos	1
ÁREA DE VENTAS	
Encargado de ventas (atención al cliente)	1
ÁREA DE PRODUCCIÓN	
Almacén Materia Prima	2
Elaboración de productos previo ingreso cámara de fermentado (Área 1)	10
Horneado y Cámara de Fermentación	2
Decorado	10
Embolsado	4
Almacén Producto Terminado	2
PERSONAL TOTAL (por turno)	38

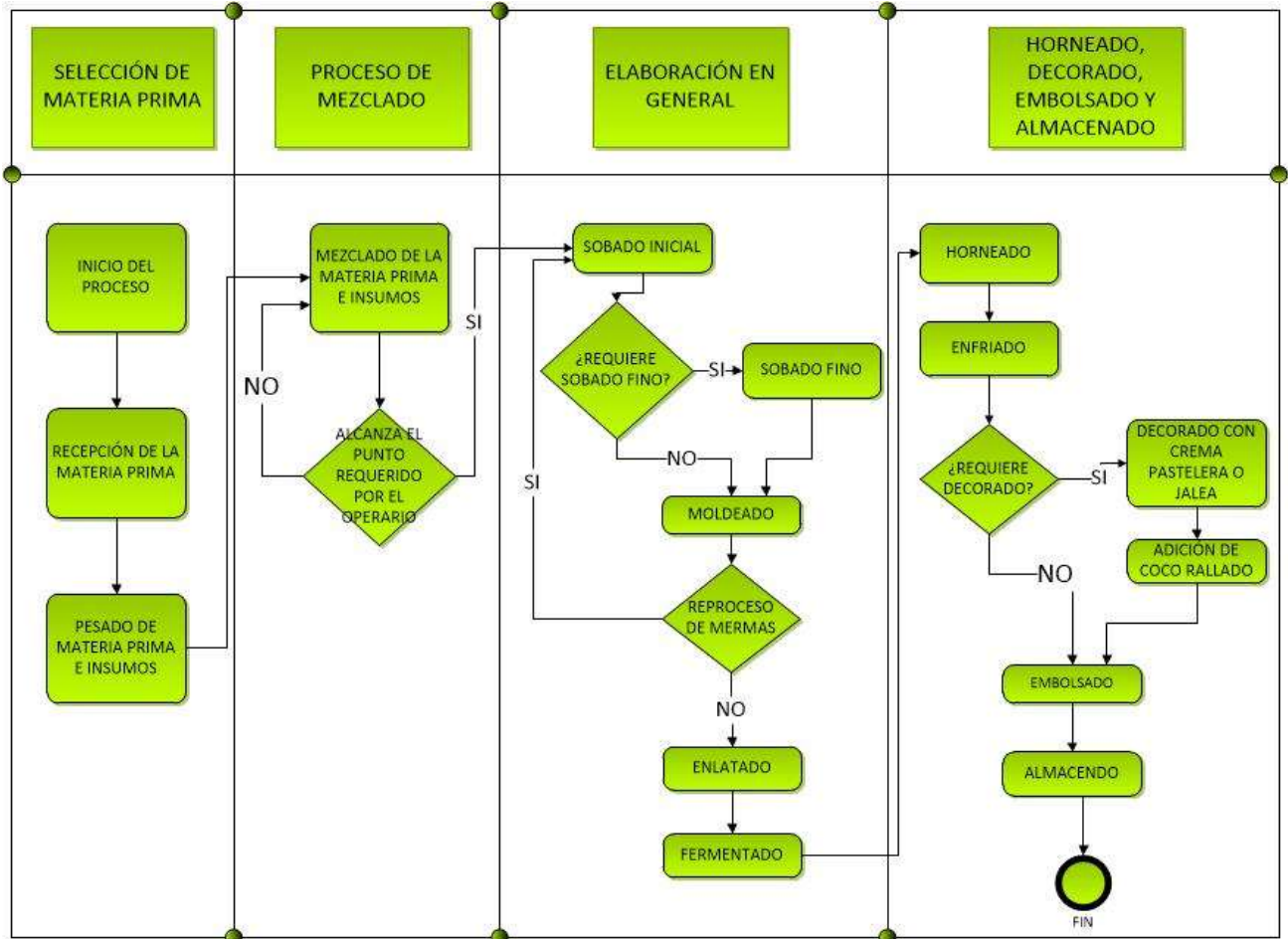
Fuente: Elaboración a partir de la observación de la empresa

2.3.PROCESOS DE PRODUCCIÓN

2.3.1. MAPA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN

Diagrama 1:

Diagrama de procesos de la empresa



Fuente: Elaboración en base a partir de observación a los procesos de la empresa

2.3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Tabla 2:

Descripción de procesos de producción

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
Recepción de materia prima	La materia prima que en la gran mayoría es harina, azúcar y manteca, llegan en camionetas las cuales son descargadas y llevadas al almacén principal y de este se separan en una pequeña cantidad a un almacén secundario.
Selección de materia prima e insumos	Según al día de trabajo y los turnos correspondientes, se selecciona y separa todo lo que se necesitara en la producción diaria, y se lo almacena para pasar a los siguientes procesos.
Pesado de Materia prima	Luego de obtener todo lo necesario en la selección de materia prima, se procesa el pesado de acuerdo a las recetas que tiene los maestros panaderos, estos insumos y materias primas son almacenados en contenedores (bañadores medianos), esta materia prima e insumos correspondientes están pesados en función a la cantidad de harina a utilizar, ya que todo está pesado en función a 1 (qq) de harina.
Mezclado	En este paso se procede a mezclar los materiales e insumos que fueron los separados y pesados previamente, y se los vacía a la máquina que procederá al mezclado de todos los materiales, hasta que quede con la textura que es controlada y verificada por los maestros panaderos, el tiempo de mezclado varía según al producto que se vaya a producir, desde 20 minutos, hasta 35 minutos.
Amasado inicial (sobado inicial)	Después de realizar el mezclado que es verificado para obtener un buen producto, la masa pasa por un rodillo, que según grosores va dando una textura uniforme a la masa, después de obtener esta textura uniforme de grosor relativamente alto (aprox. 1 pulgada).
Amasado fino (sobado fino)	Posterior al amasado o sobado inicial, con los productos que requieran un sobado o laminado más fino, se divide la masa en porciones pequeñas que

	son necesarias para realizar el moldeado final, mismo donde las masa llega a tener una textura muy delgada.
Moldeado	Luego del amasado se procede al moldeado, este proceso se realiza en las mesas de trabajo, de diferente manera para cada producto, con moldes y procesos diferentes, contando con moldes para empanadas y alfajores, cortadores para los conos, y máquinas que sacan una masa lista en el caso de los panes
Reproceso	En esta parte del proceso, se procede a recuperar las masas que fueron las mermas del resultado del moldeado.
Acomodado /Enlatado	Después de tener las masas ya con un molde establecido, se procede a acomodar estas masas en latas, y acomodar estas latas en carritos que entraran al proceso de fermentación/humidificación, en las latas llegan a entrar masas de entre 18 a 30 unidades, esto dependiendo del producto a elaborar, y llegando a acomodarse un total de 30 latas por carrito listo para el ingreso a la cámara de fermentación.
Madurado/Fermentado	Este proceso de madurado/fermentación/humidificación, se realiza bajo un proceso de vapor, se realiza en una cámara que se encuentra a aproximadamente 45-55 C°, donde según el producto se deja reposar un tiempo establecido por el encargado de horneado, oscilando este tiempo de una hora a una hora y media, este proceso se lo realiza para que la masa adquiera mayor volumen esto por la estimulación de vapor.
Horneado	Una vez realizado el proceso de fermentación, se pasa al horneado, que según al tipo de producto, se tiene diferentes tiempos de horneado, que varían desde 15 minutos hasta 30 minutos.
Enfriado	Después del horneado, el enfriado se lo realiza a temperatura ambiente, y seguido este proceso se pasa al des-moldeado de los productos de las latas, y pasado a las cajas de plástico para su espera al embolsado, en casos muy necesarios en los cuales se necesita más latas para acomodar más

	productos el enfriado procede a realizarse sacando los carritos al área de embolsado o al área de inventarios terminados.
Decorado	Esta operación solo se la realiza a cierta variedad de productos que después de ser enfriados se les realiza un añadido y decorado con crema pastelera o con jalea.
Embolsado	Los productos que pasaron el tiempo de enfriado o pasan el proceso de decorado, pasan al proceso de embolsado, en bolsas que tiene el logo de la empresa, y pasan al almacén de los productos.
Almacenado	Después de ser embolsados son almacenados en estantes metálicos por tipo de producto.

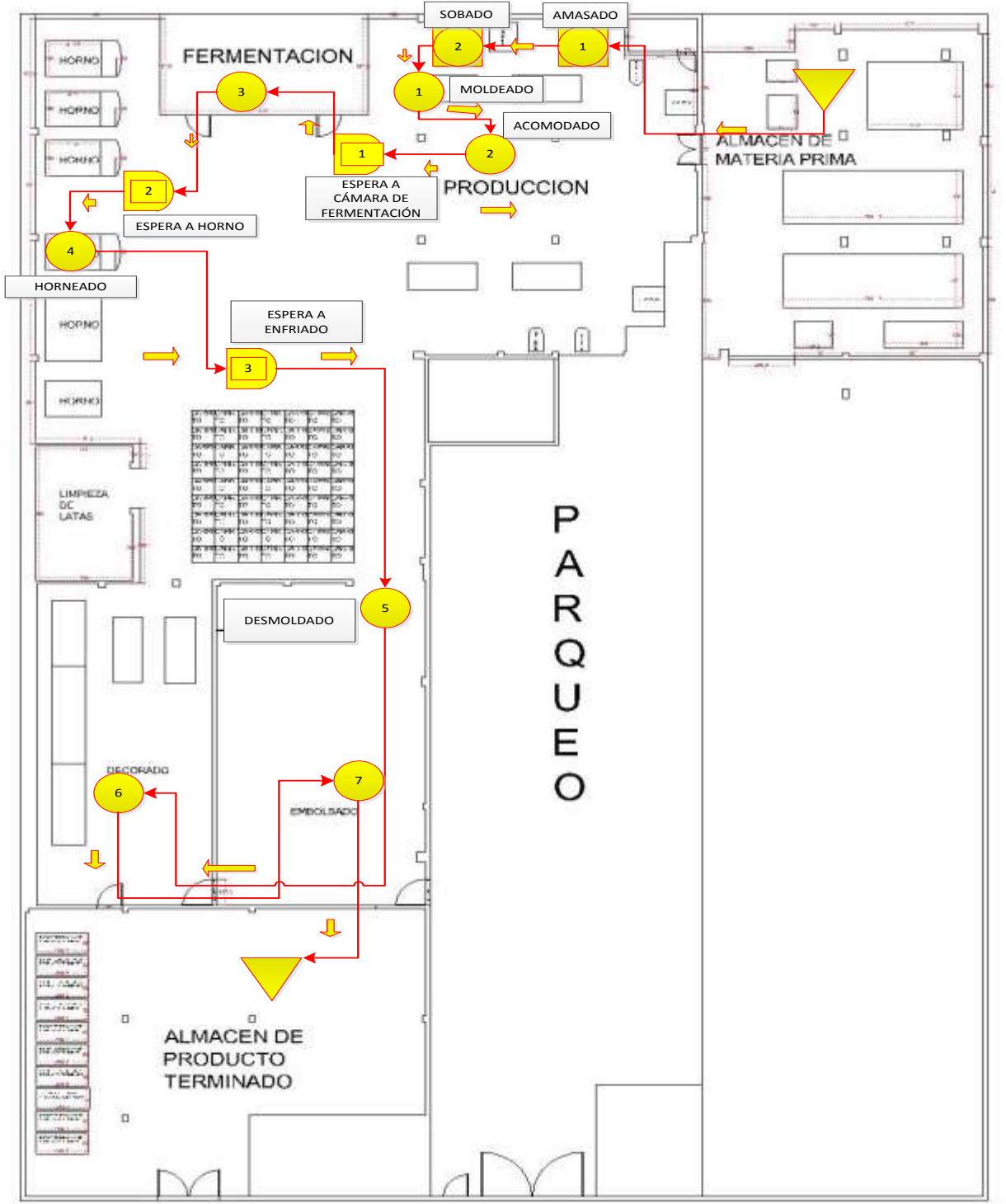
Fuente: Observación de los procesos de la producción.



2.3.3. DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO ACTUAL

Diagrama 2

Diagrama de recorrido del producto



Fuente: Elaboración en base a toma de dimensiones de la empresa.

2.4.MÉTODO DE LOS 6 PASOS

2.4.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente el control de los riesgos de las condiciones de trabajo, es una de las que se tiene pocos estudios para la eliminación o reducción del Estrés Térmico o Sobrecarga Térmica, por consecuencia los efectos que puede llegar a tener, el realizar trabajos en un ambiente de calor constante son muy dañinos para la salud, donde se llegan a presentar situaciones de sobrecarga térmica, a los trabajadores que están expuestos a esta sobrecarga térmica.

La Industria Panificadora “El Pan Casero”, es una empresa alimenticia que se dedica a la elaboración de productos de panificación y productos de repostería, a cargo del Sr. Gerónimo Choque donde el año 2009 comienza la producción de manera industrial, misma que la planta cuenta con amasadoras, laminadoras, hornos de talla industrial, al mismo tiempo cuenta con una cámara de fermentación. En la actualidad la empresa tiene una amplia gama de productos, mismo que requieren mano de obra de una total de 38 operarios por turno, trabajando un total de 2 turnos por día, y los trabajadores son distribuidos por diferentes áreas de producción en la empresa.

Los trabajadores que están en contacto con el área de calor, como ser los hornos, cámara de fermentación o área de enfriamiento, se exponen a una temperatura de unos 40 a 50°C y además que la cámara de fermentación presenta una alta humedad en su ambiente.

Los operarios que están en contacto con los ambientes de exceso de calor, tienden a tener afecciones en la salud por el cambio constante de clima, ya que después de desarrollar sus funciones en los hornos o cámara de fermentación, deben de desarrollar funciones en los ambientes de proceso previo o embolsado, mismos que se encuentran a temperaturas muy bajas a comparación de los ambientes antes mencionados, por lo cual se presentan en los operarios dolores musculares y óseos. Si bien las enfermedades de la sobrecarga térmica pueden presentarse a corto plazo como los desmayos, golpes de calor deshidratación, los riesgos más elevados que puede llegar presentar los operarios son:

- ❖ Enfermedades cardiovasculares y respiratorias.
- ❖ Afecciones renales y cutáneas.

- ❖ La deshidratación crónica.
- ❖ Hipertensión u Obesidad.

(CDC, 2017) Refiere que el calor extremo puede ser peligroso para todos, pero en especial para aquellos que tienen afecciones crónicas, ya que esas personas tienen menos posibilidades de sentir y/o reaccionar a los cambios de temperatura, como pueden ser las enfermedades cardíacas, mentales, o mala circulación u obesidad. Entre estos síntomas mencionados que se pueden presentar a largo plazo, los cuales se presentan después de años de trabajo y no tienen síntomas relevantes, hasta que la enfermedad ya está desarrollada.

Por otra parte al estar los operarios a exposición constante a sobrecarga térmica, la empresa actualmente sufre ausencias de parte de los operarios por ligeras gripes o síntomas de malestar, de manera no muy frecuente, misma que para evitar problemas en esa área lo suplente un operario de otra de trabajo, por lo que en total de la producción de unos 3 días se llega a evidenciar la acumulación de producto sin embolsar igual a unos 45 a 50 paquetes de producto, mismo que llega a ser un desperdicio para la empresa.

Este fenómeno de enfermedades constantes, o presencia de malestar constante, lleva a la empresa a estar expuesta a gastos médicos, o hasta llegar a pagar una indemnización por que el operario en el peor de los casos llegue a presentar una incapacidad de absoluta o parcial, esto contemplado dentro de la Ley General del Trabajo, contemplado dentro del Título VII.- De los Riesgos profesionales, Capítulo II.- De los grados de discapacidad y las indemnizaciones correspondientes, desde Art . 87 hasta el Art. 92.

Por lo que al estar el operario en constante exposición a ambientes de sobrecarga térmica, a largo plazo la empresa estará expuesta correr con dichos gastos de indemnización.

2.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Al tener la empresa un gran número de procesos, dichos procesos no se encuentran a un mismo nivel de temperatura, ya que las operaciones previas al fermentado u horneado, como ser el amasado o moldeado, son operaciones donde se trabaja a una temperatura muy baja, llegando a una nivel de temperatura de 5°C a 10°C, pero al momento de llegar a la cámara de

fermentación los operarios encargados de transportar los carritos de las masas, pasan de estar en un ambiente de clima bastante bajo a una nivel de temperatura y presencia de humedad bastante elevada, al mismo tiempo los operarios encargados de la cámara de fermentación y el control de los hornos están expuesto a una temperatura elevada.

En el manejo de los carritos en la cámara de fermentación, dentro de la cámara de fermentación que es utilizada para que la masa adquiera mayor volumen por la presencia del vapor de agua y la levadura dentro de los ingredientes de las recetas, la cámara de fermentación está a una temperatura de 45°C-50°C, donde la presencia de humedad es bastante elevada, donde los carritos que transportan el producto para el horneado deben de ser acomodados de forma manual por los operarios, al cumplir un tiempo establecido por cada producto, los operarios deben de cambiar la posición de los carritos dentro de la cámara de fermentación para que el vapor tenga el mismo nivel de contacto con las masas. Al tener una capacidad de unos 50 carritos, los operarios al momento de realizar la introducción o cambio de posición de los carritos, están un tiempo bastante considerable dentro de la cámara de fermentación en contacto directo con el vapor de agua a una temperatura elevada.

Los mismo sucede dentro del control de los hornos, los operarios encargados tienen un contacto directo con el carrito metálico que transporta las masas, como se trata del horno de cocción del producto el carrito suele tener una temperatura alrededor de los 130°C a 180°C, si bien el operario manipula los carritos de transporte al salir del horno con guantes para evitar quemaduras, el calor que llega a irradiar es demasiado alto. A comparación de la cámara de fermentación, al salir del horno el producto ya no tiene un nivel de humedad alta, lo cual hace el operario cambie contantemente el nivel de humedad con el cual llega a operar.

Todo esto influye para que se tenga un ambiente con incomodidad térmica que afecta a los operarios, generando riesgos en la salud de los operarios, y también al bajo rendimiento físico de los operarios, lo que puede tener como consecuencia un riesgo laboral que llega a comprometer el estado de salud del operario, por tener un ambiente de inconformidad térmica.

2.4.3. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA

En la descripción del problema se identifica que una de las causas para que exista condiciones de trabajo poco estables en relación a la temperatura, es la presencia de hornos y la cámara de fermentación, que son una fuente que irradia calor, por esta razón las personas que se encuentren cercanas a esta área tendrán una mayor posibilidad de sufrir enfermedades relacionadas con la sobrecarga térmica.

2.4.4. SOLUCIONES OPCIONALES

Como dice (INSSBT, 2017), un criterio preventivo es imprescindible para poder cumplir con una principal tarea que es evitar los riesgos, identificar previamente los existentes en un determinado entorno, o lugar de trabajo.

Aunque el ser humano tiene una capacidad considerable para compensar el estrés por calor que ocurre en condiciones naturales, muchos entornos profesionales y/o actividades físicas exponen a los trabajadores a unas temperaturas demasiado elevadas que suponen un riesgo para su salud y productividad. Las intervenciones se dividen en cinco categorías:

- ❖ Reposición puntual de los líquidos y electrolitos perdidos.
- ❖ Modificar las prácticas de trabajo.
- ❖ Controlar las condiciones climáticas.
- ❖ Utilizar prendas protectoras.

Cuando se evalúa el nivel de exposición al calor y se preparan estrategias preventivas, no deben ignorarse los factores ajenos al lugar de trabajo que pueden influir en la tolerancia térmica (Vogt JJ 1998, “Calor y Frio” Capítulo 42, Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo OIT).

Por otra parte, se puede tener las opciones de controles sobre la fuente y controles sobre el ambiente, las cuales (Cujar-Vertel & Julio-Espitia, 2016) sugiere:

- Control sobre la fuente:
 - ❖ Separación del área de horneado del área de producción.

- ❖ Barreras de material aislante a la fuente, en este caso horno. Para esto se puede tener en cuenta que los colores brillantes reflejan el calor y algunos materiales como el asbesto lo aíslan (absorben), evitando la exposición de las personas.
- Control en el medio
 - ❖ Sistemas de ventilación general.
 - ❖ Reducir la humedad por medio del uso de deshumidificadores o reducir las fuentes de humedad. (pág. 340)

Tomando en cuenta los puntos explicados, se deberá tomar en cuenta también el grado de hidratación que pueda llegar a tener el operario.

2.4.5. TOMA DE DECISIONES

Al tener a los operarios desempeñando sus funciones en condiciones de sobrecarga térmica, se llega a generar riesgos sobre la salud de los operarios, por lo cual como prevención de riesgos ante las condiciones ambientales al que están expuestos los trabajadores se debe diseñar medidas de control, para que se permita a los operarios del área de producción, mejoren sus condiciones de higiene industrial, reduciendo el impacto que la sobrecarga térmica provoca en su organismo.

2.4.6. PLAN DE ACCIÓN

Por la interpretación de las soluciones opcionales, se tienen bastantes opciones para poder contrarrestar el disconfort térmico al cual están expuestos los operarios, por lo que, se optará por las opciones de:

- ❖ Reposición puntual de los líquidos y electrolitos perdidos.
- ❖ Modificar las prácticas de trabajo actual.

Ya que son las opciones más acordes dentro de las posibilidades de la empresa, debido a que no requieren una inversión económica significativa, y al mismo tiempo son variables que se pueden medir con una certeza muy alta debido al uso de los equipos de medición.

Realizando la toma de temperaturas, tanto como la Temperatura de Bulbo seco, Bulbo húmedo y temperatura de globo, se podrá identificar los parámetros aceptables o no de los

ambientes laborales con mayor riesgo, a su vez identificar el tiempo máximo de exposición al cual los operarios pueden estar en el área de trabajo.

Al ser medidas que tienen como objetivo principal preservar la salud de los operarios, la implementación tanto de la reposición de líquidos e hidratación, como la modificación de las prácticas laborales actuales, estará a cargo del jefe de producción y encargado de la planta.



3. MARCO TEÓRICO Y JUSTIFICACIÓN.

3.1.MARCO TEÓRICO

La sobrecarga térmica o estrés térmico en condiciones de calor, se da por el aumento de la temperatura del ambiente de trabajo, el cual tiene repercusión sobre la salud de los operarios que están expuestos a estas condiciones de trabajo ya sean estas a corto y/o largo plazo. Para poder entender las consecuencias del trabajo en condiciones de estrés térmico o sobrecarga térmica se deben definir algunos conceptos claves para el tema de estudio como ser: Seguridad Industrial, Higiene Industrial, Riesgos Laborales, Riesgos por calor, Sobrecarga Térmica, Transferencia de Calor.

3.1.1. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Para realizar un correcto seguimiento de las medidas de seguridad obligatorias, se tiene una unidad administrativa a la cual le corresponde efectuar el control y seguimiento de todas aquellas actividades.

Por lo general se consideraba que la seguridad industria no era más que una meta secundaria y lo primordial era alcanzar los objetivos de producción, y se pretendía llegar a la meta de seguridad industrial solo siendo cuidadosos pero no se le dedicaba la planeación como a los aspectos productivos.

La Seguridad Industrial y la Salud Ocupacional es un sistema de medidas obligatorias que tiene por objeto lo que es la prevención y reducción de riesgos, y al mismo tiempo la protección y/o disminución de accidentes tales que puedan significar daño en la salud de las personas, o producir daños a bienes o medio ambiente.

Como también la prevención de peligros inherentes en el trabajo, con las debidas indicaciones sobre sus consecuencias y los métodos de control que se deben de tener para eliminar o limitar los accidentes o enfermedades ocupacionales “La salud ocupacional y la seguridad industrial conforman un binomio inseparable que garantiza la minimización de los riesgos laborales y la prevención de accidentes en el trabajo” (Arias, 2012, pág. 1)

Así mismo Mancera Fernández, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz (2012) propone la siguiente definición sobre la Seguridad Industrial; Se define la seguridad industrial como el conjunto de actividades destinadas a la prevención, identificación y control de las causas que generan accidentes de trabajo. Su objetivo principal es detectar, analizar, controlar y prevenir los factores de riesgo específicos y generales existentes en los lugares de trabajo, que contribuyen como causa real o potencial a producir accidentes de trabajo.

La Seguridad Industrial nos propone directrices que se deben seguir para evitar los accidentes laborales, que afectan tanto a operarios, bienes y medio ambiente.

3.1.2. HIGIENE INDUSTRIAL

3.1.2.1. DEFINICIÓN

La higiene industrial es la ciencia dedicada al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales que se originan en los lugares de trabajo, los cuales pueden ser causas de enfermedades, perjuicios para la salud o el bienestar, incomodidades o ineficiencia entre los trabajadores. (Mancera Fernández, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2012, pág. 16)

La higiene industrial es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general. (Herrick, 1998, pág. 2).

Al mismo tiempo la higiene industrial se basa en la aplicación de instrucciones que nos ayudan a reconocer el riesgo y evaluación de factores perjudiciales. “La seguridad e higiene industrial comprende la aplicación de instrucciones, metodologías y elementos para el reconocimiento, evaluación y control de agentes perjudiciales que se presentan en actividades del trabajo productivo y de servicios” (Ordoñez, 2014, pág. 1).

Es la ciencia y el arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores de riesgos ambientales o tensiones provocadas por o con motivo del trabajo y que pueden

ocasionar enfermedades, afectar la salud y el bienestar, o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad. (Kayser, 2007, pág. 5).

La Higiene Industrial es la disciplina que analiza los contaminantes presentes en el aire y establece las medidas de protección, para favorecer un ambiente saludable la ventilación natural o artificial debe ser la adecuada y cuando no es posible disminuir o eliminar la fuente contaminante se recomienda la ventilación en base a extracción localizada. (PCET-MALUR, 2011, pág. 128)

La higiene ocupacional es una disciplina fundamental cuya aplicación es indispensable para obtener condiciones laborales saludables y seguras, protegiendo así la salud de los trabajadores, además influye positivamente sobre la productividad y rentabilidad de las actividades laborales y contribuye a la protección del medio ambiente y al desarrollo sostenible. (Goelzer & Van Der Haar, 2001, pág. 27).

Se puede decir entonces que la Higiene Industrial tiene como realizar el reconocimiento, evaluación y control de todos los factores de riesgos que puedan estar presentes en el área de trabajo, para así proteger la salud de los trabajadores, brindando un ambiente de confort para los operarios, evitando las repercusiones de los agentes perjudiciales en la salud, al mismo tiempo al tener una zona de confort en cuanto a higiene industrial, tiene una influencia positiva en la productividad de las actividades laborales.

3.1.2.2.RIESGO LABORAL

Se entiende como riesgo laboral, a todos los peligros que existen en una profesión y los peligros que existen en una tarea profesional concreta, así como en el entorno en el que se encuentre o lugar donde se desarrolla el trabajo, donde existe la susceptibilidad de originar accidentes o cualquier tipo de catástrofes que puedan provocar daño o problemas a la salud tanto físico como psicológico, “Por riesgo laboral se entiende la probabilidad de que ocurran lesiones a las personas, daños al medio ambiente o pérdidas en los procesos y equipos dentro de un contexto laboral” (Arias, 2012, pág. 1)

“En el contexto de la seguridad y salud en el trabajo, se define riesgo laboral como la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.” (La Seguridad Industrial Fundamentos y Aplicaciones, s/f, pág. IV.6)

Al mismo tiempo (La Seguridad Industrial Fundamentos y Aplicaciones, s/f) nos dice que se puede completar esta definición señalando que para poder calificar un riesgo según la gravedad, se valoran también conjuntamente con la probabilidad de que se produzca el daño y se grado de severidad o magnitud.

Como mencionan (Aguirre & Vallejos, Factores de Riesgo Laboral, 2012), los factores de riesgo laboral y las enfermedades profesionales están considerados como elementos fenómenos o acciones humanas que pueden provocar daño en la salud de los trabajadores, en los equipos o en las instalaciones.

Se entiende por riesgo laboral el conjunto de factores físicos, psíquicos, químicos, ambientales, sociales y culturales que actúan sobre el individuo; la interrelación y los efectos que producen esos factores dan lugar a la enfermedad ocupacional, pueden identificarse riesgos laborales relacionados globalmente con el trabajo en general, y además algunos riesgos específicos de ciertos medios de producción. (Badía, 1985, pág. 25)

Se puede decir que el riesgo laboral es la probabilidad de que un operario sufra algún tipo de daño o tipo de lesión a consecuencia del trabajo, los daños ocasionados no solo pueden llegar a ser físicos, sino también llegan a ser daños psicológicos, los factores que llevan a generar una posibilidad de riesgo laboral son factores físicos, ambientales, químicos.

3.1.2.2.1. TIPOS DE RIESGO

En la búsqueda de un ambiente cómodo en cuanto se refiere a las condiciones laborales, los trabajadores desarrollan su actividad en un entorno, con factores que son: físico, químico, biológico, que pueden actuar sobre el operario tanto de manera positiva o negativa que pueden influir en la salud del operario, lo factores mencionados generan exposiciones a riesgos que pueden traducirse en un peligro, los cuales están clasificados de la siguiente manera:

- ❖ Riesgo físico.
- ❖ Riesgo químico.
- ❖ Riesgo biológico.
- ❖ Riesgo ergonómico.

(Mancera Fernández, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2012) indica que es importante aclarar que el riesgo laboral es un deterioro progresivo de la salud del trabajador causado por las labores o el ambiente donde desarrolla las actividades de su trabajo

3.1.2.2.2. RIESGOS FÍSICOS

Los riesgos físicos corresponden a los fenómenos físicos que son resultados de procesos industriales y de los funcionamientos de las maquinarias, equipos y/o herramientas que sean capaces de generar diferentes variaciones con respecto a las condiciones naturales de temperatura, humedad, ruido, vibraciones, presiones, radiación e iluminación.

Los espacios cerrados, la puesta en marcha inadvertida de máquinas o partes de ellas y los resbalones y caídas entrañan riesgos físicos. Las consecuencias de un riesgo físico pueden a menudo ser inmediatas, irreversibles y graves, o incluso mortales. Los riesgos físicos varían en función del diseño de la planta. (LeGrande, D, 1998, pág. 11)

Los riesgos físicos se clasifican de la siguiente manera:

- ❖ Riesgos por ruido.
- ❖ Riesgos por vibración.
- ❖ Riesgos por presiones anormales.
- ❖ Riesgos por iluminación.
- ❖ Riesgos por radiación.
- ❖ Riesgos por temperatura.

3.1.2.3. GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

La prevención de riesgos laborales, como actuación a desarrollar en el seno de la empresa, deberá integrarse en el conjunto de sus actividades y decisiones, tanto en los procesos técnicos, en la organización del trabajo y en las condiciones en que éste se preste, como en

la línea jerárquica de la empresa, incluidos todos los niveles de la misma. (Falagán, 2000, pág. 281).

3.1.3. SOBRECARGA TÉRMICA (Riesgos por Temperatura)

3.1.3.1. DEFINICIÓN

La temperatura es uno de los factores de riesgos el cual puede llegar a afectar a los operarios, si se presenta en niveles excesivos ya sean estos de calor o de frío, dependiendo de los niveles a los que se encuentre la temperatura ambiental, se puede hablar de problemas de “confort” térmico o de problemas de estrés térmico.

Se define como tensión térmica al estado fisiológico, provocado por un intercambio anómalo de calor entre el cuerpo humano y el ambiente, aparece debido al factor físico ambiental o al esfuerzo del trabajo que, al no poderse mantener en equilibrio, crea unas condiciones fisiológicas inadecuadas y se produce la tensión psíquica térmica con el riesgo respectivo. (La Seguridad Industrial Fundamentos y Aplicaciones, s/f, pág. X.9).

El estrés térmico no se deriva solamente de las condiciones ambientales, también se denomina estrés térmico por calor a la carga neta de calor a la que los trabajadores pueden estar expuestos como resultado de un conjunto de condiciones de trabajo que resultan agresivas para mantener el equilibrio térmico corporal. (ISTAS, 2014, pág. 20)

El estrés térmico por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan. (INSHT, s/f, pág. 1)

Es decir, el estrés térmico por calor no es un efecto patológico que el calor puede originar en los trabajadores, sino la causa de los diversos efectos patológicos que se producen cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo. Las condiciones ambientales en las que se encuentran los lugares de trabajo, como ser la humedad, radiación térmica, nivel de actividad de los operarios y también la ropa de trabajo pueden llegar a originar situaciones de “disconfort” térmico, que representan un peligro para su salud y seguridad del operario.

3.1.3.2. RIESGOS DE SOBRECARGA TÉRMICA

El organismo humano funciona como un almacenador de temperatura, al mismo tiempo si se encuentra en condiciones de cambios de temperatura no muy drásticos el organismo es capaz de nivelar su funcionamiento fisiológico.

Cuando los niveles de exposición al frío o al calor son muy altos o muy prolongados el cuerpo se vuelve incapaz de mantener constante la temperatura interna del cuerpo, de modo que ésta sube o baja de acuerdo a las circunstancias ocasionando efectos que pueden llegar a ser graves para la salud del trabajador, de allí que se deban mantener controles rigurosos sobre la temperatura presente en el lugar de trabajo, realizando las mediciones correspondientes y aplicando los controles para minimizar este tipo de riesgo. (Mancera Fernández, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2012, pág. 203).

Los riesgos que podemos mencionar con respecto a la sobrecarga térmica son:

“La exposición a altos niveles de calor ambiental puede provocar graves peligros para los trabajadores, tanto por la sobrecarga del corazón y del aparato circulatorio, como por el desequilibrio en el balance de agua y sales en el organismo” (Cañada Clé, Díaz Olivares, Medina Chamorro, Puebla Hernández, & Simon Mata, pág. 146)

Por lo que podemos apreciar los riesgos que conlleva el trabajo en exposición a condiciones de frío o calor en niveles altos, llegan a ocasionar efectos bastante graves con la salud de los operarios.

3.1.3.3. TRANSMISIÓN DE CALOR

El cuerpo humano tiene la facilidad de intercambiar calor con el ambiente de diferentes maneras, ya sean a través de contacto con superficies, convección, evaporación con el aire del ambiente, y por radiación con las superficies cercanas.

3.1.3.3.1. TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN

Este tipo de transmisión de calor ocurre intermolecularmente, debido al contacto de moléculas calientes y frías. La dirección de esta propagación, se realiza de las moléculas calientes hacia las frías y mientras dure el contacto, o hasta que se equilibren las temperaturas

de las moléculas de los cuerpos involucrados. (Mancera Fernández, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2012, pág. 206)

Una forma simple de transferencia del mismo, denominada conducción, será la comunicación directa de la energía molecular a través de una sustancia por medio de colisiones entre sus moléculas, este tipo de transmisión ocurre intermolecularmente, pasando de molécula a molécula, debido al contacto de éstas, de las calientes a las frías. (Henaó, 2008, pág. 14)

3.1.3.3.2. TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN

Se trata de la transmisión de calor de un lugar caliente dirigido a otro menos caliente, la convección está en función de la velocidad del aire y de su respectiva temperatura, mientras a mayor velocidad del aire existirá mayor intercambio.

La convección consiste en la transferencia de calor entre la piel y el aire circundante. Si la temperatura de la piel en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$), es mayor que la temperatura del aire (t_a), el aire en contacto con la piel se calienta y, como consecuencia, se desplaza hacia arriba. (VOGT, JJ, 1998, pág. 15)

Puesto que el calor es la energía de la actividad molecular, la convección es una forma de transmisión de un lugar a otro transportado de un sitio caliente a otro frío por las masas del fluido que se han calentado en el primero, es el intercambio de calor entre la piel y el aire que lo rodea, el cuerpo pierde calor por convección cuando la temperatura de la piel es superior a la del aire y lo gana cuando es inferior. (Henaó, 2008, pág. 15)

3.1.3.3.3. TRANSFERENCIA DE CALOR POR RADIACIÓN

Este tipo de transmisión de calor no requiere de un medio físico para transportarse, ya que puede hacerlo en el vacío; la propagación de calor se efectúa mediante ondas electromagnéticas de gran magnitud (longitudes de onda muy grandes). (Mancera Fernández, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2012, pág. 206)

La radiación depende del nivel de temperatura de los objetos que lo rodean en un ambiente cualquiera, como por ejemplo, cuando se apaga un horno después de que estuvo en funcionamiento, después de un tiempo aún se puede sentir el calor que emana el horno, este

es un ejemplo de la radiación. “En esta forma, la energía radiante puede atravesar distancias enormes antes de ser absorbida por un cuerpo y transformada de nuevo en calor” (Henao, 2008, pág. 17)

3.1.3.3.4. TRANSFERENCIA DE CALOR EVAPORACIÓN DEL SUDOR

“Intercambio de calor entre la piel y el aire que la rodea mediante la evaporación del sudor. en condiciones industriales normales, la evaporación es siempre un mecanismo de pérdida de calor del organismo.” (Henao, 2008, pág. 19)

La transferencia de calor por sudoración se presenta cuando se evapora el sudor; siendo más fácil perder calor por sudoración en un clima seco y más difícil en un lugar donde la humedad relativa es alta. La cantidad de calor que se puede transferir al ambiente mediante la evaporación del sudor está condicionada por la humedad y la velocidad del aire. (Mancera Fernández, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2012, pág. 206)

Se puede indicar que la capacidad de la evaporación del sudor es mayor cuando más elevada es la velocidad del aire y cuando se tiene una humedad baja al mismo tiempo, además que cuando la temperatura del medio es mayor a la de la piel, en lugar de perder calor, el cuerpo tiende a ganar el calor por medio de radiación y conducción del cual procede del ambiente expuesto.

3.1.4. EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A ALTAS TEMPERATURAS SOBRE EL ORGANISMO

Los efectos sobre el cuerpo humano llega a tener son diferentes, en comparación de ambiente con temperatura muy alta en comparación con un ambiente de temperatura muy baja.

En los ambientes calientes el riesgo común es la HIPERTERMIA, (Mancera Fernández, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2012) hace referencia a los mecanismos reguladores de la temperatura corporal, se activan para tratar de mantener constante la temperatura corporal de la siguiente manera;

- a) Vasodilatación sanguínea
- b) Activación de glándulas sudoríparas.

c) Aumento de la circulación sanguínea periférica.

Al mismo la Hipertermia puede ocasionar los siguientes desordenes fisiológicos:

- ❖ Erupciones cutáneas.
- ❖ Calambres.
- ❖ Sincope de calor.
- ❖ Deshidratación y pérdida de electrolitos.
- ❖ Golpe de calor (hiperpirexia).
- ❖ La exposición visual a fuentes infrarrojas con temperatura radiante alta, puede ocasionar cataratas.

También se puede mencionar a (INSHT, s/f), que indica que cuando se trabaja en condiciones de sobrecarga térmica o estrés térmico por calor, una de las primeras consecuencias más frecuentes es la acumulación del calor en el cuerpo, lo que da como resultado una sensación de molestia en los trabajadores que es la “sensación de calor”, con lo que inmediatamente se activan los mecanismos de termorregulación del cuerpo que es denominado como *termorregulación fisiológica*, donde los operarios empiezan a desprender sudor, y además que se tiene el incremento del flujo de la sangre hacia la piel conocido como *vasodilatación periférica*.

El estrés por calor produce un aumento de la frecuencia cardíaca y la temperatura interna del organismo. La frecuencia cardíaca máxima y/o una temperatura interna de unos 40 °C establecen el límite fisiológico absoluto de la capacidad física para el trabajo en un ambiente caluroso. (VOGT, JJ, 1998, pág. 8)

Se puede además indicar que los riesgos por estrés térmico son mayores y más comunes a los que están causados por ambientes y condiciones de frío.

Si los operarios permanecen trabajando en el ambiente de Sobrecarga Térmica o Estrés Térmico por un tiempo prolongado y sin tener descansos, se llega a un momento en el que se tiene una incomodidad, teniendo como consecuencias como la capacidad de atención y

memoria disminuidas, y al mismo tiempo la apatía que está presente, lo que eleva más la probabilidad de que ocurra un accidente.

Al mismo tiempo que los pacientes que tienen una enfermedad de base o enfermedad crónica, puede derivar a la complicación de las mismas. Al estar en esas condiciones de calor, los operarios llegan a un momento en que se producen muchos daños en el organismo, que están relacionados con la cantidad de calor acumulado.

Una de las afecciones más graves es el golpe de calor, que en muchos casos puede tener como desenlace la muerte, aunque por otra parte aunque si los operarios disminuyen el trabajo en excesos de calor de igual manera sufrirán daños en el organismo si no tiene una correcta reposición de agua y electrolitos que perdieron al sudar.

3.1.4.1. ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA EXPOSICIÓN AL CALOR

Las enfermedades más frecuentes que son consecuencia de la exposición al calor o la sobrecarga térmica son:

3.1.4.1.1. ERUPCIONES CUTÁNEAS

Las erupciones cutáneas que son el resultado del exceso de sudoración que causa una irritación en la piel, dicha afecciones son provocadas porque se presenta una excesiva sudoración o una excesiva humedad ambiental.

Las erupciones cutáneas por lo general son de color rojo, mismas que pueden llegar a infectarse según nos indica (INSHT, s/f) además que puede presentar escozor intenso, con molestias y dificultad para trabajar e incluso descansar bien.

3.1.4.1.2. CALAMBRES

Los calambres que son consecuencia por una exposición a una sobrecarga térmica, son contracciones rápidas y a la vez no son continuas, pero si son dolorosas, y estas se hacen presentes cuando el operario ya está descansando después de su actividad.

Estos calambres son espasmos bastante dolorosos de la musculatura esquelética, debida a la perdida de electrolitos en la sudoración, y los calambres son bastante comunes en operarios

o atletas que presentan una sudoración bastante abundante, tras un trabajo bastante exigente expuesto ante temperaturas elevadas.

“En cuanto a su diagnóstico, lo fundamental son los espasmos dolorosos de los músculos voluntarios del abdomen y las extremidades; la piel puede estar húmeda o seca, fría o caliente y la temperatura corporal es normal o algo elevada” (Luciani, 2007, pág. 3)

Al mismo tiempo se presentan los calambres debido a una pérdida excesiva de sales o al mismo tiempo la ingesta de abundantes cantidades de agua sin obtener las sales y electrolitos para reponer las pérdidas por el sudor.

3.1.4.1.3. SÍNCOPE DE CALOR

(Luciani, 2007) Indica que es una reacción a la exposición prolongada a un ambiente de incomodidad térmica de manera prolongada, debido a la pérdida de agua y sales, la pérdida de agua y sales generan una sed intensa y como consecuencia se presenta debilidad corporal que viene acompañada por dolor de cabeza, mareos o desvanecimientos, una presión arterial baja conocida como Hipotensión y taquicardia.

Por otra parte (INSHT, s/f) hace énfasis en que el operario al estar de pie e inmóvil durante mucho tiempo en lugares con exceso de calor, no llega suficiente sangre al cerebro, mismos síntomas que también pueden sufrirlas los operarios que no se encuentran aclimatados al calor al principio de la exposición.

3.1.4.1.4. DESHIDRATACIÓN Y PÉRDIDA DE ELECTROLITOS

La deshidratación aparece cuando el cuerpo no tiene la cantidad de líquido suficiente para su correcto funcionamiento, este síntoma se hace presente por la pérdida de líquido corporal por medio del sudor, mismos síntomas que según (ISTAS, 2017) puede ser leve, moderado o grave, según la proporción del líquido corporal que se haya perdido o la cantidad que no se haya llegado a reponer los electrolitos perdidos.

La deshidratación aumenta críticamente el impacto del estrés térmico por calor al causar que la persona transpire demasiado poco (anhidrosis), el cuerpo se sobrecaliente y la vida esté en

riesgo. Hay otras causas posibles de anhidrosis, además de la deshidratación, como las quemaduras y algunos trastornos de la piel y de los nervios. (ISTAS, 2017, pág. 16).

Se puede medir la deshidratación midiendo el peso corporal con intervalos de tiempo determinados, o también al principio y al final del turno de trabajo, sin embargo, existen límites sobre las cantidades de ingesta de líquidos para reponer electrolitos, trabajar en condiciones que obliguen a beber 10 o más litros de agua al día no resultan tolerable.

Los cuadros clínicos de deshidratación son:

- ❖ Elevación de la frecuencia del pulso.
- ❖ Elevación de la temperatura corporal.
- ❖ Disminución del volumen de orina.
- ❖ Inquietud, laxitud, irritabilidad, somnolencia.

Se puede decir que la deshidratación es el cuadro de pérdida excesiva de agua, esto debido a que se presenta una sudoración provocada por trabajo físico y exposición al ambiente de calor, tomando en cuenta que no se repone la cantidad de agua perdida.

3.1.4.1.5. GOLPE DE CALOR O HIPERPIREXIA

El golpe de calor es una emergencia médica caracterizada por un incremento de la temperatura corporal central por encima de 40°C y alteraciones del sistema nervioso central consecuencia de un fallo agudo del sistema termorregulador, típicamente se produce en ambientes calurosos afectando tanto a jóvenes que realizan actividades físicas en condiciones ambientales de altas temperaturas y concentración de humedad, como a ancianos, con o sin enfermedades concomitantes, durante intensas oleadas de calor. (Piñeiro, Martínez, & Rodríguez, 2004, pág. 1)

Así mismo el golpe de calor tiene incidencia en el ritmo cardiaco, como indica (Piñeiro, Martínez, & Rodríguez, 2004) el gasto cardiaco se eleva según al tipo de exigencia al que este expuesto el cuerpo, también la resistencia del mismo, y el nivel de deshidratación teniendo en cuenta la relación con el aporte insuficiente de líquidos por la sudoración.

Como se menciona en (ISTAS, 2017), en condiciones de estrés térmico por calor, el golpe de calor de manifiesta en trabajadores que no están aclimatados, o que posean una mala forma física, al mismo tiempo se debe a que los operarios presentan enfermedades de base del tipo cardiovascular crónica, el golpe de calor al mismo tiempo puede llegar a afectar a personas que se encuentren en la ingesta de ciertos medicamentos, o presenten cuadros de obesidad leve, media o grave.

3.1.4.1.6. AFECCIONES VISUALES

La catarata por calor puede producirse en trabajadores de soldadura con arco, trabajadores del vidrio, *hornos* y metales, aunque actualmente es infrecuente. Se produce por la exposición del ojo a radiaciones infrarrojas, o a la exposición a altas temperaturas mismas que pueden producir alteraciones en el cristalino, que originan cataratas más densas en trabajadores sin protección, que observan las masas de vidrio y materiales calientes durante muchas horas al día. Puede afectar la agudeza visual con un período de latencia más corto, y producir una afectación mayor, aunque suele tener una evolución más estable. (ISSL, s/f, pág. 2)

3.1.4.2. CAUSAS DEL RIESGO POR TEMPERATURA

Las causas de los riesgos del trabajo en presencia de temperatura no adecuadas se consideran las siguientes, en ambientes calientes;

- a) Falta de aislamientos térmicos en **hornos**, calderas y, en general, en cualquier **equipo generador de calor**.
- b) Procesos de fundición, secado, fabricación de plásticos, tratamientos térmicos, fabricación de vidrio, procesos con hornos.
- c) Temperatura ambiental alta de acuerdo con la ubicación geográfica, época del año y hora del día.
- d) Sistemas de ventilación inadecuados.
- e) Dentro de los sistemas de inyección y extracción de aire, ubicación inadecuada de termostatos.

3.1.5. EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE ESTRÉS POR CALOR

Los índices de estrés térmico por calor según (VOGT, JJ, 1998) proporcionan datos para evaluar ambientes calurosos y al mismo tiempo a estimar la sobrecarga térmica al cual pueden estar expuestos los operarios. Los valores límites basados en los índices de estrés térmico indicaran cuando el ambiente térmico puede llegar a ser motivo de discomfort térmico.

Los parámetros ambientales que se deben de conocer son los siguientes:

- ❖ Índice de estrés térmico.
- ❖ Temperatura del globo de bulbo húmedo.
- ❖ Temperatura de bulbo seco.
- ❖ Velocidad del aire.

3.2.JUSTIFICACIÓN

3.2.1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

Se toma como base la materia de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, donde se elaborará Tablas de operaciones y su respectivo tiempo de permanencia en cada operación tomando como referencia (NTP 18, 1982)

Con referente a la materia de Ingeniería de Métodos, se desarrollará el diagrama de recorrido y cursograma sinóptico del proceso para evaluar las operaciones en las cuales se tiene presencia de sobrecarga térmica y seleccionar el área de estudio, al mismo tiempo se desarrollara la medición de desempeño del área afectada por la sobrecarga térmica.

Se tomará en cuenta la materia de Administración Industrial, ya que se deben coordinar las actividades de trabajo de modo que realicen de manera eficiente y eficaz.

También se empleara la materia de Gestión de Calidad, ya que se trata de una herramienta que permite a cualquier organización, planear, ejecutar y controlar las actividades necesarias para el desarrollo de la misión, los cuales son medidos a través de los indicadores de satisfacción de los operarios. La correcta y eficaz gestión de los riesgos y de la salud de sus trabajadores permite a las

empresas alcanzar una serie de beneficios fundamentales para aumentar su productividad y mejorar su imagen tanto interna (entre los propios trabajadores, proveedores y otros grupos de interés) como externa (clientes potenciales y reales y la sociedad en su conjunto). (Norma OHSAS 18001, pág. 3)

3.2.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICO SOCIAL

El proyecto será útil para poder realizar acciones de mejora en cuanto al clima de trabajo, mismo que ayudará a tener un “confort” térmico, que nos ayudará a tener una mejor productividad del área de trabajo implicado a nuestra área de estudio, por tal razón se podrá medir económicamente el impacto del estudio del proyecto, con mediciones de indicadores de productividad del ambiente laboral.

Al mismo tiempo la sobre carga térmica tiene incidencia en las enfermedades que pueda tener el operario, como ser; enfermedades respiratorias (asma), diabetes, enfermedades cardiovasculares, que es el agotamiento por calor, la pérdida de agua por medio del sudor causa una sed intensa y debilidad y la pérdida de sal ocasionaría calambres musculares, vómitos y en un caso más extremo taquicardia.

Por lo que se buscará reducir los riesgos a los cuales están expuestos constantemente los operarios por causa del ambiente de calor.

3.2.3. JUSTIFICACIÓN LEGAL

❖ GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD OCUPACIONAL Y BIENESTAR
DECRETO LEY N°. 16998 DE 2 DE AGOSTO DE 1979

En su CAPITULO I: Objeto y Campo de Aplicación

Al mismo tiempo en su CAPITULO XII:

De las ropas de trabajo y protección personal. Definición de ropas de trabajo art. 371°, art. 374°.

❖ DECRETO SUPREMO N° 29894 De 7 de Febrero de 2009
ARTÍCULO 87.- (ATRIBUCIONES DEL VICEMINISTERIO DE TRABAJO Y
PREVISIÓN SOCIAL), Inciso d). OBJETIVOS

- ❖ DECRETO SUPREMO N° 2348 del 18 de enero de 1951.
Artículo N°6.- (Definiciones), inciso o) donde se define un “ambiente saludable y confortable” que significa la atmosfera que tiene una temperatura efectiva tan cerca al nivel de comodidad como las prácticas de ingeniería de higiene industrial lo permitan y nunca a una nivel que sea perjudicial para la salud. Donde esta aplica a ambientes donde la temperatura anormal y las humedades provienen del proceso inherente de la naturaleza de la industria.

Artículo N°7.- REGISTROS

Cada empleador deberá de mantener registros adecuados de los accidentes, enfermedades profesionales y otras dolencias que causan incapacidad, que ocurran entre sus trabajadores.

- ❖ Reglamento de la LEY GENERAL DEL TRABAJO, DS N° 224, 23 de agosto de 1943
Capítulo V, Artículo N° 115.

Los patronos tendrán la obligación de mandar efectuar un examen médico de los trabajadores a su cargo, en el momento del ingreso al trabajo, debiendo hacerse constar en el certificado respectivo las lesiones y enfermedades de que adolezca el trabajador.

4. MÉTODO Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1.METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

4.1.1. EXPLICATIVO

La investigación es de tipo explicativa, porque se enfocará en responder el por las causas de los fenómenos y las condiciones que en este caso llegan a generar un ambiente de sobrecarga térmica en ambientes de la Industria Panificadora “El Pan Casero”.

Como plantea (Hernández Sampieri, Roberto, 1997), el interés de este método, se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables, así también se encuentra más estructurado que los demás alcances (de hecho implica los propósitos de éstos); además de que proporciona un sentido de entendimiento del fenómeno a que hace referencia.

Para lo expuesto con previamente, se iniciará un diagnóstico de las condiciones iniciales de la empresa, mismo que será de utilidad para poder describir las características, procedimientos u operaciones, y factores influyentes en las condiciones ambientales que están presentes en el área operativa implicada en el área de estudio de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, planteando los parámetros de medición de la condiciones de Estrés o Sobrecarga Térmica y se pasara a plantear las alternativas de solución a las condiciones actuales.

Por lo que se podrá llegar a explicar de forma clara la incidencia de la sobrecarga térmica en los operarios, y un parámetro estimado al cual los operarios de determinadas áreas pueden estar expuestos por turnos de jornada laboral.

4.1.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población a la cual estará dirigido el proyecto, estará conformada por operarios que forman parte del área de producción cercanas a las áreas de horneado y fermentado de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, por lo tanto, dichos operarios están expuestos a las condiciones de sobrecarga térmica.

Para desarrollar la investigación y poder cumplir con nuestro objetivo que es diseñar mecanismos de control de higiene ocupacional para reducir la sobrecarga térmica por calor, y así mejorar las condiciones actuales de confort térmico, se tomará en cuenta a todos los operarios implicados en el área de producción, es decir toda nuestra población. Como sugiere (Fernandez, Hernandez, & Baptista, 2014) los diseños descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las características de una o más variables en una determinada población, el procedimiento consiste entonces en ubicar entre una o más variables a un grupo de personas, otros seres vivos, objetos, contextos, fenómenos, situaciones, etc., y de este modo brindar su descripción.

Tabla 3
Puestos de trabajo y población de estudio

AREAS	NUMERO DE TRABAJADORES
Almacén de Materias Primas	2
Elaboración de productos previo ingreso cámara de fermentado (área 1)	8
Horneado y Cámara de Fermentación	4
Embolsado	4
PERSONAL TOTAL (por turno)	18

Fuente: Elaboración en base a observación de los puestos de trabajo de la empresa.

4.2. INSTRUMENTOS PARA LA TOMA DE DATOS

4.2.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (IPER)

La matriz IPER es un instrumento utilizado con la finalidad de brindar un diagnóstico de la empresa, donde se realiza la valoración del nivel de riesgo en el cual se tomó en cuenta distintos tipos de peligro, al mismo tiempo si existían medidas de control previas a la toma de datos, y se halla la probabilidad de ocurrencia del daño, y se estima el nivel de riesgo para luego proponer medidas de control. (Ver Anexo 1)

4.2.2. ENCUESTAS

En base a un cuestionario estructurado con preguntas previamente elaboradas, la cual se aplicará a nuestra población de estudio que son los operarios descritos en la Tabla 3, para poder tener información sobre la precepción de riesgo de sobrecarga térmica, al mismo tiempo poder recabar las características de los operarios como ser edad, genero, vestimenta de trabajo, etc. (Ver Anexo 2).

Esto con la finalidad de identificar las variables que llegan a tener incidencia dentro de la salud de los operarios, como ser la edad de los mismos, condiciones de salud actuales, y relacionarlos con el área de trabajo en el cual desarrollan sus funciones, para identificar los riesgos que se pueden prevenir.

4.2.3. ÍNDICE WBGT

La metodología empleada para conocer la situación actual del riesgo de sobrecarga térmica en los ambientes de trabajo, o donde se presenta el disconfort térmico. “El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN, a veces se emplea también la temperatura seca del aire, TA” (NTP 322, 1991, pág. 2)

Así mismo (Kirchner, s/f) plantea que el índice de estrés térmico WBGT, en español “índice de temperatura de globo”, es el factor que relaciona las variables de los parámetros ambientales, como ser la humedad natural, la temperatura y la radiación (tanto la radiación directa del sol y las radiación que emiten los cuerpos), su uso está recomendado para realizar mediciones a actividades que tengan largo tiempo de exposición a la sobrecarga térmica.

4.2.4. OBSERVACIÓN

Se realiza directamente en el área de producción de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, donde se visualizan los posibles riesgos presentes en el área de producción, a través de toma de fotografías, y la toma de datos que se pueden llegar a obtener a simple vista o con ayuda de instrumentos simples.

4.3.PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 4

Procedimiento y descripción para la toma de datos.

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN
Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar los peligros y/o factores de riesgo que están presentes en los ambientes de producción ✓ Determinar el nivel de riesgos en los ambientes de la empresa. ✓ Implementar medidas de control adecuadas y métodos de trabajo.
Encuesta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuestionario de preguntas previamente preparadas. ✓ Comprobar la apreciación que tiene el personal con respecto a la satisfacción o insatisfacción que sienten sobre la sobrecarga térmica. ✓ Analizar y realizar una tabulación de los datos de nuestra población. ✓ Interpretar los datos.
Índice WBGT	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar la medición de los parámetros del índice WBGT, para las áreas de trabajo. ✓ Realizar el cálculo del consumo metabólico para cada área de trabajo. ✓ Calcular el índice <i>ft</i> régimen de trabajo-descanso para cada área de estudio.
Índice ISC y Texp	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar visitas a la empresa, para tomar los datos sin intervenir con las actividades ejecutadas por los operarios. ✓ Comprobar las operaciones, distintas tareas que realizan los operarios y a los ambientes de sobrecarga térmica a la cual están expuestos. ✓ Observar los posibles riesgos a los cuales están expuestos los operarios.

Fuente: Elaboración en base a observación de los procesos de la empresa.

4.4.DESARROLLO DEL PROYECTO

El presente consiste en diseñar medidas de control para reducir el impacto de la sobrecarga térmica en los ambientes de trabajo de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, el presente trabajo está compuesto por tres fases, las cuales son, primero la recolección de datos, para la elaboración del diagnóstico de las condiciones actuales de la empresa, como segunda parte se desarrollaran las diferentes alternativas de solución, basadas en el diagnóstico previo realizado, y por último se realiza la propuesta y sus resultados esperados en comparación con la situación actual.

4.4.1. DIAGNÓSTICO

Por medio del uso de técnicas que ya se describieron, se realizará la recolección de datos, para poder elaborar el diagnóstico de las condiciones actuales de la empresa y determinar si las condiciones de trabajo en condiciones de calor que se tienen en la Industria Panificadora “El Pan Casero”, presentan algún tipo de riesgo para la salud de los operarios

4.4.2. DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Se plantean diferentes medidas para reducir la sobrecarga térmica por calor que existe en los ambientes de trabajo de la empresa, mismos que permitirán controlar el riesgo provocadas por las zonas donde se presenta la sobrecarga térmica por calor.

4.4.3. PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA

Se desarrollará la propuesta o las propuestas más apropiadas para que se tenga un alto impacto positivo y tener la máxima reducción de la sobrecarga térmica por calor, con el planteamiento también se tiene los resultados esperados que se pretende obtener con la implementación de las medidas de control más útiles y convenientes para la empresa.

5. DETECCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN.

Los factores de riesgo laboral y al mismo tiempo las enfermedades profesionales, son considerados como fenómenos, elementos o acciones por parte humana que pueden llegar a provocar daño en la salud de los operarios/trabajadores, en las instalaciones de cualquier empresa o en los equipos y maquinarias, no importa cuál sea el posible efecto que tengan estos riesgos, estos siempre serán negativos para la salud, si el personal o equipo de trabajo llegan a prevenir todo tipo de accidentes laborales o riesgos laborales se mantendrán saludables.

Al mismo tiempo no todos los trabajos presentarán factores de riesgo similares para el trabajador, y a su vez estos factores tampoco provocarán daños a la salud de las mismas magnitudes, la gravedad que puedan presentar dichos riesgos laborales estarán en función al lugar en el que desempeñen sus funciones los operarios, mismos que pueden provocar diversos daños a su salud,

La mayoría de las veces estos accidentes o riesgos laborales pueden disminuir y/o tratarse a tiempo, esto sucede cuando por un lado se toman las precauciones debidas por cuenta propia, y por otro lado se debe de tener un equipo para cuidar la salud o de contención del trabajo.

Los tipos de riesgos se dividen en:

- ❖ Riesgos físicos.
- ❖ Riesgos químicos.
- ❖ Riesgos biológicos.
- ❖ Riesgos ergonómicos.

Los factores físicos son aquellos en los que se harán énfasis ya que son todos aquellos que dependen de las propiedades físicas que posea el ambiente, como ser el ruido, temperaturas, nivel de ventilación, iluminación, presión, radiación, vibración.

Como el presente proyecto esta direccionado al estudio de la sobrecarga térmica por calor en los ambientes de trabajo, se enfatizará los riesgos laborales existentes en los procesos de

producción, que son causados por consecuencia a la exposición al calor y humedad elevada. “La temperatura y la humedad en el ambiente si son excesivamente altas o bajas puede producir efectos adversos en las personas, los valores ideales en el trabajo son 21°C y 50% de humedad” (Pantoja, Vera, & Aviles, 2017, pág. 17)

Al tener como principal fenómeno físico de la sobrecarga térmica por calor, los riesgos que son implícitos en el área de producción son los que están relacionados con la deshidratación que se llega a generar por largos periodos de exposición a los mismos.

5.1.DESHIDRATACIÓN

En el ambiente de sobrecarga térmica que se tiene en las instalaciones de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, los operarios incurren en ciertos niveles de deshidratación debido a la presencia de los hornos y la cámara de fermentación, los cuales producen la pérdida de agua a través de la sudoración. La deshidratación resultante causa a su vez varias alteraciones fisiológicas donde se pueden llegar a presentar los siguientes problemas más sobresalientes por consecuencia de la deshidratación:

- ❖ Elevación de la frecuencia cardiaca.
- ❖ Elevación de la temperatura corporal.
- ❖ Disminución del volumen de orina.
- ❖ Inquietud, laxitud, irritabilidad, somnolencia.

Al mismo tiempo se llega a inducir la fatiga por calor, golpe de calor, o incluso la muerte si no se llegan a tomar las precauciones adecuadas.

Todos los efectos mencionados de la deshidratación se hacen presenten cuando los operarios se llegan a deshidratar durante un periodo de tiempo prolongado, al mismo tiempo los efectos son más críticos cuando los operarios inician sus actividades en condiciones de déficit hídrico, es decir cuando lo operarios no tiene el nivel de hidratación adecuada antes del inicio de sus actividades.

Al respecto de la deshidratación y la elevación de la frecuencia cardiaca (Gonzalez & Coyle, s/f) describe que la deshidratación causa la reducción muy significativa del volumen sistólico

y de la presión arterial media, todo esto sin llegar a una disminución del gasto cardiaco, cuando se encuentran a los sujetos en condiciones ambientales de 22°C.

Sin embargo (Gonzalez & Coyle, s/f) menciona que durante el desarrollo de sus actividades en presencia del calor (35°C), la deshidratación también causa una disminución del gasto cardiaco debido a la mayor reducción del volumen sistólico, mismos que no llegan a compensarse por completo por lo que llega a producirse un incremento de la frecuencia cardiaca.

Al producirse la elevación de la frecuencia cardiaca, la piel, uno de los órganos que responde con mayor facilidad al contacto con la sobrecarga térmica, responde a la deshidratación producida durante el tiempo prolongado de exposición al mismo, incrementando el flujo sanguíneo, lo que a su vez facilita el incremento de la temperatura corporal, al estar en presencia de la sobrecarga térmica por calor, la mayoría de líquido que genera el cuerpo lo elimina por medio del sudor, entonces queda como resultado una menor cantidad de orina dentro del organismo de los operarios expuestos.

5.2.FACTORES QUE INTERVIENEN EN LOS RIESGOS Y DAÑOS A LA SALUD

Al mismo tiempo que el largo periodo de exposición al ambiente de calor también se debe de tomar en cuenta factores personales, de todos los operarios que estén en contacto constante con el ambiente térmico. “El tiempo de exposición (duración del trabajo), si es largo, aun cuando el estrés térmico no sea muy elevado, el trabajador puede acumular una cantidad de calor peligrosa” (INSHT, s/f, pág. 4).

Los factores personales de los operarios que se deben de tener en cuenta, con el fin de evitar riesgos en el área de producción, y que son potenciales peligros porque puede llegar a agravarse las dolencias previas, los factores que se deben de evaluar por cada operario según (INSHT, s/f) son:

- ✓ Falta de aclimatación al calor.
- ✓ Obesidad.

- ✓ Edad.
- ✓ Estado de salud.
- ✓ Toma de medicamentos.
- ✓ Mala forma física.
- ✓ Falta de descanso
- ✓ Consumo de alcohol, drogas y exceso de cafeína.
- ✓ Haber sufrido con anterioridad algún trastorno relacionado con el calor.

Para medir los parámetros en base a la experiencia de los operarios, se realizará la encuesta, misma que brindará los datos correspondientes dentro de lo que es, la edad, toma de medicamentos, estado de forma física, faltas de descanso o hidratación, etc., por otra parte con el equipo de medición Delta OHM se tendrá un tiempo de referencia, según al número de mediciones de cuánto tiempo se demora en llegar una sistema a un equilibrio térmico, mismo que respaldará los resultados de la matriz IPER, que se realizará para cada sector y así poder evidenciar el grado de resigo al cual están expuestos los operarios.

Por lo que la falta de aclimatación al calor es uno de los factores personales más importantes, ya que los obreros que no tengan la aclimatación correcta pueden llegar a sufrir daños por las condiciones de sobrecarga térmica.

6. XANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA SOBRECARGA TÉRMICA

6.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS

La evaluación de riesgos en la Industria Panificadora “El Pan Casero”, se realiza un desglose de la Matriz de Riesgos para los puestos de trabajo en los cuales existe exposición al calor, el desglose de la Matriz de Riesgos para los puestos de trabajo expuestos al calor se realiza tomando en cuenta diferentes tipos de riesgos (mecánicos, físicos, ergonómicos), en función a todos estos valores se tendrán diferentes niveles de riesgos en los cuales se tienen niveles; muy bajo, bajo, moderado, importante y crítico, de los cuales los riesgos de nivel crítico e importante serán los que más importancia en nuestro estudio, mismo que tendrán la prioridad para eliminar o reducir el riesgo.

6.1.1. RESULTADO DE LOS FACTORES DE RIESGO SEGÚN RIESGOS DE TRABAJO



Tabla 5
Matriz de riesgos para el puesto de trabajo MOLDEADO Y ENLATADO

ÁREA:	MOLDEADO Y ENLATADO	RESPONSABLE DE EVALUACIÓN	MIGUEL VARGAS
-------	---------------------	---------------------------	---------------

	RIESGO	FACTOR DE RIESGO	ACTIVIDAD	EVALUACIÓN DE RIESGOS					
				SEGURIDAD				HIGIENE OCUPACIONAL	
				Prob (P)	Sev (S)	Evaluación del Riesgo	Nivel de Riesgo	Existe Evaluación de Riesgo	Nivel de Riesgo
1	MECÁNICO	Choques o golpes con objetos fijos	Transporte de masas, compuestas por harina, azúcar, etc., a la mesa de trabajo	4	3	12	Riesgo Bajo	NO	Riesgo Bajo
2	FÍSICO	Iluminación deficiente	Realizar el formado de la masa y el enlatado respectivo del producto en proceso.	4	4	16	Riesgo Moderado	NO	Riesgo Medio
3	FÍSICO	Exposición a Temperaturas Altas	Realizar el trabajo de formado y enlatado, en presencia del calor generado por hornos y cámara de fermentación	8	6	48	Riesgo Importante	NO	Riesgo Alto
4	FÍSICO	Ventilación Deficiente	Transporte de masas a la cámara de fermentación	6	4	24	Riesgo Moderado	NO	Riesgo Medio
5	ERGONÓMICO	Levantamiento y transporte de cargas	Transporte de masas, compuestas por harina, azúcar, etc., a la mesa de trabajo	5	3	15	Riesgo Bajo	NO	Riesgo Bajo
6	ERGONÓMICO	Sobreesfuerzo Físico	Transportar la masa de la amasadora a la mesa de trabajo	6	3	18	Riesgo Bajo	NO	Riesgo Bajo

Fuente: Elaboración propia realizada en base a observación del puesto de trabajo.

Tabla 6
Matriz de riesgos para el puesto de trabajo de FERMENTADO

ÁREA:	FERMENTADO	RESPONSABLE DE EVALUACIÓN	MIGUEL VARGAS
-------	------------	---------------------------	---------------

	RIESGO	FACTOR DE RIESGO	ACTIVIDAD	EVALUACIÓN DE RIESGOS					
				SEGURIDAD			HIGIENE OCUPACIONAL		
				Prob (P)	Sev (S)	EVALUACIÓN del Riesgo	Nivel de Riesgo	Existe EVALUACIÓN de Riesgo	Nivel de Riesgo
1	MECÁNICO	Choques o golpes con objetos fijos	Transporte de masas en carritos a la cámara de fermentación	4	3	12	Riesgo Bajo	NO	Riesgo Bajo
2	FÍSICO	Iluminación deficiente	Realizar el formando de la masa y el enlatado respectivo del producto en proceso.	4	4	16	Riesgo Moderado	NO	Riesgo Medio
3	FÍSICO	Exposición a Temperaturas Altas	Realizar el acomodado de los carritos dentro de la cámara de fermentación.	8	6	48	Riesgo Importante	NO	Riesgo Alto
4	FÍSICO	Exposición a Temperaturas Altas	Transportar los carritos en presencia de alta humedad o vapor de agua.	8	5	40	Riesgo Importante	NO	Riesgo Alto
5	FÍSICO	Ventilación Deficiente	Ingreso y salida de los carritos de producto, a la cámara de fermentación	7	5	35	Riesgo Importante	NO	Riesgo Alto
7	ERGONÓMICO	Sobreesfuerzo FÍSICO	Tiempo de trabajo dentro de la cámara de fermentación prolongado	6	3	18	Riesgo Bajo	NO	Riesgo Bajo

Fuente: Elaboración realizada en base a observación del puesto de trabajo.

Tabla 7

Matriz de riesgos para el puesto de trabajo HORNEADO

ÁREA:		HORNEADO		RESPONSABLE DE EVALUACIÓN		MIGUEL VARGAS			
	RIESGO	FACTOR DE RIESGO	ACTIVIDAD	EVALUACIÓN DE RIESGOS					
				SEGURIDAD			HIGIENE OCUPACIONAL		
				<u>Prob (P)</u>	<u>Sev (S)</u>	<u>EVALUACIÓN del Riesgo</u>	Nivel de Riesgo	Existe EVALUACIÓN de Riesgo	Nivel de Riesgo
1	FÍSICO	Riesgo de quemaduras	Realizar el ingreso y la salida de los carritos al interior de los hornos de forma manual	7	4	28	Riesgo Importante	NO	Riesgo Alto
2	FÍSICO	Exposición a Temperaturas Altas	Manipular los carritos a altas temperaturas, recién salidos del horno y cámara de fermentación	8	6	48	Riesgo Importante	NO	Riesgo Alto
3	FÍSICO	Ventilación Deficiente	Realizar el transporte de los carritos con producto cerca a los hornos y cámara de fermentación e funcionamiento	7	5	35	Riesgo Importante	NO	Riesgo Alto
4	ERGONÓMICO	Movimiento repetitivo	Transportar carritos constantemente	5	4	20	Riesgo Moderado	NO	Riesgo Medio
5	ERGONÓMICO	Sobreesfuerzo FÍSICO	Transportar los carritos de productos al área de enfriamiento	6	3	18	Riesgo Bajo	NO	Riesgo Bajo

Fuente: Elaboración realizada en base a observación del puesto de trabajo.

Tabla 8

Matriz de riesgos para el puesto de trabajo de ENFRIADO.

ÁREA:		ENFRIADO	RESPONSABLE DE EVALUACIÓN	MIGUEL VARGAS					
	RIESGO	FACTOR DE RIESGO	ACTIVIDAD	EVALUACIÓN DE RIESGOS					
				SEGURIDAD			HIGIENE OCUPACIONAL		
				Prob (P)	Sev (S)	EVALUACIÓN del Riesgo	Nivel de Riesgo	Existe EVALUACIÓN de Riesgo	Nivel de Riesgo
1	MECÁNICO	Choques o golpes con objetos fijos	Transporte de carritos a zona de enfriamiento.	4	3	12	Riesgo Bajo	NO	Riesgo Bajo
2	FÍSICO	Riesgos de quemaduras	Realizar transporte de carritos recién salidos del horno de forma manual	7	4	28	Riesgo Importante	NO	Riesgo Alto
3	FÍSICO	Exposición a Temperaturas Altas	Realizar el transporte de carritos con los hornos en funcionamiento	8	6	48	Riesgo Importante	NO	Riesgo Alto
4	FÍSICO	Ventilación Deficiente	Realizar el transporte de los carritos con producto cerca a los hornos y cámara de fermentación e funcionamiento.	7	4	28	Riesgo Importante	NO	Riesgo Alto
5	ERGONÓMICO	Movimiento repetitivo	Transportar carritos constantemente	5	3	15	Riesgo Bajo	NO	Riesgo Bajo
6	ERGONÓMICO	Sobreesfuerzo FÍSICO	Transportar los carritos de productos al área de enfriamiento	6	3	18	Riesgo Bajo	NO	Riesgo Bajo

Fuente: Elaboración realizada en base a observación del puesto de trabajo.

6.1.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA MATRIZ PARA LA ESTIMACIÓN DE RIESGOS

En las siguientes Tablas se observa los resultados del desglose de las matrices de identificación de peligros e identificación de riesgos, de las operaciones en las que se tiene la presencia del calor producido por los hornos y la cámara de fermentación.

Tabla 9

Estimación de Riesgo para el puesto de trabajo (Moldeado y Enlatado)

OPERACIÓN	TIPO DE RIESGO	ESTIMACIÓN DEL RIESGO			
		Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Total
MOLDEADO Y ENLATADO	MECÁNICO	1	0	0	1
	FÍSICO	0	2	1	3
	ERGONÓMICO	2	0	0	2
	Total	3	2	1	6

Fuente: Elaborado en base a matriz de riesgos para el área de moldeado y enlatado(Tabla 6)

Tabla 10

Estimación de Riesgo para el puesto de trabajo (Fermentado)

OPERACIÓN	TIPO DE RIESGO	ESTIMACIÓN DEL RIESGO			
		Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Total
FERMENTADO	MECÁNICO	1	0	0	1
	FÍSICO	0	1	3	4
	ERGONÓMICO	1	0	0	1
	Total	2	1	3	6

Fuente: Elaborado en base a la matriz de riesgos para el puesto de fermentado (Tabla 7)

Tabla 11

Estimación de Riesgo para el puesto de trabajo (Horneado)

OPERACIÓN	TIPO DE RIESGO	ESTIMACIÓN DEL RIESGO			
		Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Total
HORNEADO	MECÁNICO	0	0	0	0
	FÍSICO	0	0	3	3
	ERGONÓMICO	1	1	0	2
	Total	1	1	3	5

Fuente: Elaborado en base a la matriz de riesgos para el puesto de horneado (Tabla 8)

Tabla 12

Estimación de Riesgo para el puesto de trabajo (Enfriado)

OPERACIÓN	TIPO DE RIESGO	ESTIMACIÓN DEL RIESGO			
		Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Total
ENFRIADO	MECÁNICO	1	0	0	1
	FÍSICO	0	0	3	3
	ERGONÓMICO	2	0	0	2
	Total	3	0	3	6

Fuente: Elaborado en base a la matriz de riesgos para el puesto de enfriado (Tabla 9)

Tabla 13

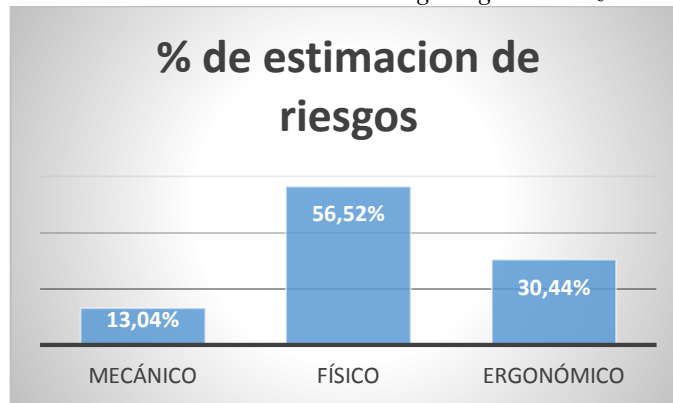
% de estimación de riesgo

TIPO DE RIESGO	ESTIMACIÓN DEL RIESGO				
	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Total	%
MECÁNICO	3	0	0	3	13,043%
FÍSICO	0	3	10	13	56,522%
ERGONÓMICO	6	1	0	7	30,435%
Total				23	100,000%

Fuente: Elaborado en base a la matriz de riesgos para los diferentes puestos de trabajo

INTERPRETACIÓN: En función de los resultados de las matrices de riesgos por puestos de trabajo, se puede ver que la estimación de la probabilidad de daño y la severidad tienen un 56,522% con respecto a los riesgos físicos (exposición a altas temperaturas).

Grafica 1
% de estimación de riesgo según matriz IPER.



Fuente: Elaboración en base a evaluación de matrices IPER en áreas de proceso.

Por lo que se considera que la sobrecarga térmica por calor, es el tipo de riesgo que se debe de priorizar mediante la aplicación de medidas de control de higiene ocupacional, para poder reducir los posibles efectos negativos que pueda llegar a tener en la salud de los operarios y así precautelar la salud de los operarios.

6.2.RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Se aplica una encuesta a los todos los operarios implicados en las zonas con sobrecarga térmica por calor a causa de presencia de hornos y cámara de fermentación (ver anexos 2), con el fin de obtener los datos adecuados para el estudio de la sobrecarga térmica por calor y la incidencia que pueda llegar a tener en la salud de los operadores.

Al tener las áreas más afectadas por la zona de sobrecarga térmica por calor o estrés térmico por calor, en base al desarrollo de la matriz de riesgos (matriz IPER), se puede tomar como referencia la Tabla que describe los puestos de trabajo en el área de producción (Tabla 3), por la que se puede obtener el número de operarios a los cuales se realizan las encuestas, por lo que tenemos:

Tabla 14.
Distribución de operarios según turnos de producción

AREAS	NUMERO DE TRABAJADORES
ÁREA DE PRODUCCIÓN	
Almacen	2
Elaboración de productos previo ingreso camara de fermentado	8
Horneado y Camara de Fermentación	4
Embolsado	4
PERSONAL TOTAL (por turno)	18

Fuente: Elaboración en base a observación de operarios según puestos de trabajo

El total de los operarios que están dentro del área de producción de la Industria Panificadora “El Pan Casero” tienen un total de 28 operarios por turno, y tomando en cuenta los resultados de la Matriz IPER, solo se tomará en total a los operarios de las áreas elaboración de productos previo al ingreso a cámara de fermentación, cámara de fermentación, horneado. Por lo que nuestra lista de operarios reduce de la siguiente manera:

Tabla 15.
Distribución de operarios con mayor exposición a disconfort térmico

AREAS	NUMERO DE TRABAJADORES
ÁREA DE PRODUCCIÓN	
Elaboración de productos previo ingreso camara de fermentado	8
Horneado y Camara de Fermentación	4
PERSONAL TOTAL (por turno)	12

Fuente: Elaboración en base a observación de operarios según turnos de trabajo

Por lo tanto los operarios a los cuales se realizará la encuesta son un total de 12 operarios por turno, haciendo un total de 24 personas encuestadas para tener un parámetro de cómo afecta la sobrecarga térmica por calor a la salud de los operarios del área de producción

6.2.1. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

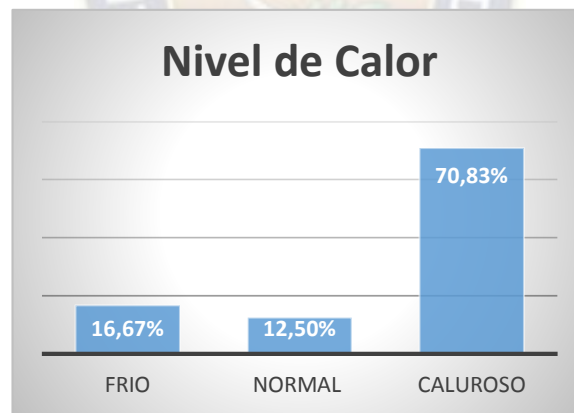
PREGUNTA 1: ¿Cómo considera el nivel de calor que siente en su área de trabajo?

Tabla 16
Nivel de Calor en los puestos de trabajo

OPCIONES	RESPUESTA	%
FRIO	4	16,67%
NORMAL	3	12,50%
CALUROSO	17	70,83%
TOTAL	24	100,00%

Fuente: Elaboración en base a encuestas a operarios.

Gráfico 2:
Nivel de Calor en los puestos de trabajo



Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Análisis e interpretación: El nivel de calor al que están expuestos los trabajadores de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, por el lapso de su horario laboral para un 70,83% del personal, es caluroso, esto debido al trabajo que realizan en los ambientes con una fuente de calor y humedad alta como son los hornos y la cámara de fermentación, por otra parte las prendas de vestir con las cuales los operarios están en los ambientes de trabajo, no son las

más adecuadas para el trabajo que se realiza en los ambientes de calor, mismo que influye en el momento de la percepción del nivel de calor al cual están expuestos.

Por lo tanto, es necesario aplicar medidas de control con respecto a los operarios, que llegaría a incluir una dotación de vestimenta de ropa de trabajo adecuada al ambiente al cual están expuestos los operarios, cumpliendo así la Ley General de Higiene y Seguridad Ocupacional y Bienestar, Decreto Ley N° 16998 del 2 de agosto de 1979, mismo que en su Capítulo XII: DE LAS ROPAS DE TRABAJO Y PROTECCIÓN PERSONAL. DEFINICIÓN DE ROPAS DE TRABAJO:

Art. 371° Son ropas de trabajo las prendas de vestir que, además de cumplir con la función básica de toda vestimenta, son las más aptas para realizar determinados trabajos por razón de su resistencia o diseño. Ejemplo: overoles, pantalones reforzados, etc.

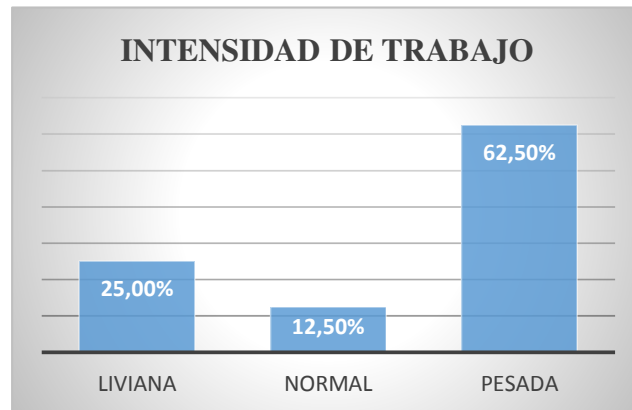
PREGUNTA 2: ¿Cómo considera ud., la actividad que realiza en su puesto de trabajo?

Tabla 17
Intensidad de Trabajo según área de trabajo

OPCIONES	RESPUESTA	%
LIVIANA	6	25,00%
NORMAL	3	12,50%
PESADA	15	62,50%
TOTAL	24	100,00%

Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Grafica 3:
Intensidad de Trabajo según área de trabajo



Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Análisis e interpretación: El nivel de intensidad de trabajo al cual están expuestos los operarios de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, en un 62,50% son de intensidad de trabajo pesado, ya que realizan el trabajo en casi la totalidad del tiempo de pie y realizando las operaciones con los 2 brazos, cargando las latas con producto y empujando los carritos para que ingresen a la cámara de fermentación.

La intensidad de trabajo sumado a la sobre carga térmica que se tiene en los ambientes de trabajo de la empresa, inciden directamente en el consumo metabólico que tienen los operarios al realizar sus tareas, mismo que llega a ser un riesgo por el tiempo de exposición al ambiente caluroso.

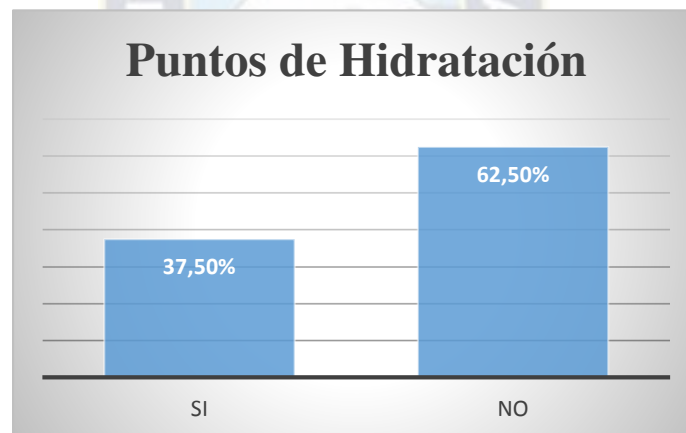
PREGUNTA 3: ¿En su área de trabajo tiene acceso a puntos de hidratación?

Tabla 18
Acceso a puntos de Hidratación

OPCIONES	RESPUESTA	%
SI	9	37,50%
NO	15	62,50%
TOTAL	24	100,00%

Fuente: Elaboración a partir de encuestas realizadas a los operarios.

Grafico 4
Acceso a puntos de Hidratación



Fuente: Elaboración a partir de encuesta realizadas a los operarios.

Análisis e interpretación: La percepción de los operarios con respecto a los puntos de hidratación nos indica que un 62,71% de los operarios no tiene acceso a puntos de hidratación adecuados, ya que en el área de trabajo solo se cuenta con un botellón de agua que se encuentra en medio del ambiente de sobrecarga térmica, mismo que hace que se tenga el agua para el consumo no muy agradable para los operarios.

Por otra parte, por los operarios no cuentan con un horario de descanso por el tiempo prolongado en el cual están expuestos a la sobrecarga térmica, por lo que los operarios no se

hidratan de manera adecuada y podrían llegar a sufrir riesgos como la deshidratación o como la sobre hidratación, misma que son bastante riesgos cualquiera de los dos escenarios.

Para poder tener el control de riesgos con respecto a los puntos de hidratación y los riesgos implícitos que se presentan, se debe de planificar tiempos de descanso con respecto a las áreas de trabajo, ya que no todas las áreas tienen el mismo nivel de exposición al calor.

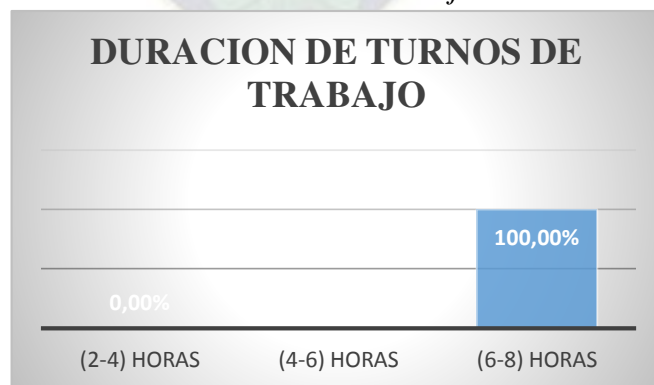
PREGUNTA 4: ¿Cuánto tiempo dura su turno de trabajo?

Tabla 19
Duración de Turnos de Trabajo

OPCIONES	RESPUESTA	%
(2-4) horas	0	0,00%
(4-6) horas	0	0,00%
(6-8) horas	24	100,00%
TOTAL	24	100,00%

Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Gráfico 5
Duración de Turnos de Trabajo



Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Análisis e interpretación: Con respecto a la duración de turnos de trabajo de los operarios que están en el área de producción, el 100% de los trabajadores presentan un turno de trabajo de 8 horas, mismas que son desarrolladas de pie y a una intensidad de trabajo pesada.

A esto le añadimos que los operarios no tienen acceso a un óptimo punto de hidratación, se debe de tener la organización misma que permita a los operarios tener un tiempo adecuado para poder descansar e hidratarse de la forma más adecuada posible, y por lo tanto la presente acción o medida reduciría el impacto del trabajo en un ambiente caluroso por un largo periodo de tiempo como es el caso, en función a la temperatura que están expuestos los operarios y el consumo o gasto metabólico que presentan por área de trabajo y jornada laboral.

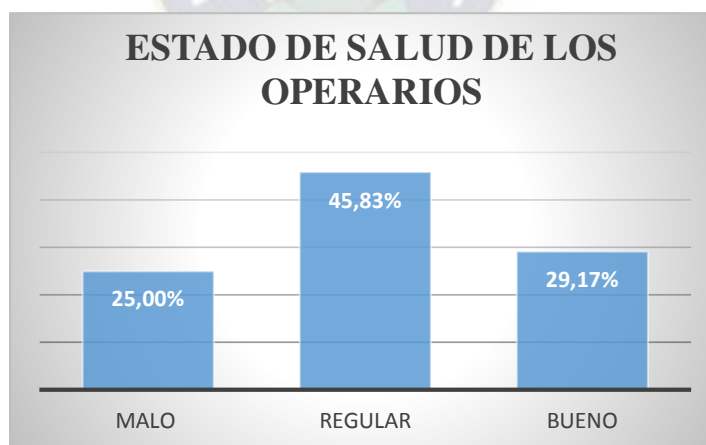
PREGUNTA 5: ¿Cómo considera Ud., su estado actual de salud?

Tabla 20
Estado de salud de los operarios

OPCIONES	RESPUESTA	%
MALO	6	25,00%
REGULAR	11	45,83%
BUENO	7	29,17%
TOTAL	24	100,00%

Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Gráfico 6
Estado de salud de los operarios



Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Análisis e interpretación: Dentro de los operarios que indican que su estado de salud es buena son tan solo un 29,17%, por otra parte los operarios que tienen presentan un estado de salud regular o malo son en total un 70,83%, mismos que aseguran presentar dolores

constantes en el área de la espalda baja, debido a la postura de sus actividades, y también dolor de las articulaciones las cuales son originadas por la humedad de su ambiente de trabajo y el cambio constante temperatura.

Los constante dolores que se presentan según los operarios, es debido a que el tiempo de desarrollo de sus actividades es demasiado extenso, y al mismo tiempo no se tiene un lugar para poder reposar del sobre esfuerzo físico que realizan en el cumplimiento de sus labores.

Al mismo tiempo, los operarios que indicaron que el estado de actual de salud era malo, debido a que presentan actualmente, sobrepeso, dolores articulares, un operario presenta diabetes y un operario que es sordo mudo, mismo que se dificulta la comunicación con el operario cuando presenta un malestar.

PREGUNTA 6: ¿Ud., recibe medicamentos de manera seguida debido a alguna enfermedad?

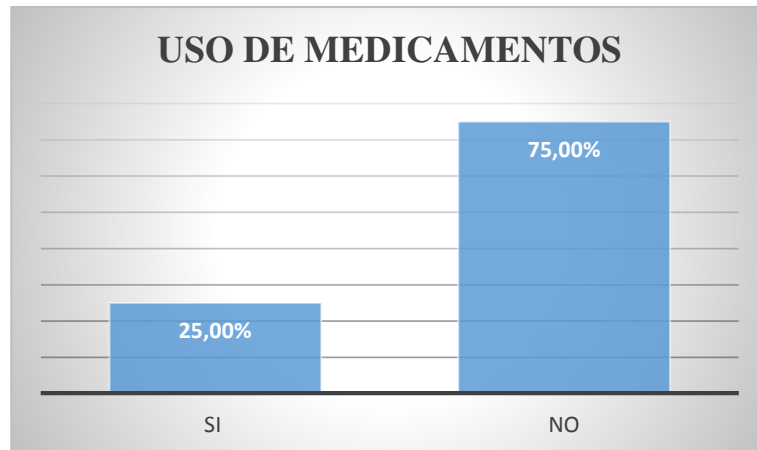
Tabla 21
Uso de Medicamentos por los operarios

OPCIONES	RESPUESTA	%
SI	6	25,00%
NO	18	75,00%
TOTAL	24	100,00%

Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Gráfico 7

Uso de Medicamentos por los operarios



Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Análisis e interpretación: Los operarios que presenta una prescripción de medicación debido a alguna enfermedad es el 25,00%, mismo que presentan un riesgo más alto por el mismo uso de medicamentos por una enfermedad de base presente, por tal motivo la enfermedad que presentan puede empeorar por el tiempo prolongado de exposición al calor.

PREGUNTA 7: ¿Ud., a sufrido alguna consecuencia en su salud por trabajar en un ambiente caluroso?

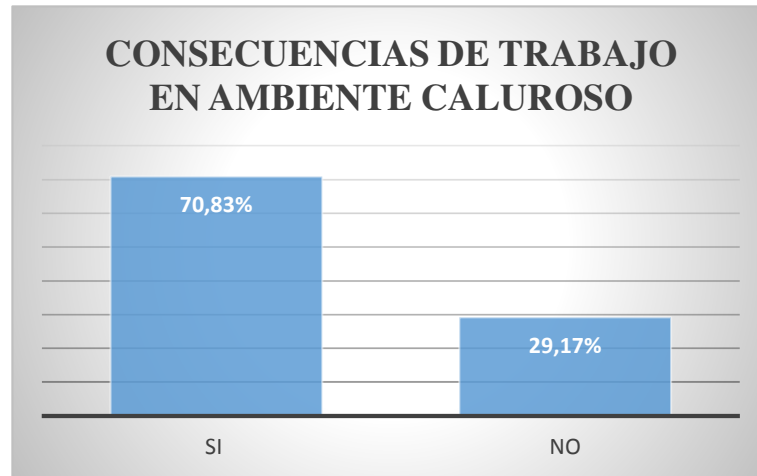
Tabla 22

Consecuencias por trabajo en ambiente caluroso

OPCIONES	RESPUESTA	%
SI	17	70,83%
NO	7	29,17%
TOTAL	24	100,00%

Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Gráfico 8
Consecuencias por trabajo en ambiente caluroso



Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Análisis e interpretación: El 70,83% de los operarios de la Industria Panificadora “El Pan Casero” presentan dolores constantes por desarrollar sus actividades en ambientes con presencia de sobrecarga térmica, mismos que presentan dolores en la espalda baja, vale decir a la altura de los riñones, dolores articulares por el prolongado tiempo que pasan de pie y también por la presencia de humedad en sus áreas de trabajo.

Por otro lado las actividades realizadas son bastante exigentes, por el mismo hecho de que los operarios son los encargados de transportar los carritos con los productos, tanto a la cámara de fermentación y a los hornos, como también transportar los carritos vacíos al área de enlatado.

Al no tener un área de reposo o descanso los operarios con el transcurso del turno presentan un mayor esfuerzo físico, por lo que los dolores al transcurrir el turno de trabajo se hacen más constantes.

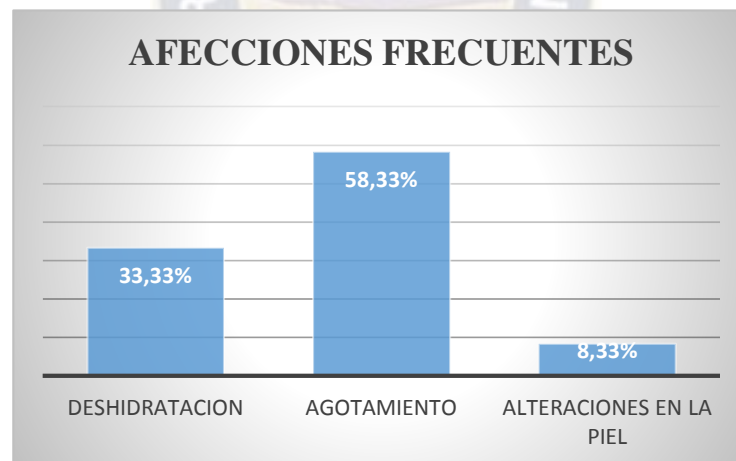
PREGUNTA 8: ¿Qué afección a sufrido con mayor frecuencia?

Tabla 23
Afecciones Frecuentes por sobrecarga térmico

OPCIONES	RESPUESTA	%
Deshidratación	8	33,33%
Agotamiento	14	58,33%
Alteraciones en la piel	2	8,33%
TOTAL	24	100,00%

Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Gráfico 9
Afecciones Frecuentes por sobrecarga térmico



Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Análisis e interpretación: Los operarios de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, presentan diferentes afecciones en su salud, la principal afección que se puede percibir es el agotamiento que se presenta en un 58,33%, mismo que generan problemas lumbares o dolores articulares.

La empresa debe de elaborar un plan de acción para controlar la exposición a la sobrecarga térmica, y así poder disminuir los efectos negativos que tiene la exposición al calor en la salud de los operarios que desarrollan sus actividades en el área producción de la empresa.

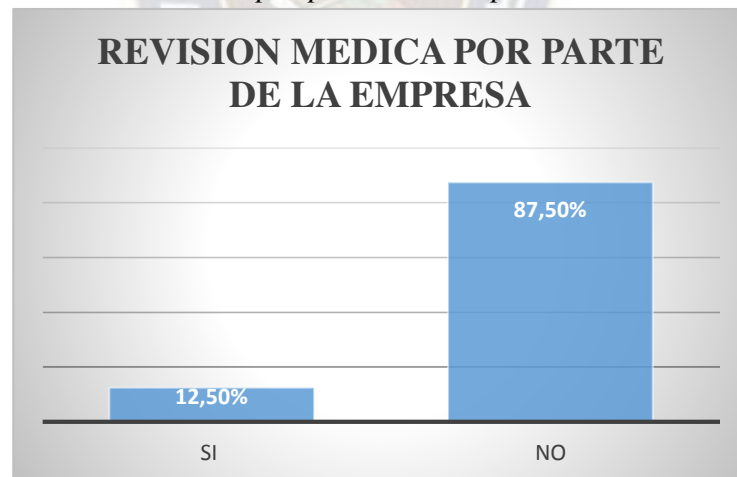
PREGUNTA 9: ¿La Empresa realiza revisiones médicas constantes para prevenir riesgos en su salud?

Tabla 24
Revisión Médica por parte de la empresa

OPCIONES	RESPUESTA	%
SI	3	12,50%
NO	21	87,50%
TOTAL	24	100,00%

Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Gráfico 10
Revisión Médica por parte de la empresa



Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Análisis e interpretación: Dentro de la perspectiva de los operarios, tan solo el 12,50% tiene la percepción de que la empresa realiza exámenes médicos constantes, por otra parte que el 87,50% de los operarios no considera que se hagan revisiones médicas constantes, por lo que

al no tener revisiones médicas constantes los operarios no tienen conocimiento del estado actual de su salud.

La empresa debe de realizar exámenes médicos a los operarios de manera periódica, cumpliendo así el reglamento de la LEY GENERAL DEL TRABAJO, DS N° 224, 23 de agosto de 1943, en su Capítulo V, Artículo N° 115, donde indica que; los patronos tendrán la obligación de mandar efectuar un examen médico de los trabajadores a su cargo, en el momento del ingreso al trabajo, debiendo hacerse constar en el certificado respectivo las lesiones y enfermedades de que adolezca el trabajador.

PREGUNTA 10: ¿Ha recibido capacitación sobre riesgos a la salud que genera el trabajar en ambientes calurosos?

Tabla 25

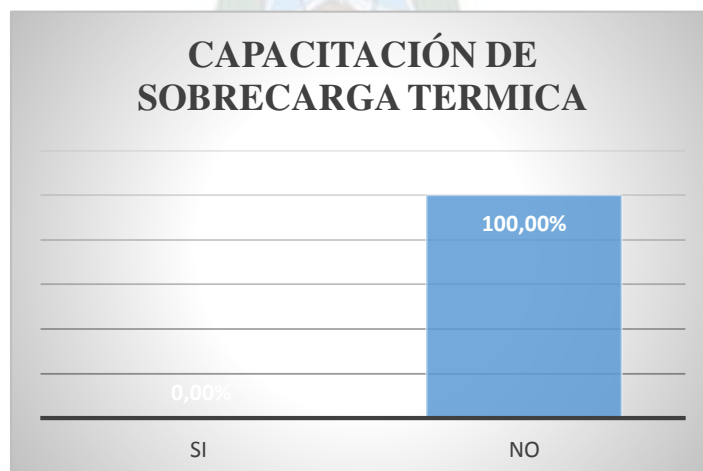
Capacitación sobre trabajo en presencia de sobrecarga térmica

OPCIONES	RESPUESTA	%
SI	0	0,00%
NO	24	100,00%
TOTAL	24	100,00%

Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Gráfico 11

Capacitación sobre trabajo en presencia de sobrecarga térmica



Fuente: Elaboración en base a encuestas realizadas a los operarios

Análisis e interpretación: El 100% de los operarios no tiene conocimiento de sobre la sobrecarga térmica, por tal motivo no tienen presente los riesgos a los cuales están expuestos, por lo tanto existe una gran desinformación sobre el ambiente laboral en el cual desarrollan sus labores diarias.

La empresa debe de organizar una capacitación referida a los riesgos a los cuales están expuestos por el ambiente de sobrecarga térmica, y así poder minimizar los efectos negativos que tiene en la salud de los operarios.

Por lo que, tomando en cuenta los resultados de la matriz IPER, para los puestos de trabajo con mayor riesgo por presencia de una sobrecarga térmica como el área de proceso, área de horneado, área de enfriado y la cámara de fermentación, se tiene el porcentaje de operarios por área que llegan a tener riesgos según la salud, o falta de información, misma que llega a ser un punto de respaldo a los resultados de la matriz IPER, para realizar las mediciones térmicas del ambiente térmico al cual están expuestos los operarios.

Al tener mayor incidencia, en respuestas negativas, como ser la falta de hidratación u operarios que tienen medicación por afecciones a su salud, respalda la idea de realizar las mediciones de las condiciones térmicas, y de este modo obtener los valores de Índice de Sobrecarga Calórica, Tiempo de exposición al ambiente térmico y WBGT.

Ahora se tienen también referencia a la edad de los operarios, ya que como hace referencia (ISTAS, 2017), para el correcto funcionamiento del organismo es necesario que el corazón actúe bombeando la sangre hacia todos los órganos, pero además lo debe hacer a una determinada presión (tensión arterial) y con una determinada frecuencia, por lo que, para que un operario se considere sano debe de mantenerse bajo un límite de latidos por minutos que es variable de acuerdo a la edad de la persona.

Además que la recuperación del ritmo cardiaco depende de la edad del operario y el esfuerzo realizado en el desarrollo de su actividad.

Tabla 26

Resultados de encuestas según área de trabajo con mayor riesgo

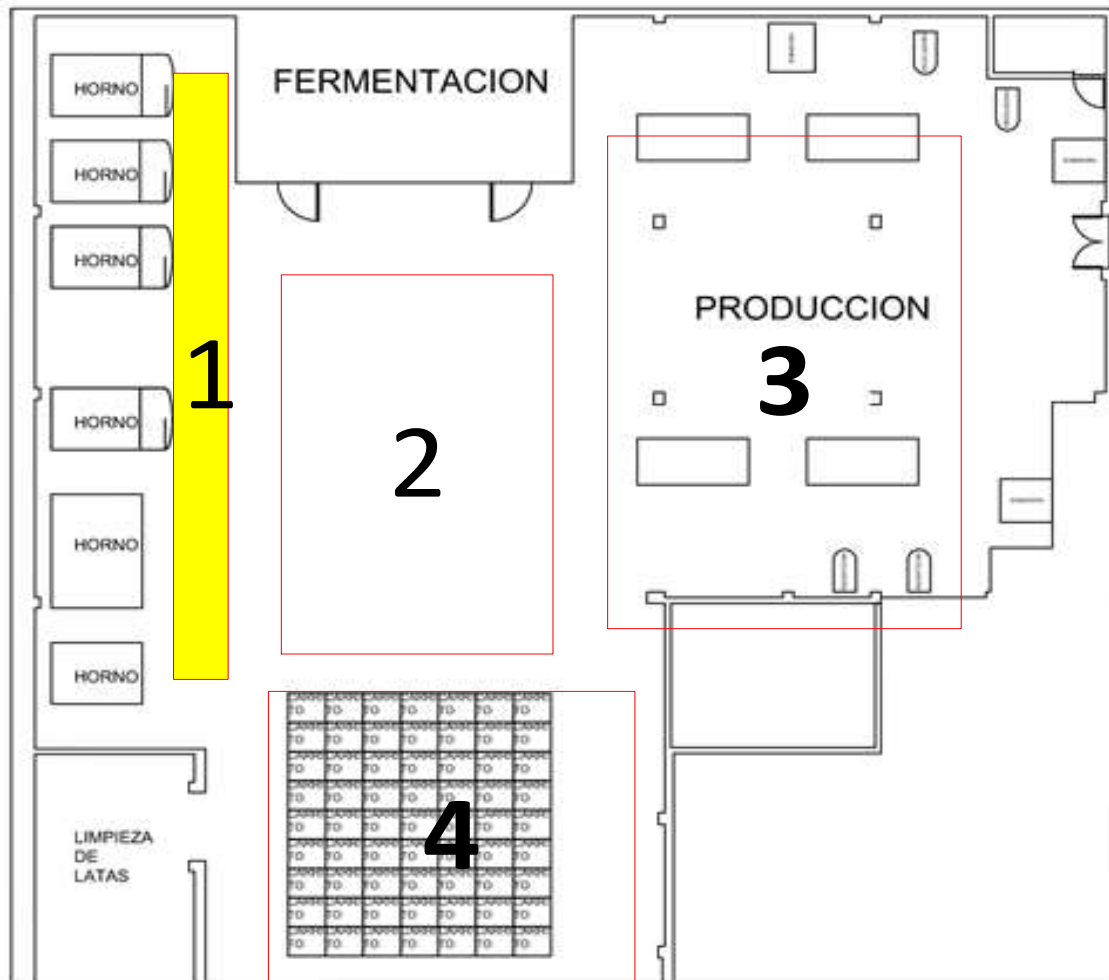
Datos por Área de Trabajo									
Preguntas	Área de Procesado			Área de Horneado			Cámara de Fermentación		
	Edad:	27-45 años		Edad:	29 - 35 años		Edad:	27-38 años	
	Peso:	65kg - 80kg		Peso:	68kg - 75kg		Peso:	65kg - 78kg	
1. ¿Cómo considera el nivel de calor que siente en su area de trabajo?	Frio 4 25,00%	Normal 3 18,75%	Caluroso 9 56,25%	Frio - 0,00%	Normal - 0,00%	Caluroso 4 100%	Frio - 0,00%	Normal - 0,00%	Caluroso 4 100%
2. ¿Cómo considera ud., la actividad que realiza en su puesto de trabajo?	Liviana 6 37,50%	Normal 3 18,75%	Pesada 7 43,75%	Liviana - 0,00%	Normal - 0,00%	Pesada 4 100%	Liviana - 0,00%	Normal - 0,00%	Pesada 4 100%
3. ¿En su área de trabajo tiene acceso a puntos de hidratación?	SI 9 56,25%	NO 7 43,75%		SI - 0,00%	NO 4 100%		SI - 0,00%	NO 4 100%	
4. ¿Cuánto tiempo dura su turno de trabajo?	(2-4)horas - 0%	(4-6) horas - 0%	(6-8)horas 16 100%	(2-4)horas - 0%	(4-6) horas - 0%	(6-8)horas 4 100%	(2-4)horas - 0%	(4-6) horas - 0%	(6-8)horas 4 100%
5. ¿Cómo considera Ud., su estado actual de salud?	Malo 5 31,25%	Regular 7 43,75%	Bueno 4 25,00%	Malo - 0,00%	Regular 2 50,00%	Bueno 2 50,00%	Malo 1 25,00%	Regular 2 50,00%	Bueno 1 25,00%
6. ¿Ud., recibe medicamentos de manera seguida debido a alguna enfermedad?	SI 5 31,25%	NO 11 68,75%		SI - 0%	NO 4 100%		SI 1 25%	NO 3 75%	
7. ¿Ud., a sufrido alguna consecuencia en su salud por trabajar en un ambiente caluroso?	SI 9 56,25%	NO 7 43,75%		SI 4 100%	NO - 0%		SI 4 100%	NO - 0%	
8. ¿Qué afección a sufrido con mayor frecuencia?	Deshidratacion 3 18,75%	Agota miento 13 81,25%	Alteraciones en la - 0%	Deshidratacion 3 75,00%	Agota miento 1 25,00%	Alteraciones en la - 0%	Deshidratacion 2 50%	Agota miento - 0%	Alteraciones en la 2 50%
9. ¿La Empresa realiza revisiones medicas constantes para prevenir riesgos en su salud?	SI 3 18,75%	NO 13 81,25%		SI - 0,00%	NO 4 100%		SI - 0,00%	NO 4 100%	
10. ¿Ha recibido capacitación sobre riesgos a la salud que genera el trabajar en ambientes calurosos?	SI - 0,00%	NO 16 100%		SI - 0,00%	NO 4 100%		SI - 0,00%	NO 4 100%	

Fuente: Elaboración en base a encuesta realizada a operarios de la Industria Panificadora “El Pan Casero.

6.3.MEDICIONES TÉRMICAS

En las mediciones de las condiciones térmicas se analizará las temperaturas a la cual están expuestos los operarios. Para tener una mejor percepción con respecto a la exposición de cada área de trabajo se dividirá el área de producción en 4 áreas y también se tomarán datos dentro de la cámara de fermentación y se extraerán datos de los carritos una vez salidos del horno, ya que los operarios de esas áreas están en contacto constante con la cámara de fermentación y carritos recién salidos del horno.

Diagrama 3
División de las áreas de medición térmica



Fuente: Elaboración en base a toma de dimensiones y toma de datos de la empresa.

Como se puede observar existen 4 áreas en las cuales se realizan las mediciones de las condiciones térmicas a las cuales están expuestos los operarios de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, al mismo tiempo se tienen mediciones dentro de la cámara de fermentación, y en contacto con los carritos recién salidos de los hornos.


6.3.1. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

El instrumento de medición con el cual se realizarán las mediciones tanto de sensaciones térmicas de las áreas de trabajo, y las mediciones de humedad a la cual están expuestos los operarios de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, es el Multímetro y el equipo Delta Ohm HD32.2 mismos equipos que fueron proporcionados por el Instituto Nacional Universitario de Investigaciones en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (I.N.U.I.S.I.S.O.).



Cuadro 2

Especificaciones Técnicas de Multímetro Multifunción


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MULTÍMETRO		
<p style="text-align: center;"><u>ANEMÓMETRO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Rango de medición: 0,5-30 m/s ❖ Precisión: ±(3 % ± 0,3 dígitos) ❖ Unidades de medida: m/s, km/h, ft/min, nudos, mph 	<p style="text-align: center;"><u>TERMÓMETRO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Rango de medición: -40... +70 °C -40 ... +158 °F ❖ Precisión: ±2 °C, ±3,6 °F ❖ Unidad de medida: °C / °F ❖ Resolución : 0,1 	<p style="text-align: center;"><u>MEDIDOR DE HUMEDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Rango de medición: 10 - 95 % ρ_r ❖ Precisión: ±5 % ρ_r
		

Fuente: Catalogo PCE-EM 883

<https://www.pce-iberica.es/hoja-datos/hoja-datos-pce-em883.pdf> (Anexo 4)

Cuadro 3

Especificaciones Técnicas de Delta Ohm HD32.2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DELTA OHM HD32.2		
<p><u>TERMÓMETRO DE BULBO HÚMEDO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Rango de medición: +4°C ... +80°C ❖ Desviación: % 0,003%/°C ❖ Autonomía del tanque: 96 horas con RH=50%, t=23°C ❖ Capacidad del tanque: 15 cc. 	<p><u>TERMÓMETRO DE GLOBO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Rango de medición: -10... +100 °C ❖ Desviación: % 0,003%/°C ❖ Resolución: 0,1°C ❖ Tipo de sensor: Pt100 ❖ Tiempo de respuesta: 15 min. 	<p><u>TERMÓMETRO DE BULBO SECO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Rango de medición: -40...+100 °C ❖ Desviación: % 0,003%/°C ❖ Resolución: 0,1°C ❖ Tipo de sensor: Pt100 with thin-film
		

Fuente: Catalogo Delta Ohm HD32.2

<https://www.kenelec.com.au/wp-content/uploads/2021/04/Delta-Ohm-HD322-322a-SpecSheet.pdf>(Anexo 4)

TEMPERATURA Y HUMEDAD DE ÁREA 1:

Tabla 27

Registro de temperaturas área 1

TEMPERATURA AREA 1 (°C)			
35,40	35,60	34,40	35,00
35,00	35,50	34,90	35,10
34,90	35,30	34,30	35,30
34,80	34,40	34,70	34,90

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$T = \bar{T} \pm E_T$$

$$\bar{T} = 34,97 \text{ °C}$$

$$E_T = \frac{S_T * t_{tablas}}{\sqrt{n}} \quad S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,39280$$

$$t_{tablas(95\%)} = 2,131 \quad E_T = \frac{0,39280 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,21 \text{ °C}$$

$$T_1 = 34,97 \pm 0,21 \text{ °C}$$

Tabla 28

Registro de humedad relativa área 1

HUMEDAD AREA 1 (%)			
29,70	28,90	30,30	29,00
28,50	29,10	29,90	28,90
27,60	29,70	29,60	28,60
30,10	28,60	29,10	29,90

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$\rho = \bar{\rho} \pm E_\rho$$

$$\bar{\rho} = 29,22 \text{ %}$$

$$E_\rho = \frac{S_\rho * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_\rho = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,71481 \quad t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_\rho = \frac{0,71481 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,38 \text{ %}$$

$$\rho_1 = 29,22 \pm 0,38 \text{ %}$$

TEMPERATURA Y HUMEDAD DE ÁREA 2:

Tabla 29
Registro de Temperatura área 2

TEMPERATURA AREA 2 (°C)			
33,90	30,50	33,70	32,10
34,10	30,90	33,10	33,20
33,70	33,60	33,80	33,10
32,50	32,40	34,20	32,50

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$T = \bar{T} \pm E_T$$

$$\bar{T} = 32,96 \text{ °C}$$

$$E_T = \frac{S_T * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 1,08932$$

$$t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_T = \frac{1,08932 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,58 \text{ °C}$$

$$T_2 = 32,96 \pm 0,58 \text{ °C}$$

Tabla 30
Registro de humedad relativa área 2

HUMEDAD ÁREA 2 (%)			
27,00	26,60	26,40	26,90
27,80	26,30	27,00	27,00
27,40	26,10	27,50	26,70
27,30	27,90	27,40	26,20

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$\rho = \bar{\rho} \pm E_\rho$$

$$\bar{\rho} = 26,97 \%$$

$$E_\rho = \frac{S_\rho * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_\rho = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,55704$$

$$t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_\rho = \frac{0,55704 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,30$$

$$\rho_2 = 26,97 \pm 0,30 \%$$

TEMPERATURA Y HUMEDAD DE ÁREA 3:

Tabla 31
Registro de Temperatura área 3

TEMPERATURA ÁREA 3 (° C)			
27,00	26,80	26,40	26,00
26,90	26,90	26,50	26,50
26,80	26,60	26,30	26,10
26,70	26,50	26,90	26,60

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$T = \bar{T} \pm E_T$$

$$\bar{T} = 26,59^\circ\text{C}$$

$$E_T = \frac{S_T * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,29319$$

$$t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_T = \frac{0,32806 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,16^\circ\text{C}$$

$$T_3 = 26,59 \pm 0,16^\circ\text{C}$$

Tabla 32
Registro de humedad relativa área 3

HUMEDAD ÁREA 3 (%)			
40,60	39,80	40,20	39,60
40,80	39,50	39,70	39,70
40,90	40,10	39,80	39,90
40,90	40,20	39,00	40,00

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$\rho = \bar{\rho} \pm E_\rho$$

$$\bar{\rho} = 40,04\%$$

$$E_\rho = \frac{S_\rho * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_\rho = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,53910$$

$$t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_\rho = \frac{0,53910 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,29\%$$

$$\rho_3 = 40,04 \pm 0,29\%$$

TEMPERATURA Y HUMEDAD DE ÁREA 4:

Tabla 33

Registro de Temperatura área 4

TEMPERATURA ÁREA 4 (°C)			
22,20	22,20	22,40	22,10
22,30	22,30	22,10	22,60
22,10	22,70	22,50	22,50
22,30	22,80	22,20	22,70

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$T = \bar{T} \pm E_T$$

$$\bar{T} = 22,38 \text{ °C}$$

$$E_T = \frac{S_T * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,23238$$

$$t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_T = \frac{0,23238 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,12 \text{ °C}$$

$$T_4 = 22,38 \pm 0,12 \text{ °C}$$

Tabla 34

Registro de humedad relativa área 4

HUMEDAD ÁREA 4 (%)			
27,10	26,90	27,00	27,10
27,00	27,00	26,90	26,80
26,80	26,90	26,80	26,80
26,70	26,80	26,90	26,90

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$\rho = \bar{\rho} \pm E_\rho$$

$$\bar{\rho} = 26,90 \%$$

$$E_\rho = \frac{S_\rho * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_{\rho} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,11547 \quad t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_{\rho} = \frac{0,11547 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,06\%$$

$$\rho_4 = 26,90 \pm 0,06\%$$

TEMPERATURA Y HUMEDAD CÁMARA DE FERMENTACIÓN:

Tabla 35

Registro de Temperatura cámara de Fermentación

TEMPERATURA CÁMARA DE FERMENTACIÓN (°C)			
49,10	49,00	48,50	49,20
48,90	49,60	48,90	49,10
48,70	49,40	48,80	49,00
48,60	49,10	49,00	48,90

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$T = \bar{T} \pm E_T$$

$$\bar{T} = 48,99 \text{ °C}$$

$$E_T = \frac{S_T * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,27779 \quad t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_T = \frac{0,27779 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,15 \text{ °C}$$

$$T_{CF} = 48,99 \pm 0,15 \text{ °C}$$

Tabla 36
Registro de humedad Cámara de Fermentación

HUMEDAD CÁMARA DE FERMENTACIÓN (%)			
94,80	94,00	94,60	94,30
95,00	94,90	94,90	95,10
94,30	95,00	95,00	94,70
94,60	94,70	94,50	94,90

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$\rho = \bar{\rho} \pm E_{\rho}$$

$$\bar{\rho} = 94,71 \%$$

$$E_{\rho} = \frac{S_{\rho} * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_{\rho} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,30869 \quad t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_{\rho} = \frac{0,11547 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,16\%$$

$$\rho_{CF} = 94,71 \pm 0,16\%$$

TEMPERATURA Y HUMEDAD CARRITOS RECIÉN SALIDOS DEL HORNO:

Tabla 37
Registro de Temperatura Carritos

TEMPERATURA DE CARRITOS (°C)			
52,70	52,90	52,70	52,10
52,30	52,70	52,80	52,20
52,90	52,40	52,50	52,10
52,60	52,30	52,40	52,80

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$T = \bar{T} \pm E_T$$

$$\bar{T} = 52,53 \text{ °C}$$

$$E_T = \frac{S_T * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,27447 \quad t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_T = \frac{0,27447 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,15\text{°C} \quad T_C = 52,53 \pm 0,15\text{°C}$$

Tabla 38
Registro de humedad Carritos de transporte

HUMEDAD DE CARRITOS (%)			
15,70	15,40	15,90	15,60
15,50	15,30	15,80	15,40
15,60	15,60	15,70	15,30
15,90	15,70	15,50	15,60

Fuente: Elaboración en base a medición con multímetro multifunción

$$\rho = \bar{\rho} \pm E_{\rho}$$

$$\bar{\rho} = 15,59 \%$$

$$E_{\rho} = \frac{S_{\rho} * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_{\rho} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,18786$$

$$t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_{\rho} = \frac{0,18786 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,10\%$$

$$\rho_C = 15,59 \pm 0,10\%$$

Con las evaluaciones de las matrices IPER de cada una de las áreas de trabajo, podemos responder a nuestras preguntas de investigación:

1. ¿El estrés térmico por calor en los trabajadores de la Industria Panificadora “El Pan Casero” crea un riesgo ocupacional?

Por lo que se puede responder, que si crea un riesgo ocupacional el trabajo en presencia de una sobrecarga térmica, teniendo riesgos de categorización alta, teniendo así un riesgo importante.

2. ¿Cómo reducir la sobrecarga térmica, para mejorar las condiciones de laborales en la Industria Panificadora “El Pan Casero”?

Para poder reducir los efectos de la sobrecarga térmica por calor, se debe de realizar el cálculo del régimen *ISC* y *Texp*, para que los operarios tengan un tiempo definido de trabajo y descanso o pausa activa, esto evaluado en minutos por hora, y al mismo tiempo obtener el % en el que los operarios están expuestos a un discomfort térmico.

3. ¿Cuáles son los efectos sobre la productividad producidos por la sobrecarga térmica en la Industria Panificadora “El Pan Casero”?

Se puede observar que al trabajar en exposición de una zona con sobrecarga térmica, los operarios tienden a abandonar sus lugares de trabajo, en busca de un lugar más fresco (ya sea para descansar o colaborar a otras áreas de producción), por lo que al no tener un horario definido de descanso, la no presencia de los operarios en sus áreas de trabajo genera la aparición de cuellos de botellas en diferentes áreas y al mismo tiempo pérdidas por producto no procesado, por lo que la producción de la empresa se ve afectada.

Y por último se puede dar respuesta a la hipótesis planteada:

La exposición a un ambiente de estrés térmico o sobrecarga térmica por calor incide en la salud y eficiencia de los operarios de la Industria Panificadora “El Pan Casero”.

Al tener la respuesta de los operarios en base a las encuestas realizadas, se puede determinar que la exposición a un ambiente de sobrecarga térmica por calor si llega a incidir de manera negativa en la salud de los operarios e implícitamente en la eficiencia de los mismos, ya los operarios en un 62,5% indican que su labor es pesada y el 70,83% del personal indica que el estado de salud es de regula a malo, mismos que indican que los dolores que sufren es por agotamiento y presentan dolores a la altura de la espalda media-baja, y dolores articulares debido a la presencia de humedad en los ambientes.

7. DESARROLLO DE PROPUESTAS

7.1. PROPUESTA DE ÁREA DE DESCANSO E HIDRATACIÓN

Después de realizar el análisis y la evaluación de la sobrecarga térmica (capítulo 6), se desarrolla las medidas de control para minimizar el impacto de la sobrecarga térmica por calor sobre la salud de los operarios de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, donde por medio de la evaluación de la matriz IPER, el 56, 522% de los riesgos físicos son provocados por la exposición a altas temperaturas y la irradiación de calor de los hornos y la cámara de fermentación, por otra parte las mediciones del índice WBGT según (NTP 322, 1991) y el análisis de las encuestas, con la respectiva verificación de la hipótesis, determinan que la sobrecarga térmica por calor tiene una incidencia significativa en la salud de los operarios de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, todo esto tiene lugar debido a la inexistencia de medidas de control de higiene ocupacional con el fin de reducir el impacto de la sobrecarga térmica por calor a los operarios.

De este modo se evidencia que los operarios, no están capacitados con referente a los temas de riesgos laborales provocados por el trabajo en presencia de altas temperaturas, no tienen un área de hidratación adecuada para reponer líquidos que perdieron por medio de la sudoración, y no se tiene evidencia de un programa de vigilancia de la salud.

La Industria Panificadora “El Pan Casero”, promueve el desarrollo del presente proyecto, y al mismo tiempo la aplicación de la presente propuesta sobre el Diseño de medidas de control de higiene ocupacional para reducir la sobrecarga térmica por calor, con la finalidad de poder reducir los impactos negativos que tiene el ambiente laboral en la salud de los operarios que están en el área de producción, mediante acceso a zonas de hidratación y descanso.

7.1.1. PROPÓSITO

Las medidas de control de higiene ocupacional para reducir la sobrecarga térmica por calor en la Industria Panificadora “El Pan Casero” son diseñadas con el propósito de proveer herramientas de gestión que permita a los encargados de la parte administrativa (Gerente General, encargado de Recursos Humanos), llegar a poner en práctica cada una de las

medidas descritas en los procedimientos de control, para de esta manera poder reducir el riesgo de la sobrecarga térmica por calor.

Al mismo tiempo que la presente propuesta es diseñada de manera que las personas encargadas de la producción puedan tener fácilmente el control de tiempo de descanso de los operarios y el acceso a los puntos de hidratación, mismo que contribuirán al desarrollo del área productiva e indirectamente a la productividad de la empresa.

7.1.2. DESARROLLO DE CONSUMO METABÓLICO Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN

El riesgo de estrés térmico, para cualquier persona expuesta a un ambiente con presencia de calor, dependerá mucho de las actividades desarrolladas mientras esta en presencia del calor, así mismo será resultado de capacidad de producción de su organismo, esto como resultado de las tareas desarrolladas en sus actividades laborales. Ante la existencia de calor en el ambiente laboral actual, que tiene como resultado riesgos para la salud.

Como menciona (NTP 322, 1991), el estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo.

Por lo que se debe de tomar en cuenta el cálculo del consumo metabólico, y la evaluación de tiempos de descanso para las áreas implicadas.

7.1.2.1. CÁLCULO DE CONSUMO METABÓLICO

Dentro de las operaciones que se desarrollan en los procesos productivos que están en presencia de la sobrecarga térmica dentro de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, se procederá a calcular el consumo o carga metabólica de cada una de las operaciones, misma que nos será de utilidad para calcular si el consumo metabólico y la temperatura a la cual están expuestos los operarios de cada puesto de trabajo son aceptables o requieren que tengan un tiempo de descanso por cada hora y así tener acceso a puntos de hidratación para reponer los electrolitos que se pierden a causa de la deshidratación a causa del ambiente laboral de sobrecarga térmica.

En la (NTP 322, 1991), se hace referencia a la norma (ISO 7243, 2017), en la cual se tienen los Valores Límite de Referencia para el Índice WBGT, donde podemos encontrar los Valores máximos de Referencia para el Índice del WBGT, donde el consumo metabólico se da en (Kcal/Hora).

Tabla 39
Valores Límite de Referencia para el Índice WBGT (ISO 7243)

CONSUMO METABÓLICO (Kcal/Hora)	WBGT LIMITE °C			
	PERSONA ACLIMATADA		PERSONA NO ACLIMATADA	
	V=0	V≠0	V=0	V≠0
≤ 100	33	33	32	32
100 – 200	30	30	29	29
200 – 300	28	28	26	26
300 – 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

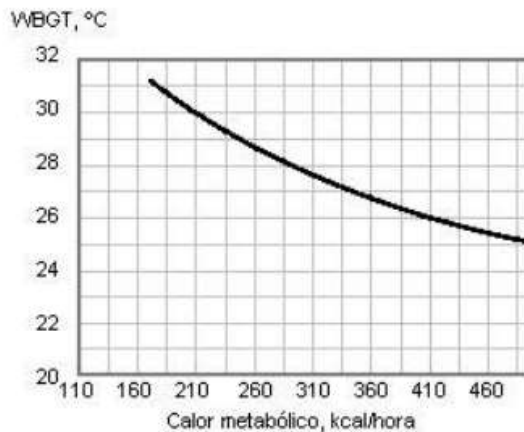
Fuente: Elaboración a partir de (NTP 322, 1991)

Y al mismo tiempo se tiene los valores límite del índice WBGT (ISO 7243) mismo que se tiene el WBGT vs. Calor Metabólico (Kcal/Hora), donde se evaluará si los valores del consumo metabólico (Kcal/Hora) están dentro de los límites que puede sobrellevar un operario.

Si en un área específica de producción de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, el límite de exposición al calor WBGT vs. Calor Metabólico sobrepasan los límites de la (ISO 7243, 2017), se realizará una programación de adecuación de Regímenes de trabajo tiempo-descanso.

Cuando exista riesgo de estrés térmico según lo indicado, puede establecerse un régimen de trabajo-descanso de forma que el organismo pueda restablecer el balance térmico, se puede hallar en este caso la fracción de tiempo (trabajo-descanso) necesaria para evaluar la sobrecarga térmica. (NTP 322, 1991, pág. 4).

Gráfica 12
Valores Límite del Índice WBGT



Fuente: Elaboración a partir de (NTP 322, 1991)

7.1.2.2. EVALUACIÓN TIEMPO DE DESCANSO

El diseño de medidas de control de higiene ocupacional, para reducir la sobrecarga térmica por calor en la Industria Panificadora “El Pan Casero”, tendrá su base en la NTP 322; con la Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT. Por lo que se realizara la evaluación sobre el tiempo que requieren tener fracción (trabajo-descanso), misma que será de ayuda para reducir los efectos negativos en la salud de los operarios.

La evaluación de los índices de WBGT y el calor metabólico se realizará en las 6 áreas de las cuales se tienen datos y registros de temperatura y humedad, iniciando con el cálculo del Consumo metabólico de las operaciones que realizan los operarios y los datos límites de temperatura que se tiene por área de producción como en las área de hornos abiertos (carritos recién salidos del horno) y cámara de fermentación.

Por lo que según hace referencia (NTP 322, 1991) la fórmula para calcular este parámetro es:

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} * 60(\text{min/hr})$$

Donde:

- ❖ ft = fracción de tiempo de trabajo respecto al total (indica los minutos a trabajar por cada hora).
- ❖ A = WBGT Límite en el descanso (M<100).
- ❖ B = WBGT en la zona de descanso.
- ❖ C = WBGT en la zona de trabajo.
- ❖ D = WBGT límite en el trabajo.

Cuando $B \geq A$, esta situación corresponde a un índice WBGT tan alto, que ni siquiera con un índice de actividad relativo al descanso (< 100 kcal 1 hora) ofrece seguridad, debe adecuarse un lugar más fresco para el descanso, de forma que se cumpla $B < A$. (NTP 322, 1991, pág. 4)

7.1.3. EVALUACIÓN DE CONSUMO METABÓLICO POR ÁREAS

CONSUMO METABÓLICO ÁREA 1:

Tabla 40
Consumo Metabólico Área 1

AREA DE TRABAJO	OPERACIÓN	Actividad	Kcal/min	Tiempo de exposicion (min)	CONSUMO METABOLICO (Kcal/min)
HORNEADO	Transportar Carritos con masas	Andando	2,5	1,5	1,15
		Trabajo con dos brazos Pesado	2,5		
	Control de coccion en hornos	Andando	2,5	2,4	1,48
		Trabajo con dos brazos Ligero	1,5		
	Introduccion de carritos dentro de los hornos	Andando	2,5	1,3	1,00
		Trabajo con dos brazos Pesado	2,5		
	Extracción de carritos de los hornos de coccion	Andando	2,5	1,3	1,00
		Trabajo con dos brazos pesado	2,5		
TOTAL				6,5	4,63

Fuente: Elaboración a partir de (NTP 322, 1991, pág. 5) y evaluación del área 1

Contando con los valores de Consumo Metabólico del área 1 y tomando los valores de temperaturas y humedad del área 1 (Tablas 25 y 26), se tienen los siguientes resultados:

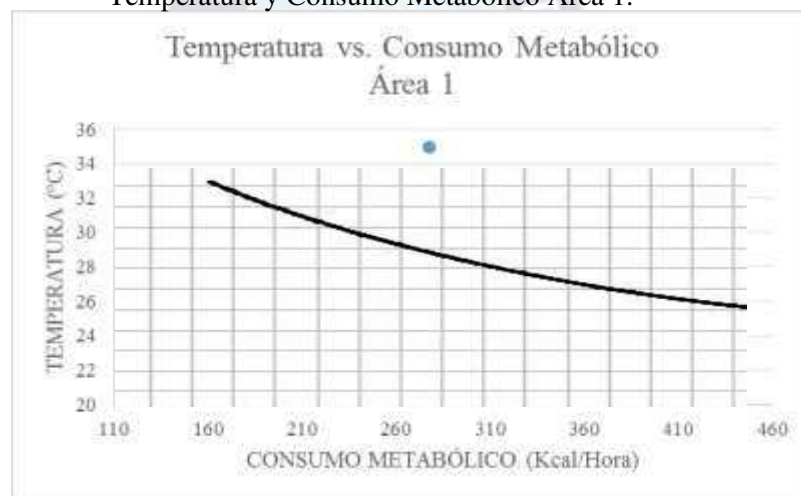
$$T_1 = 34,97 \pm 0,21^\circ\text{C}$$

$$\rho_1 = 29,22 \pm 0,38\%$$

$$M_1 = 277,85 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} \right)$$

Teniendo los límites de tolerancia de exposición a la sobrecarga térmica (Gráfica 11), se puede observar que los valores de humedad no se encuentran dentro de los límites que pueda llegar a afectar a los operarios por lo que se realizara la evaluación del tiempo trabajo-descanso que debe de tener el personal que desarrolle sus actividades en éste área

Grafica 13
Temperatura y Consumo Metabólico Área 1.



Fuente: Elaboración a partir de cálculo de consumo metabólico y (NTP 322, 1991).

Se observa que en el área de trabajo 1 mismo que es el área de horneado, el valor entre temperatura y consumo metabólico está muy por encima de los límites que puede tolerar un operario, por tanto corresponde realizar un análisis para que los operarios que estén expuestos a este área de trabajo tengan un periodo de trabajo-descanso, mismo que sirve para prevenir riesgos implícitos en el trabajo en constante exposición al calor.

Extrayendo los valores para ser utilizado en la fórmula de adecuación de regímenes de trabajo-descanso, descrito en la (NTP 322, 1991) para el área 1, se tiene:

Tabla 41

Valores para cálculo de régimen de trabajo-descanso área 1

VALORES PARA CALCULO DE ft ÁREA 1				
TEMP.	A	B	C	D
°C	33	34,76	34,97	28

Fuente: Elaboración en base a valores Límite (NTP 322, 1991)

Análisis e interpretación: como indica (NTP 322, 1991), si el valor de $B \geq A$ entonces la sobrecarga térmica a la cual están expuestos los operarios de esta zona es tan alta, por lo que debe de adecuarse un lugar más fresco, para que los operarios puedan descansar, ya que actualmente los operarios tienen un lugar de descanso improvisado detrás de los hornos, sitio donde la temperatura de descanso se tiene las mismas altas temperaturas.

CONSUMO METABÓLICO ÁREA 2:

Tabla 42

Consumo Metabólico área 2

AREA DE TRABAJO	OPERACIÓN	Actividad	Kcal/min	Tiempo de exposicion (min)	CONSUMO METABOLICO (Kcal/min)	
FERMENTADO	Transportar Carritos con masas	Andando	2,5	1,6	1,11	
		Trabajo con dos brazos Pesado	2,5			
	Control de tiempo de fermentado	Andando	2,5	2,4	1,33	
		Trabajo con dos brazos Ligero	1,5			
	Introduccion de carritos dentro de la camara de fermentacion	Andando	2,5	1,6	1,11	
		Trabajo con dos brazos Pesado	2,5			
	Extracción de carritos de la camara de fermentacion	Andando	2,5	1,6	1,11	
		Trabajo con dos brazos pesado	2,5			
	TOTAL				7,2	4,67

Fuente: Elaboración a partir de (NTP 322, 1991, pág. 5) y evaluación del área 2

Contando con los valores de Consumo Metabólico del área 2 y tomando los valores de temperaturas y humedad del área 2 (Tablas 27 y 28), se tienen los siguientes resultados:

$$T_2 = 32,96 \pm 0,58^\circ\text{C}$$

$$\rho_2 = 26,97 \pm 0,30\%$$

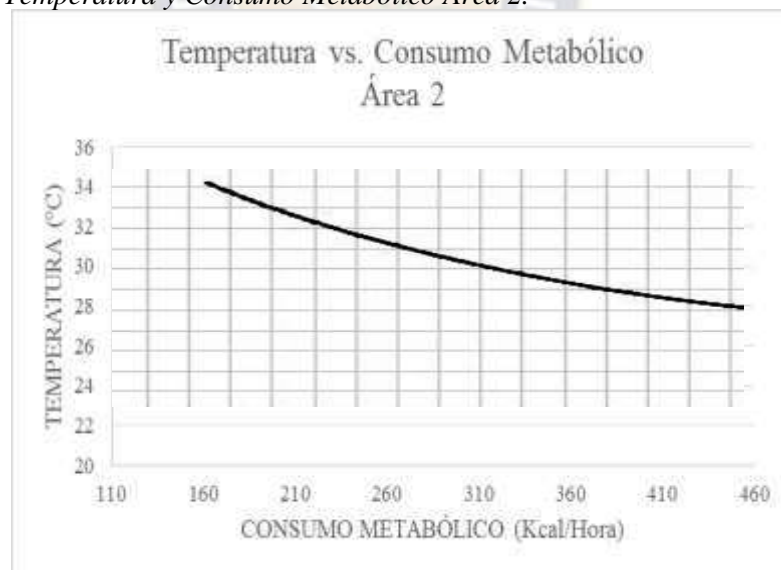
$$M_2 = 280,00 \text{ (Kcal/hr)}$$

Ahora se procede a realizar la evaluación de los límites de temperatura y consumo metabólico para el área 2, al mismo tiempo se observa que los valores de humedad son bajos, mismos que no tienen incidencia en la salud de los operarios, ya que no se encuentra como límite dentro de la Tabla de valores de sensaciones térmicas por calor (anexos 3).

Al no existir incidencias a la salud por la presencia de humedad en el área de trabajo 2, se procede a la evaluación por medio de la gráfica de valor de límites del índice WBGT vs. Consumo Metabólico evaluado a los operarios del área de trabajo 2.

Grafica 14

Temperatura y Consumo Metabólico Área 2.



Fuente: Elaboración a partir de cálculo de consumo metabólico y (NTP 322, 1991).

Se observa que en el área de trabajo 2, el valor entre temperatura y consumo metabólico está muy por encima de los límites que puede tolerar un operario, por tanto corresponde realizar un análisis para que los operarios que estén expuestos a este área de trabajo tengan un periodo

de trabajo-descanso, mismo que sirve para prevenir riesgos implícitos en el trabajo en constante exposición al calor.

Extrayendo los valores para ser utilizado en la fórmula de adecuación de regímenes de trabajo-descanso, descrito en la (NTP 322, 1991) para el área 2, tenemos:

Tabla 43

Valores para cálculo de régimen de trabajo-descanso área 2

VALORES PARA CALCULO DE ft ÁREA 2				
TEMP.	A	B	C	D
°C	33	22,38	32,96	28

Fuente: Elaboración en base a valores Límite (NTP 322, 1991).

Para el área 2, al ser $B < A$, se puede aplicar la fórmula para el cálculo de ft (trabajo-descanso), mismo que indicara el parámetro de tiempo por el cual debe de trabajar por cada hora de trabajo.

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} * 60 \left(\frac{min}{hr} \right) \rightarrow ft$$

$$= \frac{(33 - 22,38)}{(32,96 - 28) + (33 - 22,38)} * 60 (min/hr)$$

$$ft_2 = 40,9 (min/hr)$$

Análisis e interpretación: En el área de trabajo 2, el límite de tiempo de trabajo es de 40,9 minutos por cada hora de trabajo, por lo que significa que los operarios de esta zona de trabajo deben de tener un descanso de 19,1 minutos por cada hora trabajada, tiempo en el cual se recomienda también tener acceso a un punto de hidratación, mismo para que los operarios minimicen al máximo los efectos negativos que representa desarrollar sus actividades en un ambiente de sobrecarga térmica.

CONSUMO METABÓLICO ÁREA 3:

Tabla 44
Consumo Metabólico área 3

ÁREA DE TRABAJO	OPERACIÓN	Actividad	Kcal/min	Tiempo de exposición (min)	CONSUMO METABÓLICO (Kcal/min)	
MOLDEADO Y ENLATADO	Moldear masas	De pie		0,6	5,4	0,73
		Trabajo con los dos brazos	Pesado	2,5		
	Adición de materia extra	De pie		0,6	4,3	0,40
		Trabajo con los dos brazos	Ligero	1,5		
	Enlatado	Andando		2,5	2,4	0,53
		Trabajo con los dos brazos	Pesado	2,5		
	Introducir latas en los carritos	Andando		2,5	2,5	0,82
		Trabajo con el cuerpo	Moderado	5		
	Preparar mesa de trabajo y transporte de masas	Andando		3	5,2	2,28
		Trabajo con el cuerpo	Pesado	7		
	Transporte de carritos	Andando		3	3,0	1,05
		Trabajo con el cuerpo	Ligero	5		
	TOTAL				22,8	5,81

Fuente: Elaboración a partir de (NTP 322, 1991, pág. 5) y evaluación del área 3

Teniendo los valores del área 3, tanto de temperatura, consumo metabólico y humedad de:

$$T_3 = 26,59 \pm 0,16^\circ\text{C}$$

$$\rho_3 = 40,04 \pm 0,29\%$$

$$M_3 = 348,74 \text{ (Kcal/hr)}$$

Tomando en cuenta los valores del consumo metabólico y la temperatura a la cual están expuestos los operarios del área 3, se procede a la evaluación por medio de la gráfica de valor de límites del índice WBGT vs. Consumo Metabólico evaluado a los operarios del área de trabajo 2.

Al mismo tiempo se observa que los valores de humedad no se encuentran dentro los parámetros de riesgo para la salud de los operarios.

Tabla 45
Valores para cálculo de régimen de trabajo-descanso área 3

VALORES PARA CALCULO DE ft ÁREA 3				
TEMP.	A	B	C	D
°C	33	26,75	26,59	26

Fuente: Elaboración en base a valores Límite (NTP 322, 1991)

Para el área 3, al ser $B < A$, se puede aplicar la fórmula para el cálculo de ft (trabajo-descanso), mismo que indicara el parámetro de tiempo por el cual debe de trabajar por cada hora de trabajo.

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} * 60(\text{min/hr})$$

$$ft = \frac{(33 - 26,75)}{(26,75 - 26) + (33 - 26,75)} * 60(\text{min/hr})$$

$$ft_3 = 54,8(\text{min/hr})$$

Análisis e interpretación: En el área de trabajo 3, el límite de tiempo de trabajo es de 54,8 minutos por cada hora de trabajo, por lo que significa que los operarios de esta zona de trabajo deben de tener un descanso de 5,2 minutos por cada hora trabajada, tiempo en el cual se recomienda también tener acceso a un punto de hidratación, mismo para que los operarios minimicen al máximo los efectos negativos que representa desarrollar sus actividades en un ambiente de sobrecarga térmica.

Si bien los valores de humedad en éste área de trabajo no se encuentran aun dentro los límites de la Tabla de sensaciones térmicas por calor, el valor de humedad es tan próximo a los límites de precaución ya que según el nivel de riesgo (Anexo 3), se tiene un nivel de precaución donde se podría presentar una posible fatiga por exposición prolongada o actividad física pesada.

Por lo que el área de trabajo N°3 requiere que se tenga el tiempo de descanso adecuado y acceso a puntos de hidratación para minimizar los riesgos de la exposición al calor como a la humedad.

CONSUMO METABÓLICO ÁREA 4:

Tabla 46
Consumo Metabólico área 4

AREA DE TRABAJO	OPERACIÓN	Actividad	Kcal/min	Tiempo de exposicion (min)	CONSUMO METABOLICO (Kcal/min)	
ENFRIADO	Acomodado de carritos en area de enfriado	Andando		2,5	2,4	0,98
		Trabajo con dos brazos	Pesado	2,5		
	Transporte de carritos al area de engrasado	Andando		2,5	2,1	0,86
		Trabajo con dos brazos	Pesado	2,5		
	Desmoldado de productos	De Pie		0,6	5,8	1,00
		Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5		
	Transporte de productos al area de embolsado	Andando		2,5	1,9	0,78
		Trabajo con dos brazos	Pesado	2,5		
	TOTAL				12,2	3,62

Fuente: Elaboración a partir de (NTP 322, 1991, pág. 5) y evaluación del área 4

Por lo tanto los valores del área 4, tanto en temperatura, humedad y consumo metabólico son:

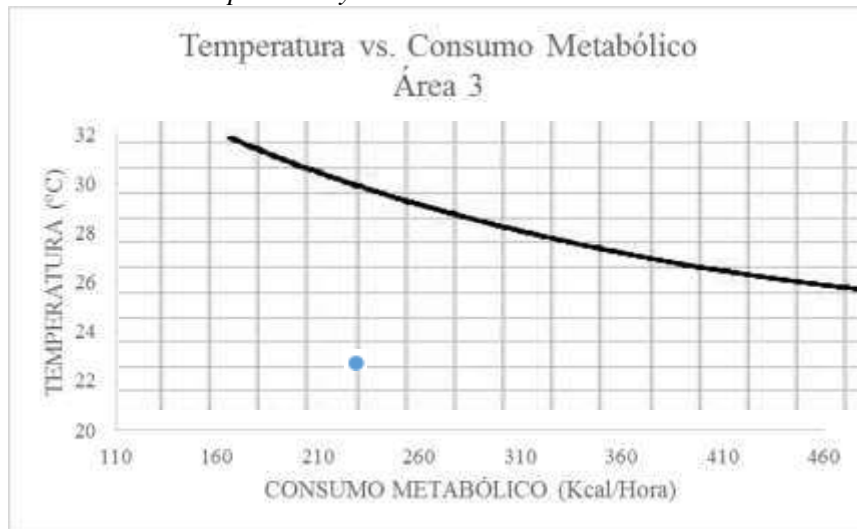
$$T_4 = 22,38 \pm 0,12^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_4 = 26,90 \pm 0,06\%$$

$$M_4 = 217,28 \text{ (Kcal/hr)}$$

Se realiza para el área 4, el cálculo del valor fit régimen de trabajo-descanso, primero por medio de la gráfica con respecto a los valores límite entre temperatura vs. Consumo metabólico.

Gráfica 15
 Temperatura y Consumo Metabólico Área 4



Fuente: Elaboración a partir de cálculo de consumo metabólico área 4 y (NTP 322, 1991).

Por lo que se puede observar dentro de la gráfica temperatura vs. Consumo metabólico, se puede observar que el tiempo de exposición y la temperatura son adecuadas para los operarios de ese área, también se tienen los valores de para el cálculo del régimen trabajo-descanso, por lo que se procede al cálculo respectivo.

Tabla 47
 Valores para cálculo de régimen de trabajo-descanso área 4

VALORES PARA CALCULO DE ft ÁREA 4				
TEMP.	A	B	C	D
°C	33	22,50	22,38	26

Fuente: Elaboración en base a valores Límite (NTP 322, 1991)

Por lo que se puede apreciar la ecuación de cálculo de régimen trabajo-descanso, se tiene:

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} * 60(min/hr)$$

$$ft = \frac{(33 - 22,50)}{(22,38 - 26) + (33 - 22,50)} * 60(min/hr)$$

$$ft_4 = 91,6(min/hr)$$

Análisis e interpretación: En el área de trabajo 4, se tiene el valor de 91,6 minutos de trabajo por hora, mismo valor que no tiene validez por el parámetro de tiempo, al mismo tiempo se llega a la conclusión de que si el valor de $C < D$, entonces el área de estudio se encuentra equilibrado, por lo tanto no se requiere que en la zona tengas un área de descanso, ya que el área de trabajo está bastante fresca y no se siente en gran medida la sobrecarga térmica por calor.

CONSUMO METABÓLICO CÁMARA DE FERMENTACIÓN:

Tabla 48
Consumo Metabólico Cámara de Fermentación

AREA DE TRABAJO	OPERACIÓN	Actividad	Kcal/min	Tiempo de exposicion (min)	CONSUMO METABOLICO (Kcal/min)	
CAMARA DE FERMENTACION	Introduccion de carritos a la camara de fermentacion	Andando		2,5	1,5	1,21
		Trabajo con dos brazos	Pesado	2,5		
	Control de tiempo y buena fermentacion de productos	Andando		2,5	1,3	1,05
		Trabajo con dos brazos	Pesado	2,5		
	Reacomodado de carritos dentro de la camara de fermentacion	Andando		2,5	1,9	1,53
		Trabajo con dos brazos	Pesado	2,5		
	Extraccion de carritos de la camara de fermentación	Andando		2,5	1,5	1,21
		Trabajo con dos brazos	Pesado	2,5		
	TOTAL				6,2	5,00

Fuente: Elaboración a partir de (NTP 322, 1991, pág. 5) y evaluación de la cámara de fermentación

Por lo tanto los valores del interior de la cámara de fermentación, tanto en temperatura, humedad y consumo metabólico son:

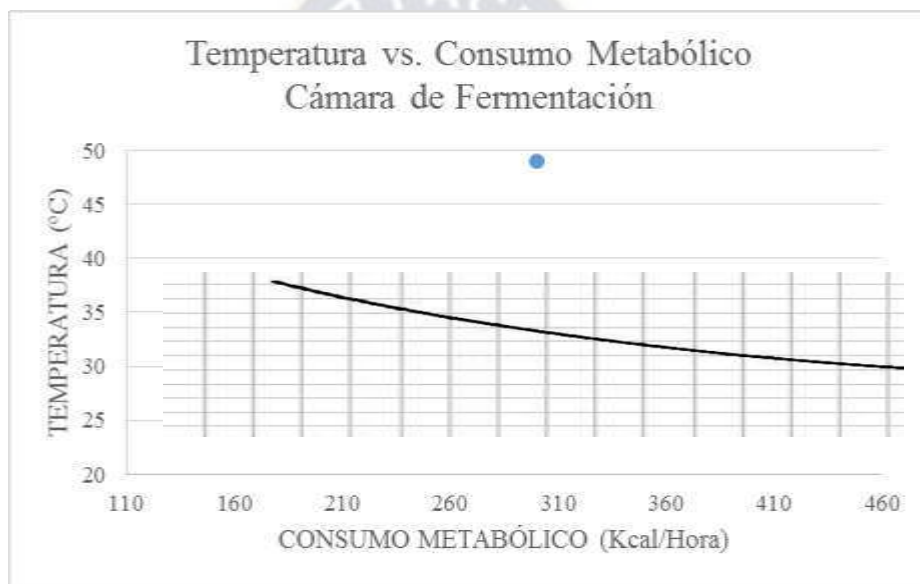
$$T_{CF} = 48,99 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_{CF} = 94,71 \pm 0,16\%$$

$$M_{CF} = 300,00 \text{ (Kcal/hr)}$$

Se realiza el análisis para el valor de ft régimen trabajo-descanso para las operaciones que se realizan dentro de la cámara de fermentación, por lo que se analizara la gráfica de valores límite entre temperatura vs. Consumo metabólico respectivo.

Gráfica 16
Temperatura y Consumo Metabólico Cámara de fermentación.



Fuente: Elaboración a partir de cálculo de consumo metabólico en cámara de fermentación y (NTP 322, 1991).

Por lo que se observa dentro de la gráfica temperatura vs. Consumo metabólico del interior de la cámara de fermentación, el ambiente térmico al cual están expuestos los operarios de esta área adecuada, por lo que se debe de realizar el cálculo del valor ft régimen de trabajo-descanso.

Tabla 49

Valores para cálculo de régimen de trabajo-descanso Cámara de Fermentación

VALORES PARA CÁLCULO DE f_t CÁMARA DE FERMENTACIÓN				
TEMP.	A	B	C	D
°C	33	22,38	48,99	28

Fuente: Elaboración en base a valores Límite (NTP 322, 1991).

$$f_t = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} * 60(\text{min/hr})$$

$$f_t = \frac{(33 - 22,38)}{(48,99 - 28) + (33 - 22,38)} * 60(\text{min/hr})$$

$$f_{tCF} = 20,2(\text{min/hr})$$

Análisis e interpretación: Como se puede observar, dentro del desarrollo de las actividades en el interior de la cámara de fermentación, los operarios tan solo deberían de tener un tiempo de trabajo de 20,2 minutos por cada hora de trabajo, y luego retirarse a un descanso de 39,8 minutos en una área fresca con acceso a hidratación.

Al mismo tiempo dentro del análisis de nuestra área de estudio que es el interior de la cámara de fermentación, como el nivel de humedad relativa dentro de la cámara de fermentación es tan alto se evalúan los valores con ayuda de la Tabla de valores de sensaciones térmicas por calor (anexo 3).

Grafica 17
Temperatura y Humedad interior de Cámara de Fermentación

		TABLA DE VALORES DE SENSACIONES TÉRMICAS POR CALOR																	
		Temperatura del aire en grados Celsius (C)																	
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
HUMEDAD RELATIVA (%)	45	27	28	29	30	32	33	35	37	39	41	43	46	49	51	54	57	61	64
	50	27	28	29	31	33	34	36	38	41	43	46	49	52	55	58	62		
	55	28	29	30	32	34	36	38	40	43	46	48	52	55	59	62			
	60	28	29	31	33	35	37	40	42	45	48	51	55	59	63				
	65	28	30	32	34	36	39	41	44	48	51	55	59	63					
	70	29	31	33	35	38	40	43	47	50	54	58	63						
	75	29	31	34	36	39	42	46	49	53	58	62							
	80	30	32	35	38	41	44	48	52	57	61								
	85	30	33	36	39	43	47	51	55	60	65								
	90	31	34	37	41	45	49	54	58	64									
	95	31	35	38	42	47	51	57	61										
	100	32	36	40	44	49	54	60											

Fuente: (FLC, 2015, pág. 23)

Entonces se interpreta que en esta área se tiene un **PELIGRO EXTREMO**, donde los operarios no deben de exceder por ningún motivo el parámetro Ft calculado para el tiempo de trabajo-descanso, ya que la salud de los operarios está seriamente comprometida por la exposición constante a estas condiciones laborales.

CONSUMO METABÓLICO CARRITOS RECIÉN SALIDOS DEL HORNO:

Tabla 50

Consumo Metabólico Carritos recién salidos del Horno

AREA DE TRABAJO	OPERACIÓN	Actividad		Kcal/min	Tiempo de exposicion (min)	CONSUMO METABOLICO (Kcal/min)
CARRITOS RECIÉN SALIDOS DEL HORNO	Transportar Carritos a zona de espera de hornos	Andando		2,5	1,5	1,67
		Trabajo con dos brazos	Pesado	2,5		
	Transporte de carritos a área de enfriado	Andando		2,5	1,1	1,22
		Trabajo con dos brazos	Pesado	2,5		
	Acomodado de carritos en la zona de enfriamiento.	De Pie		0,6	1,9	1,31
		Trabajo con dos brazos	Pesado	2,5		
TOTAL					4,5	4,20

Fuente: Elaboración a partir de (NTP 322, 1991, pág. 5) y evaluación del contacto de los carritos recién salidos del horno.

Por lo tanto los valores de los carritos recién salidos del horno en cuanto a su temperatura, humedad y consumo metabólico son:

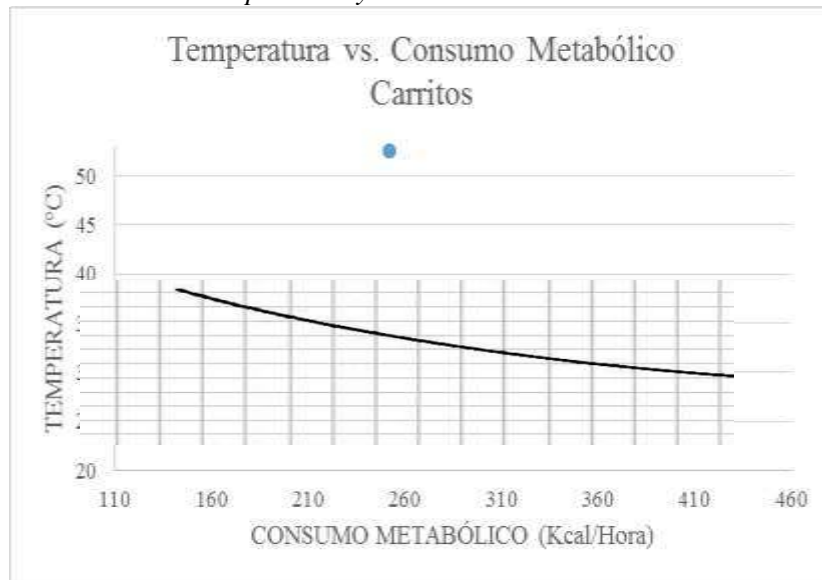
$$T_c = 52,53 \pm 0,15^\circ\text{C}$$

$$\rho_c = 15,59 \pm 0,10\%$$

$$M_c = 251,87 \text{ (Kcal/hr)}$$

Se realiza el análisis para el valor de ft régimen trabajo-descanso para las operaciones que se realizan en presencia de los carritos recién salidos del horno, por lo que se analizara la gráfica de valores límite entre temperatura vs. Consumo metabólico respectivo.

Grafica 18
Temperatura y Consumo Metabólico Carritos.



Fuente: Elaboración a partir de cálculo de consumo metabólico y (NTP 322, 1991).

Se observa que el valor de temperatura vs consumo metabólico está muy encima del límite en que pueden soportar los operarios cuando realizan sus actividades en contacto con los carritos recién salidos del horno, por lo que debemos realizar el cálculo del valor de f_t régimen de trabajo-descanso.

Tabla 51
Valores para cálculo de régimen de trabajo-descanso carritos

VALORES PARA CALCULO DE f_t CARRITOS				
TEMP.	A	B	C	D
°C	33	22,38	52,53	28

Fuente: Elaboración en base a valores Límite (NTP 322, 1991)

$$f_t = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} * 60(\text{min/hr})$$

$$f_t = \frac{(33 - 22,38)}{(52,53 - 28) + (33 - 22,38)} * 60(\text{min/hr})$$

$$f_{t_c} = 18,1(\text{min/hr})$$

Análisis e interpretación: Se observa que el desarrollo de las actividades en contacto con los carritos de productos recién salidos del horno, requieren un tiempo de trabajo de 18,1 minutos por cada hora de trabajo, por lo que los operarios de estas operaciones deben de tener un descanso de 41,9 minutos, dado que en esta operación los operarios están en contacto directo con el carrito caliente, por lo que la irradiación de calor es bastante peligrosa.

7.1.4. EVALUACIÓN Y CÁLCULO DE ISC Y T_{req}

El Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) o Índice de Sobrecarga Térmica (IST), nos dará como resultado básicamente el grado de tensión térmica actual al cual están expuestos los operarios dentro de las áreas de trabajo implicadas con disconfort térmico.

Este índice relaciona los parámetros físicos que regulan el intercambio calórico entre el individuo y el medio ambiente, la relación mencionada está dada por la evaporación requerida que será la cantidad de energía en forma de calor que necesita evaporar el operario por medio de la sudoración en presencia de un ambiente térmico que se denomina como **Ereq**, y la evaporación máxima posible, que no es más que la cantidad de energía máxima que puede eliminar al ambiente por evaporación de la sudoración que es denominada como **E_{max}**.

Para el cálculo del ISC, como describe (Gomez Rodriguez & Ruiz Lopez, 2017), este índice está representado por la siguiente ecuación matemática:

$$ICS = \left(\frac{\text{Evaporacion requerida } \mathbf{Ereq}}{\text{Evaporación maxima } \mathbf{E_{max}}} \right) * 100\% \dots (ec. 1)$$

En donde:

- **Ereq:** Cantidad de calor que debe disipar el cuerpo, mediante la evaporación del sudor, a fin de mantener equilibrio térmico.
- **E_{max}:** Representa la pérdida máxima de calor que puede lograrse en las circunstancias.

La evaporación requerida para recuperar el equilibrio térmico (E_{req}) y la evaporación máxima posible en la zona de estudio (E_{max}) a su vez están definidas por las siguientes expresiones matemáticas respetivamente:

$$E_{req} = M + R + C \dots (ec.2)$$

$$E_{max} = 7 * V^{0,6}(56 - P_{va}) \dots (ec.3)$$

Donde:

- M: Carga de calor metabólico.
- R: Carga de calor radiante (perdida o ganancia).
- C: Carga de calor de convección (perdida o ganancia).
- V: Velocidad del aire.
- Pva: Presión parcial de vapor en el aire

A su vez la carga de calor por convección C (pérdida o ganancia) y la Carga de calor radiante R (pérdida o ganancia) están definidas por las siguientes expresiones matemáticas respetivamente:

$$C = 4,6 * V^{0,6} * (T_{bs} - 35) \dots (ec.4)$$

$$R = 4,4 * (TMR - 35) \dots (ec.5)$$

Dónde:

- Tbs: Temperatura de bulbo seco.
- TRM: Temperatura radiante media
- V: Velocidad del aire.

La temperatura radiante media TRM está dada por la siguiente expresión matemática.

$$TRM = [(t_g + 273)^4 + 2,5 * 10^8 * V^{0,6} * (t_g - t_{bs})]^{0,25} - 273 \dots (ec.6)$$

Dónde:

- Tg: Temperatura Bulbo Globo.
- Tbs: Temperatura Bulbo Seco.
- V: Velocidad del aire.

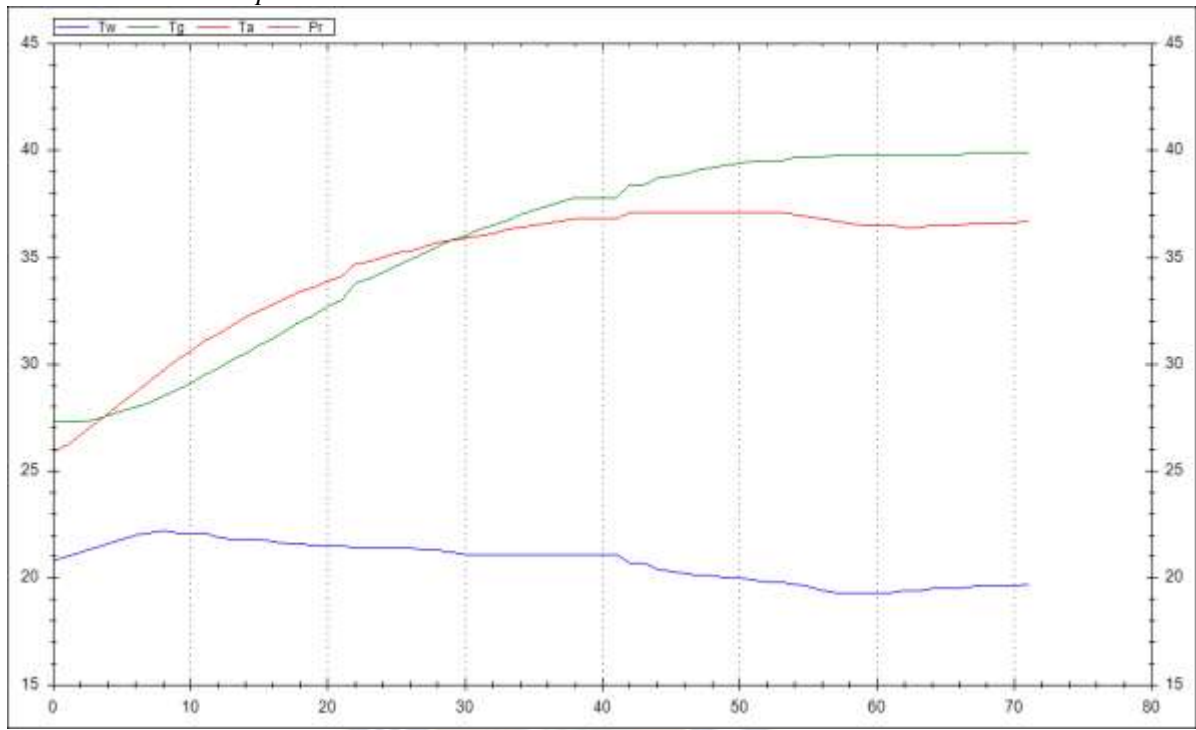
Para lograr una medición exacta, se tomará en cuenta las mediciones realizadas en instalaciones de la empresa, con el equipo Delta Ohm HD32.2 (ver anexo 4), que otorga varias mediciones, tanto de Temperatura de Bulbo Seco, Temperatura de Bulbo Húmedo, Temperatura de Globo cada cierto intervalo de tiempo, por lo que se podrá observar el tiempo en que el operario puede llegar a un grado de estabilidad térmica, o “aclimatación” al realizar un cambio de estaciones de trabajo, ya sea por desarrollar sus actividades laborales normales, o simplemente por salir de su zona de trabajo por algún motivo externo.

Como se describe en la fórmula para el cálculo de *Ereq*, se requiere el valor del consumo metabólico denominado como *M*, por lo que se tomará los valores obtenidos en el punto 7.1.3.

7.1.4.1. CÁLCULO ISC ÁREA DE HORNEADO

Realizando las mediciones con el equipo Delta Ohm HD32.2, se programó la toma de datos de temperatura a un intervalo de 5 segundos por toma de datos, por lo que se registró los siguientes datos, donde se puede apreciar la gráfica obtenida por el equipo de medición.

Grafica 19
Datos de temperatura Área de Horneado



Fuente: Mediciones recolectadas a través del software del Equipo Delta OHM HD 32.2

Como se puede apreciar, el rango de datos desde la primera toma de datos hasta la medición 44, presenta un ascenso, tanto en la temperatura de globo como en la temperatura de bulbo seco, esto se debe a que en este parámetro de tiempo, el equipo logro alcanzar el equilibrio en la zona de medición.

Para fines de cálculo de ISC, se toma en cuenta los datos una vez el equipo encuentre el equilibrio, mismo que para cálculo del área de horneado, son de la medición número 45 en adelante, donde se tienen los siguientes datos:

Tabla 52

Datos de temperaturas Área de Horneado

TEMPERATURAS ÁREA DE HORNEADO							
N	Tw (°C)	Tg (°C)	Ta (°C)	N	Tw (°C)	Tg (°C)	Ta (°C)
45	20,1	39,2	37,1	55	19,3	39,8	36,5
46	20	39,3	37,1	56	19,3	39,8	36,5
47	20	39,4	37,1	57	19,4	39,8	36,4
48	19,9	39,5	37,1	58	19,4	39,8	36,4
49	19,8	39,5	37,1	59	19,5	39,8	36,5
50	19,7	39,7	37	60	19,5	39,8	36,5
51	19,6	39,7	36,9	61	19,6	39,9	36,6
52	19,4	39,7	36,8	62	19,6	39,9	36,6
53	19,3	39,8	36,7	63	19,6	39,9	36,6
54	19,3	39,8	36,6	64	19,7	39,9	36,7

Fuente: Mediciones recolectadas a través del software del Equipo Delta OHM HD 32.2

$$ICS = \left(\frac{\text{Evaporación requerida } \mathbf{Ereq}}{\text{Evaporación máxima } \mathbf{Emax}} \right) * 100\%$$

En base a los datos que se obtuvieron posterior a llegar al equilibrio, realizamos el cálculo del **Ereq** y **Emax** para el área de horneado.

Con los valores de temperatura del bulbo seco y la velocidad del aire con un valor medio de 0.42 m/s que circula por el ambiente, se llega a realizar un cálculo de la carga de calor convección **C** (ec. 4), para cada valor obtenido una vez que equipo de medición llega a una condición de equilibrio en las mediciones.

Tabla 53

Valores de carga de calor de Convección

CÁLCULO DE CARGA DE CALOR DE CONVECCIÓN C									
5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,47	5,19	4,92	4,65	4,37
4,10	4,10	3,83	3,83	4,10	4,10	4,37	4,37	4,37	4,65

Fuente: Valores obtenidos en base a cálculos de Temperatura de bulbo seco y la velocidad del aire en el área de horneado

Obteniendo un valor medio de carga de calor de Convección de $\bar{C} = 4,76 \text{ kcal/hr}$

De la misma forma, se realiza los cálculos para el valor de la temperatura radiante media **TMR** (ec.6) para cada par de valor de datos de temperatura de bulbo seco y temperatura de globo, obteniendo los siguientes valores.

Tabla 54
Valores de Temperatura Radiante Media **TRM**

CÁLCULO DE TEMPERATURA RADIANTE MEDIA TRM									
41,73	41,95	42,16	42,38	42,38	42,93	43,05	43,16	43,50	43,61
43,73	43,73	43,85	43,85	43,73	43,73	43,83	43,83	43,83	43,71

Fuente: Valores obtenidos por cálculos, con valores de Temperatura de Bulbo Seco y Temperatura de globo, área de Horneado

Obteniendo un valor medio de Temperatura Radiante Media de $\overline{TRM} = 43,23 \text{ }^\circ\text{C}$

Con los cálculos de la temperatura radiante media TRM, se procede a calcular el valor de la carga de calor radiante para cada valor de TRM obtenido:

Tabla 55
Valores de Carga Calor Radiante **R**

CÁLCULO DE CARGA DE CALOR RADIANTE R									
29,62	30,57	31,53	32,47	32,47	34,89	35,41	35,92	37,38	37,90
38,41	38,41	38,93	38,93	38,41	38,41	38,83	38,83	38,83	38,32

Fuente: Valores obtenidos en base a cálculos de Temperatura Radiante Media en el área de horneado

Una vez obtenidos los valores de Carga de calor radiante, Carga de calor de convección, se hará uso del valor obtenido con los datos de la Tabla 37, para el valor del consumo metabólico, por lo que el valor del **Ereq** con la ec.2 que otorga como resultado:

$$E_{req} = 277,85 + 36,22 + 4,76$$

$$E_{req} = 318,83 \text{ Kcal/Hr}$$

Ahora se procede a obtener el valor de **E_{max}**, que tiene un valor límite de 407,97 Kcal/Hr como valor máximo, si el valor obtenido es mayor, se tomará este valor de referencia.

Trabajando con la ec.3, donde se realiza el reemplazo de los valores para obtener **E_{max}**, teniendo:

$$E_{max} = 7 * V^{0,6}(56 - Pva)$$

Tomando los valores de velocidad del aire dentro del ambiente de trabajo de 0,42 m/s, y Pva de 11,99mmHg, valor obtenido para la altura de la Ciudad de El Alto, y con el uso de las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo.

$$E_{max} = 7 * 0,42^{0,6}(56 - 11,99)$$

$$\mathbf{E_{max} = 183,06 Kcal/hr}$$

Ya obtenidos los valores de E_{req} y E_{max} , se realiza los cálculos de ISC y Texp, para el área de horneado, teniendo:

$$ISC = \left(\frac{318,83 Kcal/hr}{183,06 Kcal/hr} \right) * 100\% \quad \rightarrow \quad \mathbf{ISC = 174\%}$$

El valor de ISC para el área de horneado, indica que los operarios están expuestos a un 74% por encima de su capacidad máxima de sudoración.

Y para realizar el cálculo del Texp (tiempo de exposición para el ambiente térmico), se utiliza la siguiente ecuación, dando como resultado el valor de exposición máxima para el ambiente térmico al cual está expuesto el operario, teniendo el resultado final en minutos:

$$T_{exp} = \left(\frac{2440}{E_{req} - E_{max}} \right) \quad \rightarrow \quad T_{exp} = \left(\frac{2440}{318,83 - 183,06} \right)$$

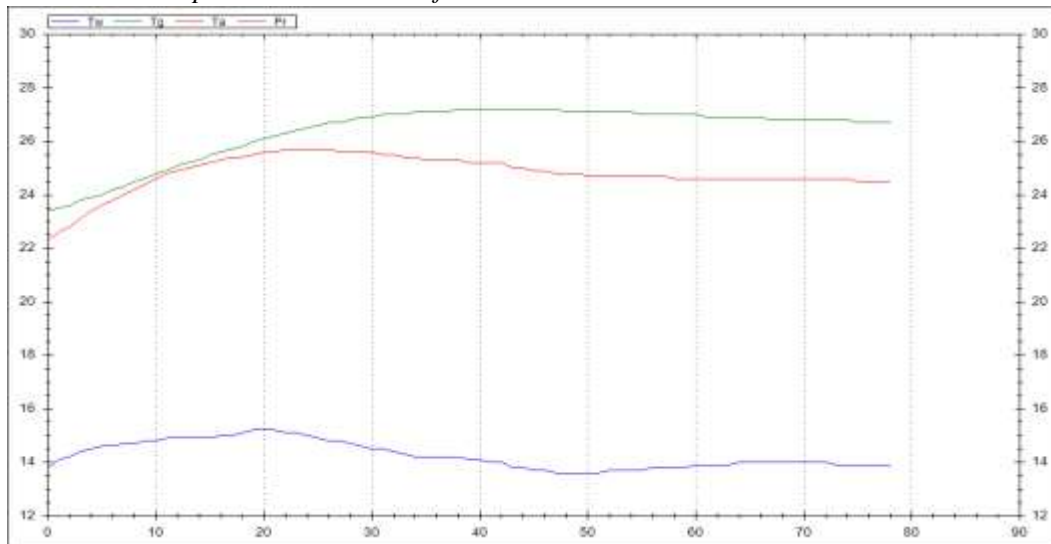
$$\mathbf{T_{exp} = 17,97 min}$$

El resultado indica que el operario puede estar expuesto en las actuales condiciones de sobrecarga térmica en el área de horneado (a puertas abiertas de los hornos) por un tiempo de 17,97 minutos.

7.1.4.2.CALCULO ISC ÁREA DE ENFRIADO

De igual manera, se realiza las mediciones con el equipo Delta Ohm, se programó la toma de datos de temperatura a un intervalo de 5 segundos por toma de datos, por lo que se registró los siguientes datos, donde se puede apreciar la gráfica obtenida por el equipo de medición.

Grafica 20
 Datos de temperatura Área de Enfriado



Fuente: Mediciones recolectadas a través del software del Equipo Delta OHM HD 32.2

Como se puede apreciar, de la misma forma los datos presentan las primeras mediciones un intervalo de tiempo para llegar a un equilibrio de mediciones, por lo que tomaremos los últimos 20 datos para la realización de los cálculos correspondientes, tanto en la temperatura de globo como en la temperatura de bulbo seco.

Tabla 56
 Datos de temperaturas Área de Enfriado

TEMPERATURAS ÁREA DE ENFRIADO							
N	Tw (C)	Tg (C)	Ta (C)	N	Tw (C)	Tg (C)	Ta (C)
59	13,8	27	24,6	69	14	26,8	24,6
60	13,9	27	24,6	70	14	26,8	24,6
61	13,9	26,9	24,6	71	14	26,8	24,6
62	13,9	26,9	24,6	72	14	26,8	24,6
63	13,9	26,9	24,6	73	13,9	26,8	24,6
64	14	26,9	24,6	74	13,9	26,8	24,6
65	14	26,9	24,6	75	13,9	26,7	24,5
66	14	26,9	24,6	76	13,9	26,7	24,5
67	14	26,8	24,6	77	13,9	26,7	24,5
68	14	26,8	24,6	78	13,9	26,7	24,5

Fuente: Mediciones recolectadas a través del software del Equipo Delta OHM HD 32.2

$$ICS = \left(\frac{\text{Evaporacion requerida } \mathbf{Ereq}}{\text{Evaporación maxima } \mathbf{Emax}} \right) * 100\%$$

En base a los datos que se obtuvieron posterior a llegar al equilibrio, se realiza el cálculo del **Ereq** y **Emax** para el área de horneado.

Con los valores de temperatura del bulbo seco y la velocidad del aire con un valor medio de 0.42 m/s que circula por el ambiente, se llega a realizar un cálculo de la carga de calor convección **C** (ec. 4), para cada valor obtenido una vez que equipo de medición llega a una condición de equilibrio en las mediciones.

Tabla 57
Valores de carga de calor de Convección

CALCULO DE CARGA DE CALOR DE CONVECCIÓN C									
-28,43	-28,43	-28,43	-28,43	-28,43	-28,43	-28,43	-28,43	-28,43	-28,43
-28,43	-28,43	-28,43	-28,43	-28,43	-28,43	-28,70	-28,70	-28,70	-28,70

Fuente: Valores obtenidos en base a cálculos de Temperatura de bulbo seco y la velocidad del aire en el área de enfriado

Obteniendo un valor medio de carga de calor de Convección de $\bar{C} = -28,48 \text{ kcal/hr}$

De la misma forma, se realiza los cálculos para el valor de la temperatura radiante media **TRM** (ec.6) para cada par de valor de datos de temperatura de bulbo seco y temperatura de globo, obteniendo los siguientes valores.

Tabla 58
Valores de Temperatura Radiante Media **TRM**

CALCULO DE TEMPERATURA RADIANTE MEDIA TRM									
30,25	30,25	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	29,79	29,79
29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,69	29,69	29,69	29,69

Fuente: Valores obtenidos por cálculos, con valores de Temperatura de Bulbo Seco y Temperatura de globo, área de enfriado

Obteniendo un valor medio de Temperatura Radiante Media de $\overline{TRM} = 29,88 \text{ }^\circ\text{C}$

Con los cálculos de la temperatura radiante media TRM, se procede a calcular el valor de la carga de calor radiante para cada valor de TRM obtenido:

Tabla 59
Valores de Carga Calor Radiante *R*

cálculo DE CARGA DE CALOR RADIANTE R									
-20,91	-20,91	-21,92	-21,92	-21,92	-21,92	-21,92	-21,92	-22,94	-22,94
-22,94	-22,94	-22,94	-22,94	-22,94	-22,94	-23,36	-23,36	-23,36	-23,36

Fuente: Valores obtenidos en base a cálculos de Temperatura Radiante Media en el área de enfriado

Obteniendo un valor medio de Carga de Calor Radiante de $R = -22,52 \text{ kcal/hr}$

De igual manera, con los valores de Ca Carga de calor radiante, Carga de calor de convección, haciendo uso del valor obtenido con los datos de la Tabla 39, para el valor del consumo metabólico, por lo que el valor del *Ereq* con la ec.2 que nos da de resultado:

$$E_{req} = 280,00 - 28,48 - 22,52$$

$$E_{req} = 229,00 \text{ Kcal/Hr}$$

Trabajando con los valores de Velocidad del aire dentro del área de trabajo, y la presión de vapor de agua obtenidos por el valor bulbo seco y bulbo húmedo de 11,66mmHg, se procede a calcular el valor de *E_{max}*.

$$E_{max} = 7 * V^{0,6}(56 - P_{va})$$

$$E_{max} = 7 * 0,42^{0,6}(56 - 11,66)$$

$$E_{max} = 184,43 \text{ Kcal/hr}$$

Ya obtenidos los valores de *Ereq* y *E_{max}*, se realiza los cálculos de ISC y Texp, para el área de enfriado, teniendo:

$$ISC = \left(\frac{229,00 \text{ Kcal/hr}}{184,43 \text{ Kcal/hr}} \right) * 100\% \quad \rightarrow \quad ISC = 124\%$$

El valor de ISC para el área de enfriado, indica que los operarios están expuestos a un 24% por encima de su capacidad máxima de sudoración.

Para el cálculo de T_{exp} para el área de enfriado, se hace uso de la anterior ecuación, dando como resultado el valor de exposición máxima para el ambiente térmico al cual está expuesto el operario, teniendo el resultado final en minutos:

$$T_{exp} = \left(\frac{2440}{E_{req} - E_{max}} \right) \rightarrow T_{exp} = \left(\frac{2440}{229,00 - 184,43} \right)$$

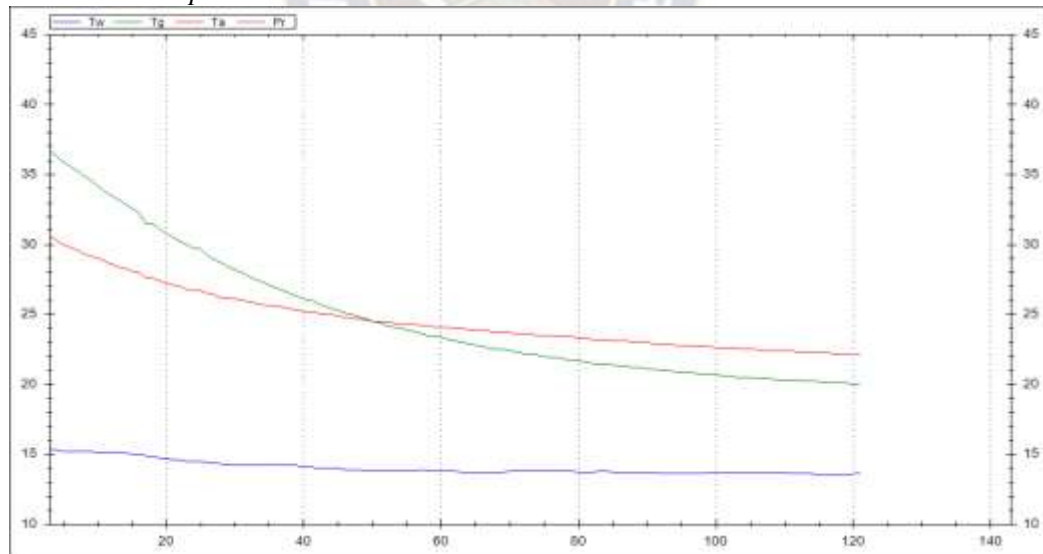
$$T_{exp} = 54,75 \text{ min}$$

El resultado indica que el operario puede estar expuesto en las actuales condiciones de sobrecarga térmica en el área de enfriado por un tiempo de 54,75 minutos.

7.1.4.3. CALCULO ISC ÁREA DE PROCESO

De igual manera, realizamos las mediciones con el equipo Delta Ohm, se programó la toma de datos de temperatura a un intervalo de 5 segundos por toma de datos, por lo que se registró los siguientes datos, donde se puede apreciar la gráfica obtenida por el equipo de medición.

Grafica 21
Datos de temperatura Área de Procesado



Fuente: Mediciones recolectadas a través del software del Equipo Delta OHM HD 32.2

Como se puede apreciar, de la misma forma los datos presentan las primeras mediciones un intervalo de tiempo para llegar a un equilibrio de mediciones, por lo que tomaremos los

últimos 20 datos para la realización de los cálculos correspondientes, tanto en la temperatura de globo como en la temperatura de bulbo seco.

Tabla 60
Datos de temperaturas Área de Procesado

TEMPERATURAS ÁREA DE PROCESADO							
N	Tw (C)	Tg (C)	Ta (C)	N	Tw (C)	Tg (C)	Ta (C)
59	13,7	20,6	22,6	69	13,6	20,3	22,3
60	13,7	20,5	22,6	70	13,6	20,2	22,3
61	13,7	20,5	22,5	71	13,6	20,2	22,3
62	13,7	20,5	22,5	72	13,5	20,2	22,3
63	13,7	20,4	22,5	73	13,5	20,1	22,3
64	13,7	20,4	22,4	74	13,5	20,1	22,2
65	13,7	20,4	22,4	75	13,5	20,1	22,2
66	13,7	20,3	22,4	76	13,5	20,1	22,2
67	13,7	20,3	22,4	77	13,6	20	22,2
68	13,6	20,3	22,4	78	13,6	20	22,1

Fuente: Mediciones recolectadas a través del software del Equipo Delta OHM HD 32.2

$$ICS = \left(\frac{\text{Evaporacion requerida } E_{req}}{\text{Evaporación maxima } E_{max}} \right) * 100\%$$

Con los valores de temperatura del bulbo seco y la velocidad del aire con un valor medio de 0.42 m/s que circula por el ambiente, se realiza un cálculo de la carga de calor convección C (ec. 4), para cada valor obtenido una vez que equipo de medición llega a una condición de equilibrio en las mediciones.

Tabla 61
Valores de carga de calor de Convección

CÁLCULO DE CARGA DE CALOR DE CONVECCIÓN C									
-33,85	-33,85	-34,12	-34,12	-34,12	-34,39	-34,39	-34,39	-34,39	-34,39
-34,66	-34,66	-34,66	-34,66	-34,66	-34,94	-34,94	-34,94	-34,94	-35,21

Fuente: Valores obtenidos en base a cálculos de Temperatura de bulbo seco y la velocidad del aire en el área de procesado

Obteniendo un valor medio de carga de calor de Convección de $\bar{C} = -34,51 \text{ kcal/hr}$

De la misma forma, se realiza los cálculos para el valor de la temperatura radiante media **TRM** (ec.6) para cada par de valor de datos de temperatura de bulbo seco y temperatura de globo, obteniendo los siguientes valores.

Tabla 62
Valores de Temperatura Radiante Media **TRM**

CÁLCULO DE TEMPERATURA RADIANTE MEDIA TRM									
17,62	17,37	17,52	17,52	17,27	17,42	17,42	17,16	17,16	17,16
17,32	17,06	17,06	17,06	16,80	16,96	16,96	16,96	16,70	16,85

Fuente: Valores obtenidos por cálculos, con valores de Temperatura de Bulbo Seco y Temperatura de globo, área de procesado

Obteniendo un valor medio de Temperatura Radiante Media de $\overline{TRM} = 17,17 \text{ }^\circ\text{C}$

Con los cálculos de la temperatura radiante media TRM, se procede a calcular el valor de la carga de calor radiante para cada valor de TRM obtenido:

Tabla 63
Valores de Carga Calor Radiante **R**

CÁLCULO DE CARGA DE CALOR RADIANTE R									
-76,45	-77,57	-76,91	-76,91	-78,03	-77,36	-77,36	-78,48	-78,48	-78,48
-77,81	-78,94	-78,94	-78,94	-80,06	-79,39	-79,39	-79,39	-80,52	-79,84

Fuente: Valores obtenidos en base a cálculos de Temperatura Radiante Media en el área de procesado

Obteniendo un valor medio de Carga de Calor Radiante de $R = -78,46 \text{ kcal/hr}$

De igual manera, con los valores de Ca Carga de calor radiante, Carga de calor de convección, se hace uso del valor obtenido con los datos de la Tabla 41, para el valor del consumo metabólico, por lo que el valor del **Ereq** con la ec.2 que da de resultado:

$$E_{req} = 348,74 - 34,51 - 78,46$$

$$E_{req} = 235,76 \text{ Kcal/Hr}$$

Trabajando con los valores de Velocidad del aire dentro del área de trabajo, y la presión de vapor de agua obtenidos por el valor bulbo seco y bulbo húmedo de $9,08 \text{ mmHg}$, se calcula el valor de **E_{max}**.

$$E_{max} = 7 * V^{0,6}(56 - P_{va})$$

$$E_{max} = 7 * 0,42^{0,6}(56 - 9,08)$$

$$\mathbf{E_{max} = 194,89 Kcal/hr}$$

Ya obtenidos los valores de *Ereq* y *E_{max}*, se realiza los cálculos de ISC y Texp, para el área de enfriado, teniendo:

$$ISC = \left(\frac{235,76,00 Kcal/hr}{194,89 Kcal/hr} \right) * 100\% \rightarrow \mathbf{ISC = 121\%}$$

El valor de ISC para el área de enfriado, indica que los operarios están expuestos a un 21% por encima de su capacidad máxima de sudoración.

De igual forma, se realiza el cálculo del tiempo de exposición para el área de procesado, mismo que el operario puede estar expuesto ante las condiciones de sobrecarga térmica.

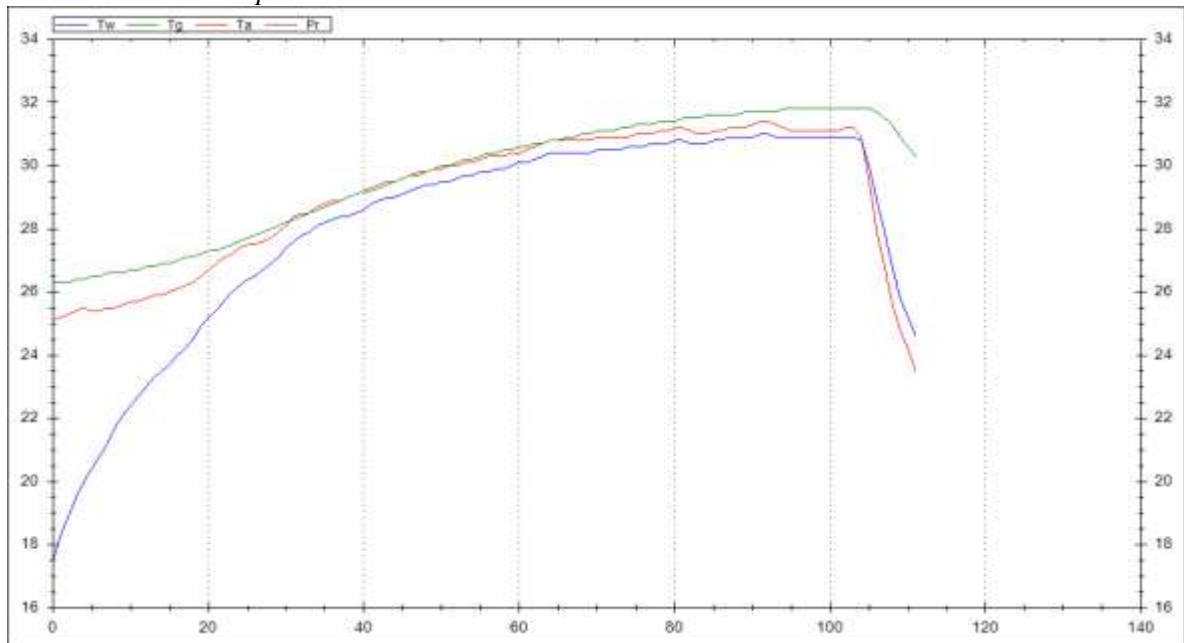
$$T_{exp} = \left(\frac{2440}{235,76 - 194,89} \right) \rightarrow \mathbf{T_{exp} = 59,69 min}$$

El resultado nos indica que el operario puede estar expuesto en las actuales condiciones de sobrecarga térmica en el área de procesado por un tiempo de 59,69 minutos.

7.1.4.4. CÁLCULO ISC CÁMARA DE FERMENTACIÓN 45

Al ser el área con mayor presencia de Sobrecarga térmica, se realiza una medición más extensa, con un total de medición de 112 mediciones en total, llegan a un equilibrio dentro de las medidas entre los valores de la toma 81 a 100, por lo que se utilizará los valores siguientes:

Grafica 22
 Datos de temperatura Cámara de Fermentación



Fuente: Mediciones recolectadas a través del software del Equipo Delta OHM HD 32.2

Al igual que en las anteriores gráficas, se observa una tendencia creciente en las temperaturas de globo, bulbo húmedo y bulbo seco, al mismo tiempo en esta área en específica, como se aprecia en los resultados de la Tabla 33, el nivel de humedad es bastante alto, por lo que las condiciones de sobrecarga térmica son mucho mayores.

Tabla 64
 Datos de temperaturas Cámara de Fermentación

TEMPERATURAS ÁREA DE CÁMARA DE FERMENTACIÓN							
N	Tw (C)	Tg (C)	Ta (C)	N	Tw (C)	Tg (C)	Ta (C)
81	30,8	31,4	31,2	91	30,9	31,7	31,3
82	30,8	31,5	31,2	92	31	31,7	31,4
83	30,7	31,5	31,1	93	31	31,7	31,4
84	30,7	31,5	31	94	30,9	31,7	31,3
85	30,7	31,6	31	95	30,9	31,8	31,2
86	30,8	31,6	31,1	96	30,9	31,8	31,1
87	30,8	31,6	31,1	97	30,9	31,8	31,1
88	30,9	31,6	31,2	98	30,9	31,8	31,1
89	30,9	31,6	31,2	99	30,9	31,8	31,1
90	30,9	31,7	31,2	100	30,9	31,8	31,1

Fuente: Mediciones recolectadas a través del software del Equipo Delta OHM HD 32.2

$$ICS = \left(\frac{\text{Evaporacion requerida } \mathbf{Ereq}}{\text{Evaporación maxima } \mathbf{Emax}} \right) * 100\%$$

Con los valores de temperatura del bulbo seco y la velocidad del aire con un valor medio de 0.3 m/s que circula por el ambiente, se realiza un cálculo de la carga de calor convección **C** (ec. 4), para cada valor obtenido una vez que equipo de medición llega a una condición de equilibrio en las mediciones.

Tabla 65
Valores de carga de calor de Convección

CALCULO DE CARGA DE CALOR DE CONVECCIÓN C									
-8,49	-8,49	-8,71	-8,93	-8,93	-8,71	-8,71	-8,49	-8,49	-8,49
-8,26	-8,04	-8,04	-8,26	-8,49	-8,71	-8,71	-8,71	-8,71	-8,71

Fuente: Valores obtenidos en base a cálculos de Temperatura de bulbo seco y la velocidad del aire de la Cámara de Fermentación

Obteniendo un valor medio de carga de calor de Convección de $\bar{C} = -8,56 \text{ kcal/hr}$

De la misma forma, se realiza los cálculos para el valor de la temperatura radiante media **TRM** (ec.6) para cada par de valor de datos de temperatura de bulbo seco y temperatura de globo, obteniendo los siguientes valores.

Tabla 66
Valores de Temperatura Radiante Media **TRM**

CALCULO DE TEMPERATURA RADIANTE MEDIA TRM									
31,61	31,82	31,93	32,04	32,24	32,14	32,14	32,03	32,03	32,24
32,13	32,02	32,02	32,13	32,44	32,55	32,55	32,55	32,55	32,55

Fuente: Valores obtenidos por cálculos, con valores de Temperatura de Bulbo Seco y Temperatura de globo, Cámara de Fermentación

Obteniendo un valor medio de Temperatura Radiante Media de $\overline{TRM} = 32,18 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Con los cálculos de la temperatura radiante media TRM, se procede a calcular el valor de la carga de calor radiante para cada valor de TRM obtenido:

Tabla 67
Valores de Carga Calor Radiante *R*

cálculo DE CARGA DE CALOR RADIANTE R									
-14,89	-13,98	-13,51	-13,04	-12,13	-12,60	-12,60	-13,07	-13,07	-12,17
-12,64	-13,11	-13,11	-12,64	-11,26	-10,79	-10,79	-10,79	-10,79	-10,79

Fuente: Valores obtenidos en base a cálculos de Temperatura Radiante Media de la Cámara de Fermentación

Obteniendo un valor medio de Carga de Calor Radiante de $R = -12,39 \text{ kcal/hr}$

De igual manera, con los valores de Ca Carga de calor radiante, Carga de calor de convección, se hace uso del valor obtenido con los datos de la Tabla 45, para el valor del consumo metabólico, por lo que el valor del *Ereq* con la ec.2 que da como resultado:

$$E_{req} = 300,00 - 8,56 - 12,39$$

$$E_{req} = 279,06 \text{ Kcal/Hr}$$

Trabajando con los valores de Velocidad del aire dentro del área de trabajo, y la presión de vapor de agua obtenidos por el valor bulbo seco y bulbo húmedo de 33,36mmHg, se calcula el valor de *E_{max}*.

$$E_{max} = 7 * V^{0,6}(56 - P_{va})$$

$$E_{max} = 7 * 0,3^{0,6}(56 - 33,36)$$

$$E_{max} = 76,96 \text{ Kcal/hr}$$

Ya obtenidos los valores de *Ereq* y *E_{max}*, se realiza los cálculos de ISC y Texp, para el área de enfriado, teniendo:

$$ISC = \left(\frac{279,06 \text{ Kcal/hr}}{76,96 \text{ Kcal/hr}} \right) * 100\% \quad \rightarrow \quad ISC = 363\%$$

El valor de ISC para el área de enfriado, indica que los operarios están expuestos a un 263% por encima de su capacidad máxima de sudoración, por lo que el nivel de disconfort térmico, es muy elevado, por lo que los operarios que se encuentran expuestos a esta área de trabajo tienen mayor riesgos con respecto a su salud.

De igual forma, se realiza el cálculo del tiempo de exposición para el área de procesado, mismo que el operario puede estar expuesto ante las condiciones de sobrecarga térmica.

$$T_{exp} = \left(\frac{2440}{279,06 - 76,96} \right) \rightarrow \quad \mathbf{T_{exp} = 12,07 \text{ min}}$$

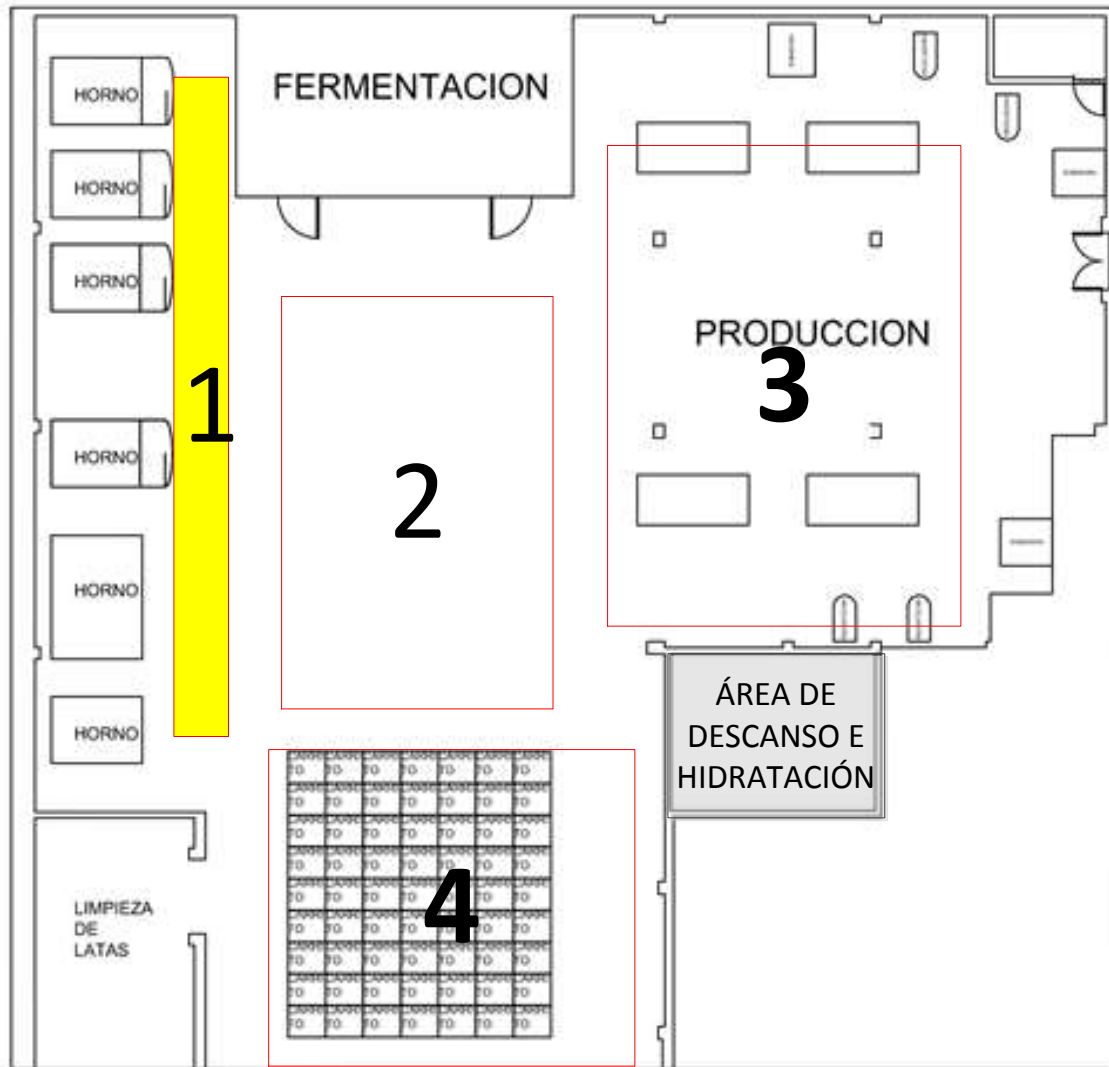
El resultado indica que el operario puede estar expuesto en las actuales condiciones de sobrecarga térmica en el área de procesado por un tiempo de 12,07 minutos, dentro de un periodo de trabajo de 1 hora.

7.1.5. LAYOUT DE ÁREA DE DESCANSO

Para lograr una mejor recuperación a la constante exposición a el ambiente de sobrecarga térmica, se propone la adecuación de un ambiente que no es utilizado por el personal de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, para adecuarlo como un área de descanso, ya que los operarios actualmente no cuentan un ambiente de hidratación y descanso, para reponerse de la exposición constante a la sobrecarga térmica.

Una vez calculados los parámetros *ISC* y *Texp*, para cada una de las áreas que están en constante exposición a la sobrecarga térmica por calor, el layout de área de descanso e hidratación propuesto es el siguiente:

Diagrama 4
Asignación de área de descanso e hidratación.



Fuente: Elaboración a partir de la evaluación de temperaturas y humedad del área de hidratación

Se elige el área de descanso e hidratación por tener proximidad a los puntos directamente afectados por la sobrecarga térmica por calor, y de este modo los operarios no descuiden sus funciones y actividades a desarrollar en sus respectivos turnos de trabajo, al mismo tiempo se tiene los valores de temperatura dentro del área de descanso planteada, misma que da los siguientes valores.

Tabla 68
Registro de Temperatura área de descanso

TEMPERATURA ÁREA DE DESCANSO (°C)			
21,20	21,20	21,40	21,10
21,30	21,30	21,20	21,30
21,10	21,70	21,10	21,90
21,30	21,80	21,20	21,20

Fuente: Elaboración en base a mediciones realizadas con multímetro multifunción.

$$T = \bar{T} \pm E_T$$

$$\bar{T} = 21,33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$E_T = \frac{S_T * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,24958 \quad t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_T = \frac{0,23238 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,13^\circ\text{C}$$

$$T_{AD} = 21,33 \pm 0,13^\circ\text{C}$$

Como se puede observar el valor de temperatura que se tiene en el área sugerida como área de descanso e hidratación, es de 21,33 °C misma que es una temperatura mucho más baja que la del área 4 misma que no requiere ningún tiempo de descanso, por lo que mientras más fresca sea el área de descanso, menos será el tiempo el cual los operarios tengan que dejar sus actividades para poder tener el tiempo de descanso e hidratación requerida para poder minimizar el riesgo por sobrecarga térmica por calor.

Así también se tiene la medición de la humedad respectiva para evaluar la exposición a la humedad del área de descanso, para realizar la evaluación por comparación con la Tabla de valores de sensaciones térmicas por calor (anexo 3).

Teniendo como resultados de mediciones de la humedad relativa del área propuesta como área de descanso las siguientes:

Tabla 69
Registro de humedad relativa área de descanso

HUMEDAD ÁREA DE DESCANSO (%)			
23,70	23,10	22,90	23,10
23,40	22,90	23,00	23,20
23,00	23,80	23,50	22,90
23,90	23,50	23,40	23,00

Fuente: Elaboración a partir de mediciones realizadas con multímetro multifunción.

$$\rho = \bar{\rho} \pm E_{\rho}$$

$$\bar{\rho} = 23,27 \%$$

$$E_{\rho} = \frac{S_{\rho} * t_{tablas}}{\sqrt{n}}$$

$$S_{\rho} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,33609 \quad t_{tablas(95\%)} = 2,131$$

$$E_{\rho} = \frac{0,11547 * 2,131}{\sqrt{16}} = 0,18\%$$

$$\rho_{AD} = 23,27 \pm 0,18\%$$

Por lo que se tiene que el área de descanso presenta una sensación térmica bastante baja, sin tener un desfase bastante amplio con respecto a las temperaturas de las demás áreas donde se desarrolla los procesos de producción.

Por lo que para poder llevar a cabo el régimen *ft* de trabajo-descanso, el área propuesta como área de descanso es aceptable, ya que evaluando la humedad que se presenta en el área, no se tiene valor de riesgo en comparación con la Tabla de valores de sensaciones térmicas por calor.

7.2.DISEÑO DE MÉTODO DE TRABAJO

Por otra parte, realizando una observación de las tareas que se realizan en las áreas con mayor exposición a altas temperaturas, según nuestra evaluación de la matriz IPER, donde el 56,522% de los riesgos físicos son debido a la exposición al calor irradiado por los hornos y la cámara de fermentación, se puede observar que las operaciones que se realizan por los operarios que desarrollan su labor en estas áreas, son altamente repetitivas en presencia de

altas temperaturas, donde (Hernández & Vizán, 2013) afirma que “El desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario” (pág. 25). Por lo que las tareas que desarrollan los operarios dentro del área con mayor exposición al calor representan desperdicios, que pueden ser evitados.

7.2.1. MÉTODO ACTUAL EN ÁREAS DE DISCONFORT TÉRMICO

Tomando en cuenta que las áreas con mayor presencia de una sensación térmica bastante alta son el área de la cámara de fermentación, el área de horneado y el área de enfriado, se observa que las tareas que son más repetitivas se presentan en el área de la cámara de fermentación, teniendo los operarios que realizar un cambio de posición de las latas que contienen los productos dentro de los carritos que transportaran para el proceso de fermentado y posteriormente al proceso de horneado.

Como podemos observar en la imagen, en cada carro de transporte, normalmente ingresan por lo general aprox. 30 latas que contienen diferentes productos, donde los operarios realizan el cambio de posición de las latas para una mejor fermentación. El cambio de posición de las latas consiste en el cambio de las latas situadas en la parte superior del carro son llevadas a la parte inferior del carro y viceversa.

Imagen 1

Descripción de cambio de latas en carro de transporte



Fuente: Observación de proceso de la cámara de fermentación.

La tarea mencionada de realizar el cambio de posición de las latas, se realiza de forma manual, misma que implica que los operarios que la realicen estén en contacto directo con las condiciones de sobrecarga térmica, sacando los carros para realizar dicho cambio y volviéndolos a introducir a la cámara de fermentación. Tomando en cuenta que durante el proceso de producción de todo un turno de trabajo, se tratan de unos 250 carros que transportan productos.

La cantidad de tiempo que se toma un operario en poder realizar los cambios es en promedio un total de 0,9 minutos por carro, y realizar el transporte del carro desde el interior de la cámara de fermentación y viceversa demora aproximadamente 0,7 minutos, dependiendo en qué lugar de la cámara de fermentación se acomoden los carros, y también de la clase de producción que se tenga en el momento.

Teniendo la siguiente toma de tiempos de la demora en cambiar de posición las latas:

Tabla 70
Registro de tiempo de demora en cambio de posición de latas.

TIEMPOS DE CAMBIO				
53,47	63,41	51,55	58,41	74,10
49,55	54,25	62,37	59,13	52,28
52,69	51,00	50,20	63,16	55,15
59,68	53,31	60,13	63,30	63,40
50,09	48,31	55,32	65,56	47,09
66,21	54,58	55,19	49,49	52,13
61,45	61,09	59,15	50,26	57,00
48,20	65,59	53,37	52,00	55,58

Fuente: Elaboración a partir de observación de operarios del área de cámara de fermentación.

$$t_{\text{cambio}} = \bar{t}_c \pm E_{t_{\text{cambio}}}$$

$$\bar{t}_c = 56,07 \text{ seg/carro}$$

$$E_{t_c} = \frac{S_{t_c} * t_{\text{tablas}}}{\sqrt{n}}$$

$$S_{t_c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 6,28646$$

$$t_{\text{tablas}(95\%)} = 2,021$$

$$E_{t_c} = \frac{6,28646 * 2,021}{\sqrt{45}} = 3,55(\text{seg})$$

$$t_{\text{cambio}} = 56,07 \pm 1,89 \text{ seg/carro}$$

Al mismo tiempo se tiene un total de tiempos de búsqueda de los carros que ya se encuentran listos para el cambio de posición de las latas, se tienen los siguientes tiempos:

Tabla 71
Registro de tiempo de demora en búsqueda de carros

TIEMPOS DE BÚSQUEDA				
45,43	55,14	33,48	42,34	39,36
34,44	42,00	54,47	32,19	34,39
40,25	37,45	44,35	45,02	47,02
30,09	53,31	36,55	40,03	52,06
53,28	39,19	49,22	49,46	55,31
53,31	47,38	41,47	48,35	31,32
49,39	37,18	49,22	53,09	35,08
41,51	38,14	41,01	32,12	53,22

Fuente: Elaboración a partir de observación de operarios del área de cámara de fermentación.

$$t_{\text{busqueda}} = \bar{t}_b \pm E_{t_b}$$

$$\bar{t}_b = 44,10 \text{ seg/carro}$$

$$E_{t_b} = \frac{S_{t_c} * t_{\text{tablas}}}{\sqrt{n}}$$

$$S_{t_b} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 7,81801 \quad t_{\text{tablas}(95\%)} = 2,021$$

$$E_{t_b} = \frac{7,81801 * 2,021}{\sqrt{45}} = 2,36(\text{seg})$$

$$t_{\text{busqueda}} = 44,10 \pm 2,36 \text{ seg/carro}$$

Por lo general se tienen en promedio unos 250 carros de productos en un día de producción, por lo que esta cantidad de cambios de latas ocasiona la pérdida de:

$$\bar{t}_{total\ de\ cambios} = (t_{cambio} + t_{busqueda}) * Cant\ de\ carros$$

$$t_{total\ de\ cambios} = (56,07 + 44,10) \frac{seg}{carro} * 250 \frac{carros}{dia}$$

$$t_{total\ de\ cambios} = 25041,56\ (seg/dia)$$

$$\bar{t}_{total\ de\ cambio} = \mathbf{6,96 \pm 0,30\ (hr/dia)}$$

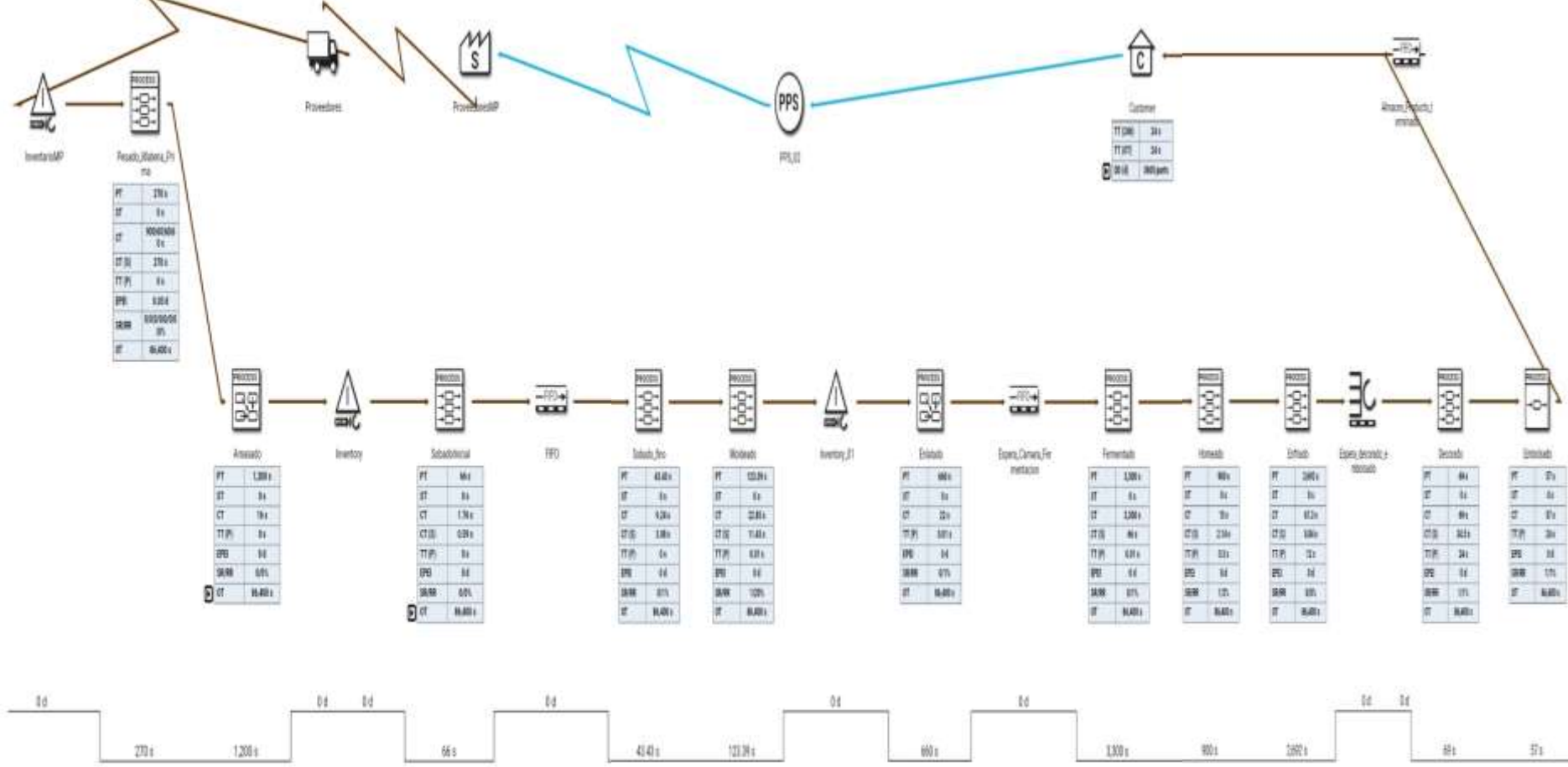
Teniendo en total un tiempo promedio de pérdida por día de trabajo, de 6,96 horas por día, invertidas en solo buscar los carros correctos y hacer el cambio de posición de las latas, tomando en cuenta ambos turnos de producción. Así mismo este trabajo del cambio y búsqueda de carros son directamente en contacto con la zona con mayor cantidad de humedad de todo el proceso, donde no es recomendable realizar mucho tiempo de actividades laborales durante el día.

Al mismo tiempo se observa en un VSM, que existen dos operaciones que son un cuello de botella dentro de la producción de la empresa, que son el decorado y el embolsado, mismos que por el volumen de producción realizada, no son suficientes la cantidad de operarios para cubrir esta tarea, generando así pérdidas en los productos que no se logra hacer el embolsado respectivo.

Teniendo un aproximado de desperdicios y productos no decorados y no embolsados de un total aproximado de 1 a 2 carritos de producción desperdiciados, mismos que son producto perdido, ya que llega a endurecerse los productos muy rápido si no es embolsado, por el tema elaboración desde la receta, o la crema o aditivos de decoración se secan al ambiente.

Por lo que la cantidad de producto perdido, suele ser elevado si se toma en cuenta la producción mensual.

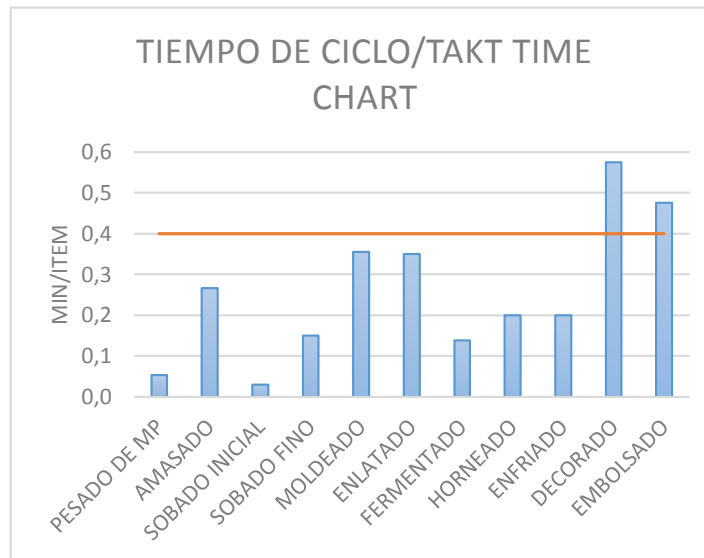
Diagrama 5
Mapeo de cadena de valor Actual.



Fuente: Elaboración por toma de datos observación directa (App SimVSM).

El siguiente mapa de cadena de valor nos ayuda a tener los datos relevantes del takt-time y lead time, mismos que sirve para respaldar el problema, mostrando que las operaciones cuello de botella son el decorado y embolsado, que no cumplen con el takt-time requerido por el ritmo de producción de la demanda.

Grafico 23
Línea de Takt Time

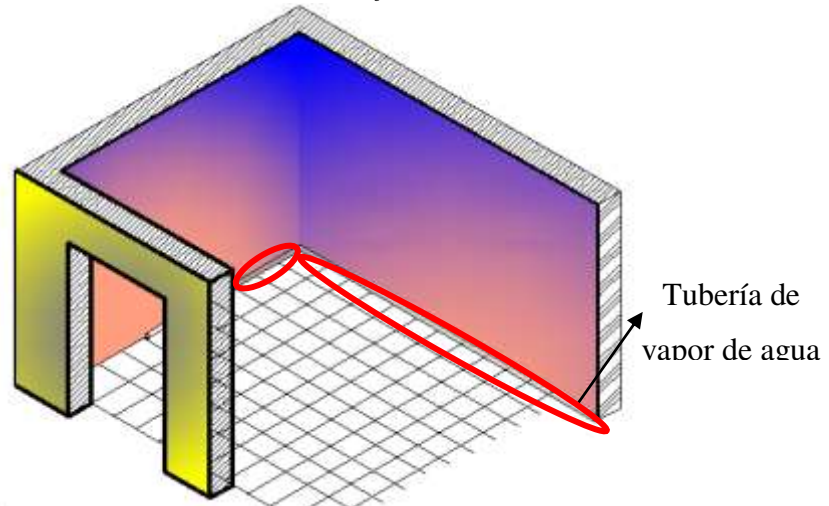


FUENTE: Elaboración por toma de datos observación directa (App SimVSM).

Por lo que se puede observar, que las operaciones que requieren apoyo para cumplir con el ritmo actual de producción, son el decorado de producción y el embolsado.

A su vez se aprecia el diseño de la cámara de fermentación, en el cual se puede observar por qué se realiza el cambio de posición de las latas. Al tener un sistema de fermentado donde el vapor de agua es dispersado por una tubería que se encuentra situada en la parte inferior de la cámara de fermentación, por lo que al no estar completamente sellada la cámara de fermentación debido a que se ingresa recurrentemente a la cámara y al mismo tiempo las puertas no son completamente herméticas, la temperatura con la que es expulsado el vapor de agua, va perdiendo temperatura a medida que va ascendiendo el vapor de agua, por lo que es inminente el cambio de latas dentro de los carritos que transportan los productos.

Imagen 2
Diseño actual de la cámara de fermentación



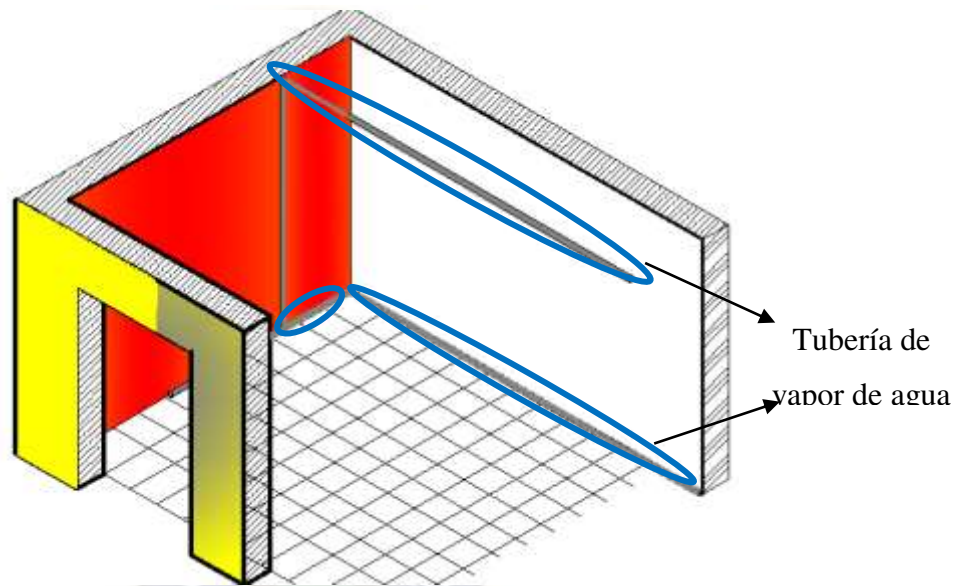
Fuente: Observación de proceso de la empresa



7.2.2. MÉTODO DE TRABAJO PROPUESTO

Al ser el área de fermentado, el área con mayor discomfort térmico de toda la empresa, por la alta presencia de humedad, y al mismo tiempo generar el cambio de latas de producto descrito en la Imagen 1, se tiene el siguiente diseño de cámara de fermentación.

Imagen 3
Diseño propuesto de la cámara de fermentación



Fuente: Elaboración a partir de la propuesta de ampliación de tubería de vapor de agua.

Lo propuesto en la Imagen 3, es una extensión de la tubería de vapor de agua por la parte del techo de la cámara de fermentación, mismo que proporcionara vapor de agua a la misma temperatura de salida que la tubería que se encuentra en el piso, por tanto, las latas/bandejas de productos dentro de los carritos de transportado de los productos no necesitaran ser cambiados constantemente de posición como se indicó en la Imagen 1.

De tal modo, no será necesario que los operarios encargados del área de fermentado ingresen de manera muy seguida dentro de la cámara de fermentación, exceptuando el instante en el que los operarios ingresen por primera los productos para su fermentación.

De tal modo, que el tiempo descrito con ayuda de las Tablas 51 y 52, con un total de:

$$\bar{t}_{total\ de\ cambio} = 6,96 \pm 0,30 \text{ (hr/día)}$$

Podrá ser utilizado por los operarios encargados de la cámara de fermentación para apoyar en las operaciones de decorado y embolsado, que son los actuales cuellos de botella dentro del proceso de producción.

Por lo que tomando en cuenta la cantidad aprox., de productos que son desperdicios en el proceso de decorado y embolsado, son 1,67 carros de producción equivalente a unos 50 paquetes de productos, el tiempo que se requeriría para realizar el apoyo necesario en las áreas mencionadas por el encargado de la cámara de fermentación, en lugar de realizar el cambio de posición de las latas, sería un total de:

$$\bar{t}_{apoyo} = \mathbf{Cant.Total} * \frac{\bar{t}_{Ciclo Decorado} + \bar{t}_{Ciclo Embolsado}}{\mathbf{Unidades x Ciclo}}$$

$$\bar{t}_{apoyo} = \mathbf{50unidades} * \frac{\mathbf{1,35 min} + \mathbf{1,95 min}}{\mathbf{1 unidades}}$$

$$\bar{t}_{apoyo} = \mathbf{165 min.} \quad \rightarrow \quad \bar{t}_{apoyo} = \mathbf{2,75 horas.}$$

De este modo se reducen los productos desperdiciados en las mencionadas áreas, por falta de mano de obra, al mismo tiempo se reduce el impacto de las condiciones de discomfort térmico para los operarios encargados de la cámara de fermentación y horneado.

7.3.RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

En base a los resultados obtenidos en la medición de las áreas de trabajo la cuales presentan sobrecarga térmica por calor en el ambiente de producción de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, se puede observar que las áreas 2, 3, interior de la cámara de fermentación y trabajo en contacto con los carritos recién salidos del horno tienen los regímenes *ft* de trabajo-descanso, por otra parte el área 1 que es la más crítica ya que requiere que se le habilite una zona de descanso más fresca, ya que en la actual zona de descanso improvisado la sobrecarga térmica por calor es tan alta que ni siquiera con un régimen *ft* de trabajo-descanso se puede ofrecer seguridad a los operarios que desarrollan sus actividades en esta área.

Se recopila la información de las diferentes áreas para tener la interpretación de los resultados correspondientes en la siguiente Tabla:

Tabla 72
Resultados de mediciones térmicas

RESULTADOS DE MEDICIONES TÉRMICAS Y CONSUMO METABÓLICO					
ÁREA	Temperatura °C	Humedad %	Consumo Metabólico (Kcal/Hr)	Esta dentro de los límites WBGT	Requiere cálculo de régimen <i>ft</i>
Área de Horneado	34,97	29,22	277,85	NO	SI
Área de Enfriado	32,96	26,97	280,00	NO	SI
Área de Procesamiento	26,59	40,04	204,73	NO	SI
Área de almacén de carritos.	22,38	26,90	217,28	SI	NO
Cámara de Fermentación	48,99	94,71	300,00	NO	SI

Fuente: Elaboración en base a cálculo de índices WBGT

Ya teniendo los valores de las áreas, se observa que la única área de trabajo el cual no requiere el cálculo del régimen *ft* es el área 4, mismo que no presenta mucha humedad, y al mismo tiempo la temperatura y el consumo metabólico están dentro de los parámetros que pueden soportar los operarios en su ambiente laboral.

Así mismo se procede al cálculo del régimen *ft* de las demás áreas de trabajo, por lo tanto en el siguiente cuadro resumen se tienen los valores requerido para el cálculo y obtención de los regímenes trabajo-descanso.

Tabla 73
Resultados de cálculo régimen *ft* trabajo-descanso

RESULTADO DE RÉGIMEN <i>ft</i> TRABAJO DESCANSO					
ÁREA DE TRABAJO	Valores para Calculo Régimen Trabajo-Descanso				<i>ft</i> (min/hr)
	A	B	C	D	
Área de Horneado	33	34,76	34,97	28	∅
Área de Enfriado	33	22,38	32,96	28	40,9
Área de Procesamiento	33	26,75	26,59	26	54,8
Cámara de fermentación	33	22,38	48,99	28	20,2

Fuente: Elaboración a partir de cálculos de tiempo régimen *ft* de las áreas de trabajo afectadas.

Tabla 74
Valores de régimen *ft* trabajo descanso

VALORES DE RÉGIMEN <i>ft</i>			
ÁREA DE TRABAJO	<i>ft</i> (min/hr)	Tiempo de Trabajo (min/hr)	Tiempo de Descanso(min/hr)
Área de Horneado	∅	-	-
Área de Enfriado	40,9	40,9	19,1
Área de Procesamiento	54,8	54,8	5,2
Cámara de fermentación	20,2	20,2	39,8

Fuente: Elaboración a partir de cálculos de tiempo régimen *ft* de las áreas de trabajo.

Por lo que se puede observar en la situación actual del área de trabajo 1 que es el área de horneado, la sobrecarga térmica por calor es tan alta que requiere que se tenga un área de descanso mucho más fresca ya que con la actual exposición al calor que tienen los operarios de esta área tiene un riesgo bastante alto de tener enfermedades o secuelas a largo plazo en su salud.

Con respecto al área de trabajo 2 que es el área de enfriado, para minimizar los riesgos a la salud de los operarios por la exposición a una sobrecarga térmica por calor, se requiere que por cada hora tengan un tiempo de trabajo de 40,9 minutos teniendo así un tiempo de descanso e hidratación igual a 19,1 minutos.

De igual manera en el área 3 de trabajo, área de procesado, los operarios por cada hora, deben de desarrollar sus actividades por un periodo de tiempo igual a 54,8 minutos y tener acceso a un tiempo de descanso e hidratación de 5,2 minutos.

Para el trabajo desarrollado dentro de la cámara de fermentación se puede observar que el tiempo de trabajo en minutos/hora es de 20,2 minutos de trabajo y 39,8 minutos de descanso, esto debido que tanto como la temperatura y la presencia de humedad dentro de la cámara de fermentación son bastante elevados (ver Anexo 5), por lo que el tiempo de descanso y respectiva hidratación debe de ser considerable, a su vez se considera para el área de la cámara de fermentación la adición de la tubería en la parte del techo para evitar la exposición constante de los operarios.

De las 4 áreas analizadas, se observa que las áreas con un riesgo más alto son el área 1 (área donde se encuentran los hornos en funcionamiento), interior de la cámara de fermentación y el trabajo en contacto con los carritos recién salidos del horno, mismas que deben de presentar especial cuidado, ya que los operarios más cercanos a estas áreas tiene un riesgo elevado de presentar complicación con su salud a corto y largo plazo, no solo por las condiciones térmicas en las cuales desarrollan sus labores, sino también por el desgaste físico o consumo metabólico que tienen en este área, ya que en todos los casos las labores son de tipo pesado por el transporte de lugar de los carritos de productos.

Por otra parte realizando el análisis del área de trabajo en la zona con mayor discomfort térmico y que presenta mayor cantidad de humedad que es el interior de la cámara de fermentación, podemos observar por medio de las Tablas 48 y 49, que nos ayudan al cálculo del tiempo perdido en una tarea innecesaria de **6,96 ± 0,30 (hr/día)** que es el cambio de posición de las latas/bandejas de producción, representa en gran magnitud un riesgo para la salud de los operarios implicados dentro de ese área de trabajo, ya que los operarios están expuestos a una alta temperatura y a su vez a una humedad de **94,71 ± 0,16%**.

Al mismo tiempo bajo esta misma situación, se observa que el trabajo en las operación del decorado y embolsado necesitan apoyo de mano de obra, debido a que le actual Tack Time tiene un ritmo de producción de 0,4(min/unid), y lo calculado en el Diagrama 6, nos muestra que ambas operaciones mencionadas, decorado y embolsado, tienen un tiempo de ciclo mayor al tack time.

De tal modo si se equipa la cámara de fermentación, con la tubería de vapor de agua, en la parte del techo, se podrá dar solución al cambio de posición de latas/bandejas, evitando que los operarios este en constante contacto con el área con mayor calor y humedad de todo el proceso de producción y a su vez se podrá aprovechar el tiempo que demoraban en realizar dichos cambios, en realizar el apoyo en las áreas de decorado y embolsado para evitar pérdidas en la producción.

Realizando la misma interpretación que se realizó con WBGT, ahora se recopilan los valores de *ISC* y *Texp*, para poder realizar la comparación de valores obtenidos entre ambos métodos cálculos.

Tabla 75
Valores de E_{req} , E_{max} , ISC

Área de trabajo	E_{req}				E_{max}	ISC
	\bar{M}	$\pm\bar{R}$	$\pm\bar{C}$	\bar{E}_{req}		
Área de Horneado	277,85	36,22	4,76	318,83	183,06	174,16%
Área de Enfriado	280,00	-22,51	-28,48	229,00	184,43	124,16%
Área de Procesado	348,74	-78,46	-34,51	235,76	194,89	120,97%
Cámara de Fermentación	300,00	-12,39	-8,56	279,06	76,96	362,61%

Fuente: Elaboración en base al cálculo de ISC para cada área de trabajo

Como se puede observar los valores de todos los valores de ISC dentro de las áreas de trabajo de mayor riesgo, son superiores al 100%, mismo que representa que, por ejemplo en el caso del área de enfriado, se aprecia un valor de ISC de 124,16%, por lo que indica que los operarios expuestos a esa sobrecarga térmica, están sobre pasando por un 24,16% su capacidad de evaporación máxima de sudor para mantener un equilibrio térmico dentro de su organismo.

Para tener una medida de prevención, se realizó el cálculo de T_{exp} , con los siguientes valores:

Tabla 76
Datos de T_{exp} por área de trabajo

Área de trabajo	E_{req}	E_{max}	T_{exp} (min/hora)
Área de Horneado	318,83	183,06	17,97
Área de Enfriado	229,00	184,43	54,75
Área de Procesado	235,76	194,89	59,69
Cámara de Fermentación	279,06	76,96	12,07

Fuente: Elaboración en base al cálculo de T_{exp} para cada área de trabajo

Obteniendo un valor similar al ft que fue realizado por el cálculo de $WBGT$, que de igual manera no presenta el tiempo de exposición al ambiente de sobrecarga térmica expresado en minutos por cada hora de trabajo.

Realizando una Tabla comparativa entre los valores de ISC con $WBGT$ y T_{exp} con ft , se obtiene:

Tabla 77

Tabla Comparativa entre ISC, WBGT, Texp y Ft

Área de trabajo	<i>Texp</i>	<i>Ft</i>	ISC	WBGT
Área de Horneado	17,97	-	174,16%	NO
Área de Enfriado	54,75	40,90	124,16%	NO
Área de Procesado	59,69	54,80	120,97%	NO
Cámara de Fermentación	12,07	20,20	362,61%	NO

Fuente: Elaboración en base a cálculos de *ISC, WBGT, Texp, ft*

Como se puede observar, ya sea por un método de medición, WBGT o ISC, los parámetros conducen a un mismo resultado, que en estas 4 áreas de trabajo la sobrecarga térmica por calor está presente, dentro de parámetros que representan un riesgo para la salud de los operarios.

Para el área de procesado, el índice WBGT (Tabla 72), refleja que el ambiente NO se encuentra dentro de un rango aceptable para él operario, por otra parte, el valor del ISC indica de igual manera que los operarios tienen un 20,97% por encima de evaporación máxima de sudor para mantener un equilibrio térmico dentro de su organismo, por lo que está expuesto a condiciones de sobrecarga térmica que presenta riesgos para su salud. De igual manera, para los valores de tiempo de exposición al ambiente térmico, se obtuvieron valores muy próximos, que difieren por las instancias de medición de temperatura, y precisión del equipo con el cual se realizaron las mediciones, dando un valor de Tiempo de exposición (*Texp*) 59,69 min/hr esto por el método de medición del ISC y por otra parte, un valor de exposición (*ft*) de 54,80 min/hr.

8. MÉTODOS PROPUESTOS DE CONTROL DE SOBRECARGA TÉRMICA

El método de trabajo que se propone, con la ampliación de la tubería que transporta el vapor de agua a la cámara de fermentación, consiste en que uno de los 2 operarios que están en esa área, en lugar de realizar el cambio de posición de latas en los carros que ingresan a la cámara de fermentación como se aprecia en la imagen 1, el operario seleccionado, tendrá que realizar el apoyo respectivo a una de las áreas que presenta un evidente retraso dentro del desarrollo de sus funciones, tanto el área de decorado, como con el área de embolsado.

El motivo principal, del porque se propone este cambio es debido a que actualmente los operarios del área de la cámara de fermentación suelen alejarse de su área de trabajo, debido al intenso calor y la cantidad de humedad de la cámara de fermentación, justificando los operarios su ausencia de su área de trabajo colaborando con áreas de trabajo como el enlatado de productos previos a ingreso de cámara de fermentación, o moldeado/enlatado de la masa en proceso, esto debido a la proximidad y afinidad que existe entre los grupos de trabajo. Por lo que, la propuesta de ampliación de la tubería que transporta el vapor de agua, llegaría a evitar un total de 6,96 horas de tareas repetitivas, mismas que se emplean en el cambio de latas en ambos turnos de trabajo por día.

De este modo, al mismo tiempo que se evitará que los operarios realicen la repetitiva tarea de cambiar las latas, se evitará el mayor contacto posible de los operarios con la cámara de fermentación, y este tiempo será utilizado en el apoyo de las áreas tanto de decorado como embolsado, bajo los siguientes tiempos de producción en las áreas implicadas:

Tabla 78

Tiempos de producción de las áreas implicadas

Proceso (tiempo por 24 unidades)	Tiempo de proceso (min)	Tiempo de preparación (min)	Tiempo de ciclo (min)
Moldeado	1,86	0,14	1,9
Enlatado	0,26	0,09	0,35
Decorado	1,1	0,25	1,35
Embolsado	0,9	0,05	1,95

Fuente: Elaboración en base a observación de producción de áreas de trabajo.

Bajo los tiempos de producción actual, y la cantidad de tiempo que requieren las áreas de decorado y embolsado, se puede llegar a los tiempos de apoyo que requiere cada área de producción, sin dejar de lado el apoyo que los operarios pueden brindar a las áreas de moldeado y enlatado. Tomando en cuenta a los operarios de la cámara de fermentación, en ambos turnos llegan a ser un total de 4 operarios, 2 por turno, el tiempo total empleado por operario para realizar los cambios de latas es de:

$$t_{\text{cambio/operario}} = 6,96 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} * \frac{1 \text{ dia}}{4 \text{ operarios}}$$

$$t_{\text{cambio/operario}} = 1,74 \frac{\text{horas}}{\text{operario}} = 104 \frac{\text{minutos}}{\text{operario}}$$

Así mismo se tiene, el tiempo total requerido por las áreas de trabajo de decorado y embolsado es proporcional a su tiempo de ciclo actual, y tomando en cuenta las 2,75 horas requeridas de apoyo en las áreas, los tiempos de apoyo son:

Tabla 79
Tiempo de apoyo requerido en Decorado y Embolsado

Proceso (tiempo por 24 unidades)	Tiempo de ciclo (min)	% de tiempo de proceso	tiempo de apoyo requerido x turnos (min)
Decorado	1,35	40,91%	33,75
Embolsado	1,95	59,09%	48,75

Fuente: Elaboración en base a cálculos de tiempo de producción

Al mismo tiempo, tomando en cuenta las operaciones que reciben apoyo por parte de los operarios del área de cámara de fermentación, que son el área de moldeado y enlatado, se asigna un tiempo apoyo igual para cada área de trabajo.

Tabla 80
Tiempo de apoyo planteado para las diferentes áreas

Proceso	Tiempo de apoyo brindado (min/turno)	Operarios encargados	Momento de apoyo
Moldeado	41,25	A, C	Inicio del turno
Enlatado	41,25	B, D	Inicio del turno
Decorado	33,75	A, C	Final del turno
Embolsado	48,75	B, D	Final del turno

Fuente: Elaboración en base a tiempos de apoyo requerido

Debido a que existe una rotación constante de los operarios encargados de la cámara de fermentación, se generaliza a los operarios que apoyaran a las áreas mencionadas, siendo los operarios A y B los operarios del turno de la mañana, y los operarios C y D los operarios del turno de la tarde.

Por el desarrollo de la producción, es recomendable que el apoyo a las áreas de moldeado y enlatado, se realice a inicio del turno de trabajo, ya que es el momento donde menos apoyo requiere el área de decorado y embolsado y realizar el apoyo al área de decorado y embolsado ya por finalizar el turno de trabajo.

Tomando en cuenta los tiempos de apoyo planteados, el tiempo de apoyo total oscila entre los 75 y 90 minutos de apoyo, por lo que, ese será el tiempo donde los operarios no estarán en contacto con la sobrecarga térmica de la cámara de fermentación, así mismo se reducirá al máximo el desarrollo de sus operación dentro de la cámara de fermentación, teniendo que realizar el ingreso a la cámara solo cuando se requiere hacer el ingreso de los carritos y hacer la salida de los mismos, pudiendo realizar la organización de productos que requiere fermentación y productos que ya están listos para el ingreso a los hornos, fuera de la cámara de fermentación.

Por lo que la distribución de los operarios para un mejor control por parte del encargado de producción se plantea bajo tiempos donde se tenga siempre un responsable para la atención de la cámara de fermentación, tanto para la recepción de productos provenientes del área de enlatado, como entrega de productos al área de horneado.

Tabla 81
Cronograma de tiempos de apoyo

Proceso	Tiempo de apoyo brindado (min/turno)	Operarios	Horario estimado
Moldeado	41,25	A	6:30 - 7:45
Enlatado	41,25	B	8:00 - 8:45
Decorado	33,75	A	11:00 - 11:40
Embolsado	48,75	B	13:00 - 13:50

Fuente: Elaboración en base a tiempos de apoyo propuestos

Se redondean los tiempos a parámetros de 40, 45 y 50 minutos, para tener en cuenta también el tiempo que requieren los operarios para desplazarse al área de trabajo designada, y prepararse para realizar las tareas designadas según el área de trabajo. De este modo se asegura que los operarios, en este caso A y B, puedan realizar el apoyo correspondiente, de este modo los operarios implicados en el área de producción en la fase previa podrán a su vez realizar la hidratación requerida ya existirá apoyo constante por parte de los operarios designados, manteniendo la cámara de fermentación con atención constante, así mismo se contempla de igual forma que los operarios tienen un tiempo previsto para el almuerzo y para los del turno de la tarde, un horario para alimentación para el horario de la cena. De esta forma, el encargado de producción podrá realizar el control de producción y apoyo respectivo de los operarios.

Realizando estas variaciones al método actual de producción, el valor esperado para las áreas que representan un actual cuello de botella en la producción, aumentara su ritmo de producción evitando así los desperdicios de las áreas de decorado y embolsado, a su vez los operarios encargados de la cámara de fermentación no tendrán que realizar el ingreso constante a la cámara de fermentación.

Por lo que los resultados esperados son altamente positivos producto de la primera medición de sobrecarga térmica, tomando como base el Índice de Sobrecarga Calórica *ISC* y *Treq*.

Tabla 82

Resultados esperados bajo la propuesta de mejora

Proceso	Producción Actual (unid/turno)	Producción Esperada (unid/turno)	Exposición actual a Sobrecarga Térmica	Reducción a exposición de Sobrecarga Térmica
Cámara de Fermentación	No varia su ritmo de producción	No varia su ritmo de producción	6,96 horas en total por cambio de latas	Ingreso a cámara de Fermentación solo por tareas necesarias
Decorado Embolsado	155	200	No presenta exposición a Sobrecarga Térmica	No presenta exposición a Sobrecarga Térmica

Fuente: Elaboración en base a datos actuales de ISC y producción vs. Cálculos de propuesta de mejora.

Como se puede apreciar, los resultados generan amplios beneficios con respecto a la salud de los operarios, debido a que no estarán expuestos de una manera tan frecuente al ISC de una manera tan prolongada, de igual forma en el ritmo de producción, evitando los desperdicios de las áreas de decorado y embolsado, se logra incrementar la cantidad de producción, misma que evita que la empresa pague horas extra para realizar mayor producción y evita mermas en todas las áreas de trabajo.

9. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Dentro de la evaluación económica de la propuesta planteada, se realizará una evaluación sin tomar en cuenta un financiamiento externo, debido a que los valores para una ampliación leve de la estructura de las tuberías dentro de la cámara de fermentación son costos muy bajos que la empresa puede cubrir.

Al mismo tiempo al realizar la implementación de la expansión del sistema de tubería de vapor de agua para la cámara de fermentación, los operarios implícitos dentro de ese área de trabajo ya no tendrán que realizar los cambios de posición de las latas, por lo que podrán realizar el apoyo a las áreas de embolsado y decorado, de este modo se evitará las mermas que se generan en esas áreas de trabajo, siendo un aproximado de 50 paquetes de productos que se llegan a desperdiciar en un total de 3 días.

Por lo que, para la instalación de la tubería de vapor de agua, dentro de la cámara de fermentación se requieren un total de 30 metros de tubería metálica, y accesorios metálicos de conexión para realizar la expansión del sistema de tubería. Además que dentro de esta descripción de costos, se contempla el costo de instalación de la tubería, donde los valores del costo de los materiales se encuentran en una proforma que detalla el valor de los materiales (ver Anexo 6).

Al mismo tiempo para los gastos de producción variables se toma en cuenta el valor de los envases para el embolsado de producto, mismo que al tratarse de producción extra, no se tienen contemplado dentro de los materiales actuales con los que cuenta la empresa.

De igual forma para los costos de fabricación, se toma en cuenta la proporcionalidad de la producción extra a elaborar, con respecto a la producción actual, para atribuirle con costo de fabricación fijo con respecto a los servicios básicos de la empresa.

Por lo que se tiene la siguiente planilla para la inversión de la ampliación.

Se realiza una evaluación por costos debido a que los ingresos por la recuperación de mermas, no es tan relevante para la toma de decisión, siendo un ingreso no significativo, por lo que, se realiza una evaluación de costos por un periodo de 3 meses.

Tabla 83

Evaluación Económica por costos de la empresa, sin propuesta de ampliación de tubería de cámara de Fermentación

Flujo de Caja sin Proyecto				
MES	0	1	2	3
Cantidad producida		9.950,00	9.950,00	9.950,00
Costos de producción por unidad		2,45	2,45	2,45
TOTAL DE INGRESOS		0,0	0,0	0,0
Costos Variables		24.377,5	24.377,5	24.377,5
Costos de fabricación fijos		5.500,0	5.500,0	5.500,0
TOTAL DE COSTOS		29.877,5	29.877,5	29.877,5
Utilidad antes de impuestos		-29.877,5	-29.877,5	-29.877,5
UTILIDAD NETA		-29.877,5	-29.877,5	-29.877,5
Inversión de ampliación				
FLUJO DE CAJA	0,0	-29.877,5	-29.877,5	-29.877,5

Fuente: Elaboración a partir de costos de fabricación en condiciones actuales.

Tabla 84

Indicadores de Evaluación económica de la empresa sin proyecto

Indicador	VAC	CAE	ICE	CIP
Valor	Bs. 68.217	Bs. 13.592,39	Bs. 1,44	Bs. 3,00

Fuente: Elaboración a partir de valores de costos de fabricación evaluados a 3 meses

Realizando los cálculos de la evaluación de costos tomando en cuenta la ampliación de la tubería de vapor de agua para la cámara de fermentación, se obtiene:

Tabla 85

Evaluación Económica por costos de la empresa, con propuesta de ampliación de tubería de cámara de Fermentación

Propuesta de Ampliación				
MES	0	1	2	3
Cantidad producida		9.950,00	9.950,00	9.950,00
Costos de producción por unidad		2,3	2,3	2,3
TOTAL DE INGRESOS		0,0	0,0	0,0
Costos Variables		22.885,0	22.885,0	22.885,0
Costos de Fabricación Fijos		5.500,0	5.500,0	5.500,0
TOTAL DE COSTOS		28.385,0	28.385,0	28.385,0
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		-28.385,0	-28.385,0	-28.385,0
UTILIDAD NETA		-28.385,0	-28.385,0	-28.385,0
Inversión de Ampliación	-1.850,0			
FLUJO DE CAJA	-1.850,0	-28.385,0	-28.385,0	-28.385,0

Fuente: elaboración a partir de costos de producción bajo nueva distribución de operarios

Tabla 86

Indicadores de Evaluación económica de la propuesta

Indicador	VAC	CAE	ICE	CIP
Valor	Bs. 66.659	Bs. 13.282,01	Bs. 1,33	Bs. 2,93

Fuente: Elaboración en base a nueva distribución de operarios.

Tabla 87

Comparación de indicadores de evaluación del estado actual y con proyecto

Indicadores	VAC	CAE	ICE	CIP
Valor actual	Bs. 68.217	Bs. 13.592,39	Bs. 1,44	Bs. 3,00
Valor con proyecto	Bs. 66.659	Bs. 13.282,01	Bs. 1,33	Bs. 2,93

Fuente: Elaboración en base a resultados de evaluación de costos

Por lo que se puede observar, el valor del Valor Actual de Costos, Costo Anual Equivalente, Índice Costo Eficiencia y el costo incremental promedio, son menores en nuestra evaluación de producción con proyecto, por lo que bajo la situación actual de la empresa, la propuesta de ampliación de la cámara de fermentación es factible para su implementación.



10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. CONCLUSIONES

Primero: Se estableció que la Industria Panificadora “El Pan Casero”, no cuenta con ningún tipo de control de seguridad, presentando condiciones laborales no favorables para la salud de los operarios del área de producción.

Segunda: Se identificaron las causas que generan una zona de estrés térmico o sobrecarga térmica dentro del área operativa, al mismo tiempo se tiene el desglose de las áreas más vulnerables a la sobrecarga térmica por calor donde las áreas de moldeado, enlatado, fermentado, horneado y enfriado son las áreas que presentan riesgos de gravedad alta o riesgos de gravedad severa.

Tercero: Se evalúa y plantea el régimen *ft* tiempo de trabajo-descanso, según indica la norma NTP 322, Valoración del riesgo de estrés térmico, índice WBGT, y al mismo tiempo recomendando la adecuación del área óptima de descanso e hidratación para los operarios, para que los operarios tengan pausas activas y reposición de los electrolitos que perdieron por medio de la sudoración. Por medio del planteamiento del régimen trabajo descanso, se prevé contribuir a tener una mayor eficacia del operario y mejorar la productividad, calidad de trabajo y al mismo tiempo minimizar los daños a la salud.

Cuarto: La implementación de una tubería en la parte del techo de la cámara de fermentación, evita que los operarios estén en constante exposición a altos parámetros de humedad y temperatura, y a su vez evitando esta tarea repetitiva que es el cambio de posición de latas, otorgamos un periodo de pausa ante la exposición inevitable de los operarios a la cámara de fermentación, brindando un descanso a las condiciones de discomfort térmico.

10.2. RECOMENDACIONES

Primera: Al tener la respuesta de las encuestas donde el 100% de los operarios no tiene conocimiento de los riesgos que tiene al trabajar en una zona de sobrecarga térmica, se recomienda tener una capacitación dirigida al personal de la Industria Panificadora “El Pan Casero”, para concientizar a los operarios sobre el riesgo a la salud que tiene el trabajar en zonas de sobrecarga o estrés térmico.

Segunda: Se recomienda implementar el régimen *ft* de tiempo trabajo-descanso, misma que puede tener pausas activas donde el operario pueda minimizar el agotamiento a causa de la exposición constante a temperaturas elevadas.

Tercera: Al tratarse de la salud de los operarios, se recomienda realizar mediciones constantes, de las condiciones térmicas a la cual los operarios se encuentran desarrollando sus actividades, esto debido a que con la actual propuesta de mejora, para una futura medición, los valores a los cuales los operarios se encontraran expuestos variará según el tiempo al que estén expuestos en sus labores.

Por lo que se recomienda adquirir los servicios del Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional I.N.S.O. o de Instituto Nacional Universitario en Salud Industrial y Salud Ocupacional I.N.U.I.S.I.S.O. para el registro de las condiciones térmicas, debido a que los equipos con los que se realiza las mediciones, registran las variaciones de temperatura por medio de un software, al mismo tiempo que los equipos deben estar calibrados y certificados para una toma de datos confiable, pudiendo de este modo reducir el impacto negativo del ambiente térmico que se presente en ambientes de la empresa. Siguiendo los mismos pasos de la presente mejora para realizar una retroalimentación constante y no descuidar los parámetros ya evaluados.

Por lo que se recomienda seguir los siguientes pasos, para una posterior evaluación:

- ❖ Evaluación de áreas de riesgos mediante matriz IPER.
- ❖ Registro de tiempos de permanencia de los operarios en las áreas de trabajo con riesgo.
- ❖ Toma de temperatura de bulbo seco, bulbo húmedo y temperatura de globo de los ambientes que fueron identificados como riesgosos.
- ❖ Realizar el cálculo del ISC y Texp, para determinar tanto el Índice de sobrecarga Térmica y el tiempo máximo de permanencia de los operarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre , F., & Vallejos, C. (2012). Factores de Riesgo Laboral.
- Arias, W. (2012). REVISIÓN HISTÓRICA DE LA SALUD OCUPACIONAL Y LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.
- Badía, R. (1985). Salud Ocupacional y Riesgo Laboral.
- Cañada Clé, J., Díaz Olivares, I., Medina Chamorro, J., Puebla Hernánz, M. A., & Simon Mata, J. (s.f.). *Manual para el profesor de SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- CDC. (08 de septiembre de 2017). *Calor extremo*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/es/disasters/extremeheat/index.html>
- Cujar-Vertel, A., & Julio-Espitia, G. (2016). Evaluacion de condiciones Térmicas ambientales del area de producción de una panaderia en Cereté. *Ingeniería y Tecnología*, 332-343.
- Ecoaire. (s/f). *Tecningeneria*. Obtenido de <https://irp-cdn.multiscreensite.com/c50ec331/files/uploaded/extractores-eolicos.pdf>
- Falagán, M. (2000). *Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales*.
- Fernandez, C., Hernandez, R., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación, 6ta edicion*. Mexico.
- FLC, F. (2015). Buenas Practicas para la Prevención de riesgos laborales.
- Goelzer, B., & Van Der Haar, R. (2001). *La Higiene Ocupacional en America Latina*. Washington D.C.
- Gonzalez, J., & Coyle, E. (s/f). Efectos Fisiologicos de la Deshidratacion.
- Henao, F. (2008). *Riesgos Fisicos, Temperaturas Extremas y Ventilacion*. Bogota.
- Hernández Sampieri, Roberto. (1997). *Metodologia de la Investigación*. Colombia.

- Herrick, R. (1998). Higiene Industrial. En *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Madrid.
- INSHT. (s/f). *Calor y Trabajo, Prevención de Riesgos Laborales Debido al Estrés Térmico por Calor*. España.
- INSSBT. (2017). Fundamentos para la Prevención de Riesgos Laborales.
- ISSL. (s/f). Obtenido de [http://www.carm.es/web/Blob?ARCHIVO=FD39.pdf&TABLA=ARCHIVOS&CAMPOCLAVE=IDARCHIVO&VALORCLAVE=40470&CAMPOIMAGEN=ARCHIVO&IDTIPO=60&RASTRO=c721\\$m4580,9781](http://www.carm.es/web/Blob?ARCHIVO=FD39.pdf&TABLA=ARCHIVOS&CAMPOCLAVE=IDARCHIVO&VALORCLAVE=40470&CAMPOIMAGEN=ARCHIVO&IDTIPO=60&RASTRO=c721$m4580,9781)
- ISTAS. (2014). *Guía para la Prevención del Estrés Térmico para Delegados de Prevención*.
- ISTAS. (2017). Exposición Laboral a Estrés Térmico por Calor y sus Efectos en la Salud.
- Kayser, B. (2007). Higiene y Seguridad Industrial.
- Kirchner, R. (s/f). Determinación del Índice de Estrés Térmico WBGT.
- La Seguridad Industrial Fundamentos y Aplicaciones*. (s/f).
- Lawrence, A. (1998). *Aclimatación al Calor*. Obtenido de <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/aclimatacion-al-calor-147>
- LeGrande, D. (1998). Servicios Públicos y Estatales. En *Enciclopedia de Salud en el Trabajo*. Madrid.
- Luciani, R. (2007). Trastornos de la Temperatura Corporal.
- Mancera Fernández, M., Mancera Ruiz, M. T., Mancera Ruiz, M. R., & Mancera Ruiz, J. R. (2012). *SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL "Gestión de Riesgos"*. Colombia: Alfaomega.
- Norma OHSAS 18001. (s.f.). Norma OHSAS 18001.
- NTP 18. (1982). Estrés Térmico. Evaluación de las Exposiciones muy Intensas.

- NTP 322. (1991). Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.
- NTP 922. (2011). Norma Técnica de Prevención 922. *Estres Termico y Sobre Carga Termica: Evaluacion de Riesgos*.
- OIT, O. (2014). Guía de 5 Pasos para empleadores, trabajadores y sus representantes sobre la realización de evaluaciones de riesgos en el lugar de trabajo.
- Ordoñez, J. (2014). La Seguridad e Higiene Industrial y el Aumento de la Productividad en los Centros de Trabajo.
- Pantoja, J., Vera, S., & Aviles, T. (2017). Riesgos Laborales en las Empresas.
- PCET-MALUR. (2011). *Manual Básico en Salud, Seguridad y Medio Ambiente de Trabajo*. Uruguay.
- Piñeiro, S., Martínez, J., & Rodríguez, J. (2004). Golpe de Calor.
- VOGT, JJ. (1998). Calor y Frio Capitulo 42. En *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo OIT*. Madrid.

ANEXOS

ANEXO 1: EVALUACIÓN DE MATRIZ IPER

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS

EMPRESA:	INDUSTRIA PANIFICADORA "EL PAN CASERO"
----------	----------------------------------------

OBJETIVO:	REDUCIR EL IMPACTO POR SOBRECARGA TERMICA POR CALOR, EN EL AREA DE PRODUCCION DE LA INDUSTRIA PANIFICADORA "EL PAN CASERO"
-----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

AREA:	PANIFICACION EN GRAL.
-------	-----------------------

	PROCESO	ACTIVIDAD (Rutinaria- No Rutinaria)	N° TRABAJADORES	PELIGROS	INCIDENTES POTENCIALES	MEDIDAS DE CONTROL	EVALUACION DE RIESGOS					
				FUENTE, SITUACION			SEGURIDAD			HIGIENE OCUPACIONAL		
							Probabilidad (P)	Severidad (S)	Evaluacion del Riesgo	Nivel de Riesgo	Existe Evaluacion de Riesgo	Nivel de Riesgo
1	PESADO	Rutinaria	2	Movimiento repetitivo - Agente Ergonómico	Exposición a Movimiento repetitivo -Agente Ergonómico	No tiene medidas de control	4	3	12	Riesgo Bajo	NO	
2	AMASADO	Rutinaria	4	Manejo manual de carga - Agente Ergonómico	Exposición a Manejo manual de carga - Agente Ergonómico	No tiene medidas de control	1	3	3	Riesgo Bajo	NO	
3	SOBADO	Rutinaria	4	Manejo manual de carga - Agente Ergonómico	Exposición a Manejo manual de carga - Agente Ergonómico	No tiene medidas de control	6	4	24	Riesgo Moderado	NO	
4	MOLDEADO	Rutinaria	4	Calor	Exposición a Calor	No tiene medidas de control	6	5	30	Riesgo Moderado	NO	
5	ENLATADO	Rutinaria	4	Calor	Exposición a Calor	No tiene medidas de control	8	4	32	Riesgo Importante	NO	

6	FERMENTADO	Rutinaria	2	Calor	Exposición a Calor	No tiene medidas de control	9	4	36	Riesgo Importante	NO	
7	HORNEADO	Rutinaria	2	Calor	Exposición a Calor	No tiene medidas de control	8	6	48	Riesgo Importante	NO	
8	ENFRIADO	Rutinaria	0	Calor	Exposición a Calor	No tiene medidas de control	9	5	45	Riesgo Importante	NO	
9	DECORADO	Rutinaria	4	Movimiento repetitivo -Agente Ergonómico	Exposición a Movimiento repetitivo -Agente Ergonómico	No tiene medidas de control	3	3	9	Riesgo Bajo	NO	
10	EMBOLSADO	Rutinaria	2	Movimiento repetitivo -Agente Ergonómico	Exposición a Movimiento repetitivo -Agente Ergonómico	No tiene medidas de control	3	4	12	Riesgo Bajo	NO	
11	ALMACENADO	Rutinaria	2	Movimiento repetitivo -Agente Ergonómico	Exposición a Movimiento repetitivo -Agente Ergonómico	No tiene medidas de control	2	6	12	Riesgo Bajo	NO	

Fuente: Elaboración en base a (OIT, 2014)

ANEXO 2: ENCUESTA PARA OPERARIOS

ENCUESTA PARA LOS OPERARIOS DE LA INDUSTRIA PANIFICADORA "EL PAN CASERO"

GENERO: (M) <input type="text"/> (F) <input type="text"/>		EDAD: <input type="text"/>	
ESTATURA (m): <input type="text"/>		PESO (Kg): <input type="text"/>	
CUESTIONARIO			
1. ¿Cómo considera el nivel de calor que siente en su area de trabajo?	Frio <input type="text"/>	Normal <input type="text"/>	Caluroso <input type="text"/>
2. ¿Cómo considera ud., la actividad que realiza en su puesto de trabajo?	Liviana <input type="text"/>	Normal <input type="text"/>	Pesada <input type="text"/>
3. ¿En su área de trabajo tiene acceso a puntos de hidratación?	SI <input type="text"/> NO <input type="text"/>		
4. ¿Cuánto tiempo dura su turno de trabajo?	(2-4)horas <input type="text"/>	(4-6) horas <input type="text"/>	(6-8)horas <input type="text"/>
5. ¿Cómo considera Ud., su estado actual de salud?	Malo <input type="text"/>	Regular <input type="text"/>	Bueno <input type="text"/>
6. ¿Ud., recibe medicamentos de manera seguida debido a alguna enfermedad?	SI <input type="text"/> NO <input type="text"/>		
7. ¿Ud., a sufrido alguna consecuencia en su salud por trabajar en un ambiente caluroso?	SI <input type="text"/> NO <input type="text"/>		
8. ¿Qué afección a sufrido con mayor frecuencia?	Deshidratacion <input type="text"/>	Agotamiento <input type="text"/>	Alteraciones en la Piel <input type="text"/>
9. ¿La Empresa realiza revisiones medicas constantes para prevenir riesgos en su salud?	SI <input type="text"/> NO <input type="text"/>		
10. ¿Ha recibido capacitación sobre riesgos a la salud que genera el trabajar en ambientes calurosos?	SI <input type="text"/> NO <input type="text"/>		

Fuente: Elaboración en base a resultados de matriz IPER


ANEXO 3: TABLA DE VALORES DE SENSACIONES TÉRMICAS POR CALOR

		TABLA DE VALORES DE SENSACIONES TÉRMICAS POR CALOR																	
		Temperatura del aire en grados Celsius (C)																	
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
HUMEDAD RELATIVA (%)	45	27	28	29	30	32	33	35	37	39	41	43	46	49	51	54	57	61	64
	50	27	28	29	31	33	34	36	38	41	43	46	49	52	55	58	62		
	55	28	29	30	32	34	36	38	40	43	46	48	52	55	59	62			
	60	28	29	31	33	35	37	40	42	45	48	51	55	59	63				
	65	28	30	32	34	36	39	41	44	48	51	55	59	63					
	70	29	31	33	35	38	40	43	47	50	54	58	63						
	75	29	31	34	36	39	42	46	49	53	58	62							
	80	30	32	35	38	41	44	48	52	57	61								
	85	30	33	36	39	43	47	51	55	60	65								
	90	31	34	37	41	45	49	54	58	64									
	95	31	35	38	42	47	51	57	62										
	100	32	36	40	44	49	54	60											

NIVEL DE RIESGO	ÍNDICE DE CALOR
Precaución	27 a 32
Precaución extrema	33 a 40
Peligro	41 a 53
Peligro extremo	54 ó más

Fuente: (FLC, 2015)

ANEXO 4: MANUAL DE FUNCIONAMIENTO EQUIPOS DE MEDICIÓN MULTÍMETRO PCE-EM883



PCE Americas Inc.
711 Commerce Way
Suite B
Jupiter
FL-33458
USA
From outside US: +1
Tel: (561) 320-9162
Fax: (561) 320-9176
info@pce-americas.com

PCE Instruments UK Ltd.
Units 12/13
Southpoint Business Park
Ernagh way
Hampshire / Southampton
United Kingdom, SO31 4RF
From outside UK: +44
Tel: (0) 2380 98703 0
Fax: (0) 2380 98703 9
info@pce-instruments.com

www.pce-instruments.com/english
www.pce-instruments.com

Manual Multifunctional environmental meter PCE-EM883



Version 1.1
Date of creation: 18.05.2015
Date of last change: 28.08.2020

Disponibile en: <https://www.pce-instruments.com/english/slot/2/download/5892213/manual-multifunctional-environmental-meter-pce-em-883-en-1505063.pdf>

MEDIDOR WBT HD32.2 DELTA OHM



English

Operating manual

WBT index
HD32.2



Companies / Brands of GHM

DELTA OHM
GOSSEN-LOED
HCHENROPER
JANUS
METRON
DELTA OHM
MIL.CO

www.deltaohm.com

Keep for future reference.

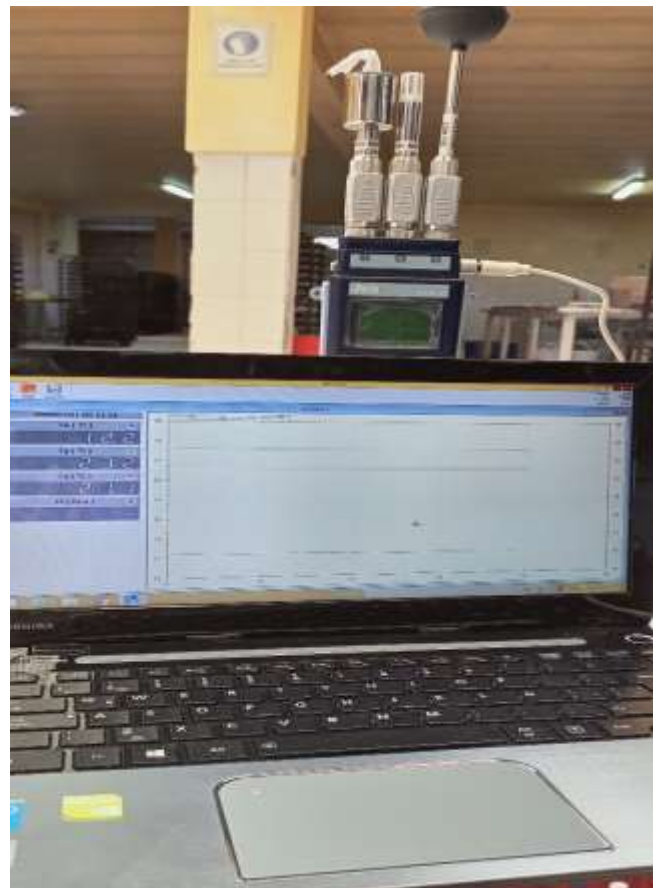
Disponible en: <https://www.kenelec.com.au/wp-content/uploads/2021/04/Delta-Ohm-HD322-322a-SpecSheet.pdf>

ANEXO 5: TABLA DE TIEMPO DE OPERACIÓN Y TIEMPO DE PREPARACIÓN

PROCESO	TIEMPO DE CICLO (min)	TIEMPO DE PREPARACIÓN (min)	TIEMPO TOTAL (min)
PESADO	3,50	0,5	4,00
AMASADO	18,00	2,00	20,00
SOBADO GRUESO	0,80	0,30	1,10
SOBADO FINO	0,80	0,00	0,80
MOLDEADO	1,86	0,14	1,90
ENLATADO	0,26	0,09	0,35
FERMENTADO	50,00	5,00	55,00
HORNEADO	15,00	0,00	15,00
ENFRIADO	90,00	0,00	90,00
DECORADO	1,10	0,25	1,35
EMBOLSADO	1,00	0,95	1,95

Fuente: Elaboración en base a observación de áreas de trabajo de la empresa

ANEXO 7: FOTOGRAFÍAS DE AMBIENTE LABORAL





Fuente: Fotografías tomadas durante el proceso de toma de datos con el equipo de medición HD32.2 DELTA OHM, a la cabeza de Ing. Ahmed Amusquivar, Ing. Mario Zenteno.

ANEXO 8: SOLICITUD DE PRÉSTAMO DE MATERIAL DE MEDICIÓN.



La Paz, 11 de noviembre de 2020

Señor:
Ing. Mario Zenteno Benítez
DIRECTOR DE I.N.U.I.S.I.S.O.
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Presente.-

REF.: SOLICITUD DE PRÉSTAMO DE EQUIPOS DE MEDICIÓN

Distinguido Ingeniero:

Por medio de la presente me dirijo a su autoridad para poder solicitar muy respetuosamente pueda facilitarme el préstamo de equipos de medición para la toma de datos, para la elaboración de mi proyecto de grado en la Industria Panificadora "El Pan Casero".

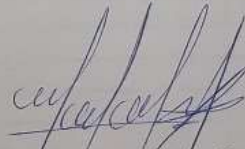
Los equipos que solicito por recomendación de mi sr. Tutor Ing. Ahmed Amusquivar, para el desarrollo de mi proyecto de grado son:

- ❖ Multímetro.
- ❖ Medidor de Estrés Térmico.

Por motivos de tomar mediciones en diferentes horarios de trabajo, solicito se me pueda realizar el préstamo de los equipos de medición por un lapso de tiempo de 24 horas.

Sin otro particular y la espera de una respuesta favorable me despido de su autoridad con las consideraciones más distinguidas.

Atte.:


Univ. Miguel Leonardo Vargas Laura
C.I.: 6995723 L.P.
RU: 1679356