



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO EN EL ÁREA DE HORNOS INDUSTRIALES PARA EL  
MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA, EN LA INDUSTRIA PANIFICADORA LA MODERNA**

**Marvin Alfredo Sicá Pérez**

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, julio de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO EN EL ÁREA DE HORNOS INDUSTRIALES PARA EL  
MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA, EN LA INDUSTRIA PANIFICADORA LA MODERNA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MARVIN ALFREDO SICÁ PÉREZ**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
EXAMINADORA	Inga. Martha Guisela Gaitán Garavito
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO EN EL ÁREA DE HORNOS INDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA, EN LA INDUSTRIA PANIFICADORA LA MODERNA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 9 de enero de 2015.



**Marvin Alfredo Sicá Pérez**

Guatemala, 9 de septiembre de 2015

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Ingeniero Urquizú:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para manifestarle que he asesorado el trabajo de graduación titulado **"ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO EN EL ÁREA DE HORNOS INDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA, EN LA INDUSTRIA PANIFICADORA LA MODERNA"** elaborado por el estudiante de la carrera de ingeniería mecánica industrial Marvin Alfredo Sicá Pérez con número de carné 2008-19410, el cual encuentro satisfactorio y por tal razón lo apruebo, por lo que le solicito continuar con el trámite respectivo.

Sin otro particular, atentamente,




*Carlos Humberto Pérez Rodríguez*  
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL  
Colegiado 3071

Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegiado No. 3071  
Asesor de Tesis



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO EN EL ÁREA DE HORNOS INDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA, EN LA INDUSTRIA PANIFICADORA LA MODERNA**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Alfredo Sicá Pérez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Victor Hugo Garcia Roque  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Victor Hugo Garcia Roque  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Colegiado No. 5139

Guatemala, octubre de 2015.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO EN EL ÁREA DE HORNOS INDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA, EN LA INDUSTRIA PANIFICADORA LA MODERNA**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Alfredo Sicá Pérez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
**Ing. Juan José Peralta Dardón**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, julio de 2016.



/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

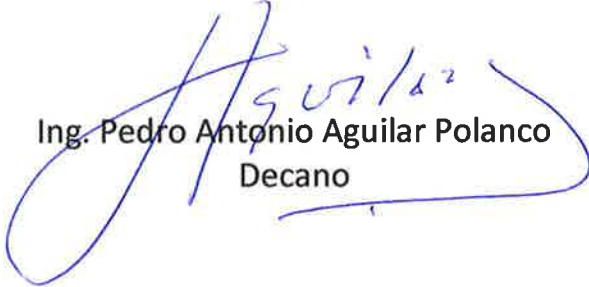


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 331.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO EN EL ÁREA DE HORNOS INDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA, EN LA INDUSTRIA PANIFICADORA LA MODERNA**, presentado por el estudiante universitario: **Marvin Alfredo Sicá Pérez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, julio de 2016

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser el creador de todo ya que sin Él nada existe, gracias por permitirme la dicha de la vida y de poder lograr esta gran meta.
<b>Mis padres</b>	Félix Sicá López y Petronila Pérez Tipaz, por brindarme su ejemplo de lucha, sus enseñanzas, consejos y sobre todo su amor incondicional.
<b>Mis sobrinos</b>	Byron, Elder y Anderson Urías, Vanesa Castro, Fernanda y Rosmary Sicá, Ian Alvarado, por el cariño brindado.
<b>Mi familia</b>	Por darme sus sabios consejos siempre.
<b>Mis amigos</b>	Por los grandes momentos vividos.
<b>Mis catedráticos</b>	Por sus enseñanzas y consejos.
<b>Mi asesor</b>	Por su confianza e impulso a este objetivo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi alma máter que inculcó en mí la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proveerme del conocimiento a lo largo de mi carrera universitaria y sobre todo por darme la oportunidad de ser un gran profesional.
<b>Industria Panificadora La Moderna</b>	En especial a la señora Esther Martínez de Castro, por brindarme la oportunidad de realizar el presente trabajo, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en mi carrera universitaria.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por los grandes momentos vividos Godwin Gutiérrez, Herman Castro, Daniel Charles, Francisco Castillo, Carlos Culajay.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
JUSTIFICACIÓN.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Reseña histórica de la industria panificadora.....	1
1.2. Actividades y productos.....	2
1.3. Visión, misión y objetivos empresariales.....	2
1.3.1. Visión.....	3
1.3.2. Misión.....	3
1.3.3. Objetivos empresariales.....	3
1.3.4. Valores empresariales.....	4
1.4. Ubicación.....	4
1.5. Organigrama de la empresa.....	6
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	7
2.1. Descripción de los productos.....	7
2.2. Tipo de distribución actual en planta.....	8
2.3. Descripción del equipo.....	9
2.3.1. Maquinaria.....	9
2.3.1.1. Amasadora.....	9

	2.3.1.2.	Refinadora .....	11
	2.3.1.3.	Horno.....	12
	2.3.1.4.	Cortadora.....	14
	2.3.1.5.	Cuarto de fermentación .....	15
2.4.		Descripción de procesos .....	16
	2.4.1.	Proceso de mezcla .....	16
	2.4.2.	Proceso de refinado .....	17
	2.4.2.1.	Pan blanco.....	17
	2.4.3.	Proceso de moldeado.....	18
	2.4.4.	Proceso de fermentación.....	18
	2.4.5.	Proceso de horneado .....	19
2.5.		Eficiencia en el proceso .....	21
	2.5.1.	Factores que afectan a la producción .....	21
	2.5.2.	Cálculo de la eficiencia en el proceso de horneado .....	22
	2.5.3.	Factores aplicables para mejorar la eficiencia .....	24
	2.5.3.1.	Redistribución de planta .....	24
	2.5.3.2.	Mantenimiento de equipos.....	25
	2.5.3.3.	Seguridad e higiene industrial.....	25
3.		PROPUESTA.....	27
	3.1.	Diagrama de causa y efecto.....	27
	3.1.1.	Análisis crítico de la causa principal .....	30
	3.2.	Planeación de los procesos.....	30
	3.2.1.	Diagrama de operaciones.....	30
	3.2.2.	Diagrama de flujo .....	32
	3.2.3.	Diagrama de recorrido .....	34
	3.2.4.	Diagrama hombre-máquina respecto al proceso de horneado .....	35

3.3.	Análisis de seguridad e higiene industrial a la empresa .....	37
3.3.1.	Diagnóstico de seguridad e higiene .....	37
3.3.2.	Riesgos en el área de trabajo .....	38
3.3.3.	Accidentes .....	40
3.3.4.	Equipo de protección .....	42
3.3.5.	Orden y limpieza .....	43
3.3.6.	Señalización .....	44
3.4.	Estudio económico .....	46
3.4.1.	Cotización del equipo.....	48
3.4.2.	Estudio financiero .....	50
	3.4.2.1.    Valor presente neto (VPN) .....	50
	3.4.2.2.    Tasa interna de retorno (TIR) .....	52
3.4.3.	Análisis costo-beneficio.....	54
	3.4.3.1.    Beneficios de adquirir el equipo nuevo .....	55
3.5.	Plan de mantenimiento del equipo .....	56
3.5.1.	Mantenimiento preventivo .....	56
3.5.2.	Mantenimiento correctivo .....	59
3.5.3.	Esquema de mantenimiento.....	60
	3.5.3.1.    Políticas de mantenimiento .....	60
	3.5.3.2.    Estructura de mantenimiento.....	61
	3.5.3.3.    Objetivos del mantenimiento .....	63
	3.5.3.4.    Planificación de trabajo .....	63
	3.5.3.5.    Procedimientos de trabajo.....	65
3.6.	Diseño de ficha de control .....	65
3.6.1.	Para un equipo.....	66
3.6.2.	Para una orden de trabajo .....	67
3.6.3.	Para un control de órdenes de trabajo .....	68
3.6.4.	Para un reporte de actividades .....	69

3.6.5.	Para un historial de equipo .....	70
4.	IMPLEMENTACIÓN.....	71
4.1.	Plan de acción.....	71
4.1.1.	Implementación del plan de mantenimiento.....	71
4.1.2.	Entidades responsables .....	72
4.1.2.1.	Gerencia .....	72
4.1.2.2.	Producción.....	73
4.1.3.	Programación del mantenimiento .....	73
4.1.4.	Órdenes de trabajo.....	76
4.1.5.	Rutinas de mantenimiento .....	77
4.1.6.	Mantenimiento de la maquinaria.....	78
4.1.7.	Instrucciones y recomendaciones para el personal .....	79
4.1.7.1.	Instrucciones para el personal de mantenimiento .....	79
4.1.7.2.	Instrucciones para el personal de <i>outsourcing</i> de mantenimiento.....	80
4.1.8.	Mantenimiento del horno industrial .....	81
4.1.8.1.	Sistema eléctrico .....	81
4.1.8.2.	Sistema de engrase y lubricación .....	82
4.1.8.3.	Sistema de gas propano .....	84
4.1.8.4.	Frecuencia del mantenimiento.....	84
4.2.	Tiempos utilizados en los procesos.....	86
4.2.1.	Análisis de la capacidad de producción según tiempo del diagrama hombre-máquina .....	87
4.2.2.	Factores que aumentan el tiempo de producción ...	89
4.2.2.1.	Limpieza .....	89
4.2.2.2.	Orden .....	90

	4.2.2.3.	Distribución de maquinaria .....	90
4.3.		Programa de seguridad e higiene industrial .....	91
	4.3.1.	Evaluación de riesgos .....	91
	4.3.2.	Equipo de protección personal .....	92
	4.3.3.	Equipo contra incendios .....	94
	4.3.4.	Señalización industrial .....	96
	4.3.5.	Orden y limpieza .....	99
4.4.		Costo/beneficio de la propuesta.....	102
5.		MEJORA CONTINUA.....	105
	5.1.	Nuevas tecnologías .....	105
		5.1.1. Hornos industriales .....	105
		5.1.2. Equipo de panadería.....	106
	5.2.	Distribución de maquinaria .....	107
		5.2.1. Selección del tipo de distribución .....	108
		5.2.2. Diseño de la distribución en planta.....	109
	5.3.	Capacitaciones al personal.....	110
		5.3.1. Capacitaciones en buen uso de los hornos industriales.....	111
6.		MEDIO AMBIENTE .....	113
	6.1.	Conceptos generales .....	113
	6.2.	Contaminación ambiental .....	114
	6.3.	Medidas de mitigación .....	115
		6.3.1. Control de desechos .....	117
		6.3.2. Clasificación de los desechos .....	118
		6.3.3. Almacenamiento de los desechos.....	119
		6.3.4. Uso de los desechos.....	119

CONCLUSIONES .....	121
RECOMENDACIONES .....	125
BIBLIOGRAFÍA .....	127
APÉNDICES .....	129



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación de la industria panificadora .....	5
2.	Organigrama de la empresa panificadora .....	6
3.	Distribución actual en planta .....	8
4.	Amasadora espiral .....	10
5.	Refinadora de rodillos .....	12
6.	Horno rotativo .....	13
7.	Cortadora de pan .....	14
8.	Cuarto de fermentación.....	15
9.	Diagrama secuencial del proceso .....	20
10.	Diagrama de causa y efecto.....	29
11.	Diagrama de operaciones .....	31
12.	Diagrama de flujo .....	32
13.	Diagrama de recorrido.....	34
14.	Diagrama hombre-máquina, proceso de horneado.....	36
15.	Tipos de señalización industrial.....	45
16.	Cotización del horno industrial .....	49
17.	Estructura de mantenimiento.....	62
18.	Hoja de control para un equipo .....	66
19.	Orden de trabajo .....	67
20.	Hoja de control para órdenes de trabajo .....	68
21.	Hoja de reporte de actividades.....	69
22.	Hoja de historial de un equipo .....	70
23.	Programación de mantenimiento.....	75

24.	Órdenes de trabajo .....	77
25.	Frecuencia del mantenimiento al horno industrial .....	85
26.	Diagrama hombre-máquina con dos máquinas.....	88
27.	Equipos de panadería.....	107

## TABLAS

I.	Productos de la panificadora .....	7
II.	Riesgos y medidas preventivas en industrias panificadoras .....	39
III.	Accidentes más frecuentes en industrias panificadoras .....	41
IV.	Equipo de protección personal en industrias panificadoras.....	42
V.	Costo de materia prima .....	46
VI.	Costo de mano de obra .....	47
VII.	Costo de energía eléctrica .....	47
VIII.	Grasas y lubricantes para el horno industrial .....	83
IX.	Tiempos cronometrados del proceso .....	86
X.	Equipo de protección mínimo en industrias panificadoras .....	93
XI.	Señalización industrial mínima para industrias panificadoras .....	97
XII.	Orden y limpieza en la industria panificadora.....	100
XIII.	Normas de higiene para panaderos .....	101
XIV.	Propuesta de costo-beneficio .....	103
XV.	Temas de capacitación al personal.....	111

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Amperios
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>KW</b>	Kilowatts (unidad de potencia eléctrica)
<b>KWH</b>	Kilowatts/hora (unidad de consumo eléctrico)
<b>Mts.</b>	Metros
<b>Min</b>	Minutos
<b>TIR</b>	Tasa interna de retorno
<b>TMAR</b>	Tasa mínima atractiva de retorno
<b>HP</b>	Unidad de potencia de maquinaria
<b>VP</b>	Valor presente
<b>VPB</b>	Valor presente de beneficios
<b>VPC</b>	Valor presente de costos
<b>VPN</b>	Valor presente neto
<b>V</b>	Voltios



## GLOSARIO

<b>Amasadora</b>	Equipo utilizado en la industria panificadora para preparar la materia prima antes de ser transformada en pan.
<b>Bocado de reina</b>	Es un tipo especial de pan realizado con los desechos de la producción defectuosa y sobrantes en la elaboración de los productos panificables.
<b>Clavijeros</b>	Son equipos portabandejas que se utilizan para el horneado de los productos panificables.
<b>Convección</b>	Movimiento de una masa gaseosa o de un fluido, en especial el aire o las corrientes magmáticas que ascienden al aumentar su temperatura.
<b>Costo-beneficio</b>	Es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto.
<b>Desechos</b>	Son aquellos materiales, sustancias, objetos, cosas, entre otros, que se necesita eliminar porque ya no ostenta utilidad.

<b>Fermentación</b>	Son los cambios químicos en las sustancias orgánicas producidos por la acción de encimas.
<b>Fresado</b>	Mezclar las materias primas al comienzo del amasado de una masa con levadura biológica o panadera.
<b>Harina</b>	Materia prima utilizada para la elaboración de los productos panificables.
<b>Hombre-máquina</b>	Método descriptivo de la ingeniería industrial para el estudio de la relación existente entre el hombre y la máquina para procesos semiautomatizados y mejorar la productividad.
<b>Horneado</b>	Consiste en someter a los productos panificables a la acción del calor sin mediación de ningún elemento líquido.
<b>Industria panificadora</b>	Tipo de empresa que se dedica a la producción de productos para panadería y pastelería.
<b>Inocuidad</b>	Concepto que implica que los alimentos no causaran daño al consumidor final.
<b>Mampostería</b>	Procedimiento de construcción en que se unen las piedras con argamasa sin ningún orden de hiladas o tamaños.

<b>Mantenimiento</b>	Es la serie de trabajos que hay que ejecutar en determinado equipo, planta o método, a fin de conservarlo para lo que fue diseñado.
<b>Maquinaria</b>	Conjunto de piezas que componen un mecanismo y que sirven para poner en funcionamiento un aparato.
<b>Levadura</b>	La levadura utilizada en la panificación es un organismo vivo, sumamente pequeño que se utiliza para hacer crecer la masa.
<b><i>Outsourcing</i></b>	Esta modalidad se refiere a la contratación de personal mediante una empresa externa, es decir, la empresa deja la responsabilidad contractual del empleado a una tercera.
<b>Refinado</b>	Es el proceso que tiene como finalidad el terminar de homogeneizar la masa la cual será procesada en porciones.





## RESUMEN

El enfoque principal del presente trabajo está fundamentado en un análisis costo-beneficio respecto a adquirir una nueva maquinaria en este caso un horno industrial, siendo la máquina con mayor determinación para poder cumplir con los requerimientos de producción de la industria panificadora La Moderna. Se hace necesario saber si una inversión de este rubro es primordial, por lo cual se utilizarán herramientas de ingeniería para indagar en el proceso y determinar si es rentable la adquisición o modificar otros factores para aumentar la eficiencia en el proceso.

Entre los factores que pueden aumentar la eficiencia se estableció el mejoramiento del mantenimiento de todas las maquinarias con un enfoque crítico al horno industrial, que consiste en utilizar las herramientas administrativas y la información adquirida para fortalecer el Área de Mantenimiento, para que sea capaz de sustentar todos los trabajos de forma eficiente, basados en una planeación estratégica.

Un enfoque fundamental que debe tener toda empresa es la implementación de un programa de seguridad e higiene industrial, ya que es una herramienta de ingeniería que brinda acciones preventivas para evitar sucesos que causan lesiones o daños, tanto al personal de la industria panificadora como a las instalaciones, por estas causas se definirán estratégicamente los posibles incidentes que se pueden presentar en una industria panificadora y la forma más adecuada de mitigar estas causas, como se indica en el presente trabajo brindar condiciones seguras a los trabajadores hacen que estos aumenten tanto su eficiencia como su productividad.



# OBJETIVOS

## General

Analizar el costo-beneficio respecto al Área de Hornos Industriales para el mejoramiento de la eficiencia en el proceso de horneado en la industria panificadora La Moderna.

## Específicos

1. Describir el proceso de producción de pan actual.
2. Calcular la eficiencia en el proceso de producción de pan.
3. Verificar si la distribución de maquinaria causa ineficiencias en el proceso de producción de pan.
4. Establecer las fichas de control de mantenimiento para garantizar la máxima vida útil de los equipos de horneado.
5. Determinar los costos en que incurre la empresa al no tener el equipo funcionando a su máxima capacidad.
6. Definir qué tipo horno es el más adecuado para aumentar la capacidad de producción.

7. Identificar los beneficios se obtienen al incurrir en costos de mantenimiento y redistribución de maquinaria.
8. Determinar un programa de seguridad e higiene para la industria panificadora.

## JUSTIFICACIÓN

Panadería y pastelería La Moderna, ubicada en la zona dos de Boca del Monte, es una industria que en sus inicios comenzó como una distribuidora de pan única en su localidad, con el tiempo se incrementó la demanda de sus productos, por lo cual invirtieron todos sus activos en la adquisición de equipos industriales de panadería para cumplir con las exigencias de sus clientes.

Por ser una empresa que sigue en crecimiento y por la poca inversión tanto en aspectos de mantenimiento como en análisis de procesos, la eficiencia en el proceso de producción es relativamente bajo, ya que emplean mayores recursos para producir sus productos, uno de los procesos más importantes en el proceso de la elaboración del pan es el proceso de horneado y es uno de los procesos en donde no se cumple con la capacidad de producción, ocasionando tiempos de ocio e ineficiencia ya que no cumplen con la oferta y demanda esperada, por consiguiente los ingresos esperados pueden ser mayores a los actuales encontrando un nuevo punto de producción.

Por ello se desarrollará un análisis de costo-beneficio para saber si a la empresa le conviene seguir utilizando el horno que poseen actualmente, con una inversión en planes de mantenimiento preventivo o la incorporación de un horno nuevo según las necesidades de la panificadora, ya que puede ser que los costos de mantenimiento sean demasiado altos y que la mejor opción para la empresa sea la adquisición de un horno nuevo, ya que se espera el mejoramiento de la eficiencia e incrementar la productividad.



## INTRODUCCIÓN

La eficiencia y los costos en procesos de horneado en la industria alimenticia son por lo general un aspecto importante en el proceso de producción de pan, por eso la necesidad de poder determinar la eficiencia o sea poder analizar si la empresa utiliza los insumos adecuadamente para poder obtener la máxima producción.

Panificadora La Moderna es una industria dedicada a la producción de pan y pasteles en sus diversas categorías, ubicada en Boca del Monte, es una industria líder en este ramo, pero que carece de estudios de procesos y que no tiene planes de mantenimiento de su maquinaria y que solo actúan cuando el fallo requiere un tratamiento correctivo, por lo que incurren a costos innecesarios y por los fallos recurrentes la vida útil de los equipos va disminuyendo exponencialmente.

Capítulo 1. Por medio de las generalidades de la panificadora La Moderna, se conocen las actividades y los productos que la empresa realiza, sus objetivos a corto y largo plazo establecido en su misión y visión, y los valores que poseen para alcanzar sus metas.

Capítulo 2. Para comprender la situación actual se hace necesario conocer el proceso completo de la producción del pan, este comienza con la mezcla de los ingredientes dependiendo el tipo de pan. Se hace necesario plantear aspectos de mejora principalmente en los gastos de mantenimiento, seguridad e higiene industrial y una distribución correcta de la maquinaria.

Capítulo 3. Por medio de un diagrama causa y efecto, se espera conocer cuál es el problema principal que afecta a la panificadora La Moderna, ya que aspectos como la seguridad e higiene, la planeación en los procesos y la falta de planes de mantenimiento hacen deficiente en sus funciones a la empresa.

Capítulo 4. La implementación de las propuestas es el eje principal del trabajo de graduación, ya que en esta parte se enfocan las herramientas ingenieriles para el mejoramiento de la eficiencia de la panificadora La Moderna.

Capítulo 5. En la mejora continua se establecen las nuevas tecnologías futuras, ya que los hornos se modernizan con el tiempo y ofrecen características que ayudan al ahorro energético, así también como el tipo de maquinaria que se utiliza para la producción, ya que siempre existen mejoras.

Capítulo 6. En la panificadora La Moderna siempre existen desechos, contaminación por el uso del horno, por ende el estudio ambiental tratará de analizar las medidas de mitigación necesarias para el control de los desechos, la clasificación y el uso de estos.



# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

## **1.1. Reseña histórica de la industria panificadora**

Panificadora La Moderna se fundó en 1998, por iniciativa de la familia Castro Martínez, en sus inicios comenzó con el nombre de panadería El Ranchito como una distribuidora de pan única en su localidad, pero con el tiempo se incrementó la demanda de los productos que ofrecían, esto fue aprovechado para invertir en maquinaria propia y de esa forma dio inicio lo que es hoy una de las industrias de pan con mayor comercialización en el municipio de Boca del Monte.

Empíricamente sus propietarios analizaron el mercado y determinaron el exceso de demanda que existía en ese momento, ya que la panadería que les suministraba el producto no podía cubrir la demanda no solo de ellos sino también de los demás clientes.

A partir de este punto los propietarios invierten todos sus activos en la obtención de maquinaria y equipo, para comenzar sus operaciones de producción empezando en principio con la línea de panadería. Transcurridos varios años después de consolidarse en el mercado de la localidad y debido al progreso positivo que tuvieron en ese sector, deciden introducirse en otro mercado el cual sería la pastelería, que los llevaría a abrir nuevas rutas en diferentes localidades, hasta la conocida actualmente.

## **1.2. Actividades y productos**

Las actividades que se realizan en la industria panificadora La Moderna son muy diversas, y van desde la adquisición de materia prima, almacenamiento, premezclado, horneado, decorado, y la comercialización de los productos en distintas rutas de venta ya que poseen pequeños distribuidores en puntos estratégicos aledaños al municipio de Boca del Monte, como la ciudad capital, también distribuyen productos exclusivos a cadenas de supermercados como Wal-Mart. Entre estos productos se encuentran:

- Pan sándwich
- Palillos de pan blanco
- Pirujos
- Pan francés
- Zepelines
- Tostados
- Variedad de pan dulce
- Pasteles

## **1.3. Visión, misión y objetivos empresariales**

A continuación se desarrollarán los intereses a corto y largo plazo que tiene la industria panificadora, y de la misma forma que es lo que esperar obtener como una industria empresarial.

### **1.3.1. Visión**

Llegar a ser reconocida como una empresa líder en la industria panificadora, por su calidad, confiabilidad y excelencia en su diversidad de productos, que permitan proveer la mayor satisfacción posible al cliente.

### **1.3.2. Misión**

“Producir y comercializar productos de panadería y pastelería de excelente calidad, a través del abastecimiento diario a los canales de distribución con productos que generen diferencia comercial, permitiendo rentabilidad a nuestros clientes.”<sup>1</sup>

### **1.3.3. Objetivos empresariales**

- Mantener el positivismo en el auge de las operaciones de manera práctica y controlada.
- Ampliar las líneas de distribución a nivel nacional, permitiendo competir con industrias panificadoras líderes del mercado.
- Mantener control sobre el canal de distribución local.
- Potenciar y capitalizar las economías de escala y de ámbito disponibles.
- Poseer una estructura capaz de captar y mantener personas talentosas y luchadoras, brindándoles oportunidades de crecimiento profesional.

---

<sup>1</sup> Industria panificadora La Moderna.

### **1.3.4. Valores empresariales**

- Servicio al cliente: con escucha activa, informándolos de productos y hábitos saludables.
- Capacidad de innovación, renovación permanente, satisfacción del cliente y eficiencia.
- Cooperación. Obraremos juntamente con todos nuestros colaboradores para lograr el desarrollo de la empresa y el crecimiento de las personas que conforman nuestro equipo de trabajo.
- Trabajo en equipo comprometido con la calidad y la estabilidad en el empleo.
- Respetaremos las normas de buena convivencia y del trabajo. Solo así lograremos coordinar nuestros esfuerzos y alcanzar nuestros objetivos.
- Integridad. Nuestro actuar será siempre recto, probo e intachable.
- Solidaridad. Nos adheriremos a aquellas causas que permitan a las futuras generaciones vivir en un mundo mejor.
- Eficiencia y Efectividad. Utilizaremos todos y cada uno de nuestros recursos de manera de sacar el máximo provecho de ellos, asegurándonos, en la medida de nuestras posibilidades, de que los resultados alcanzados sean los esperados.<sup>2</sup>

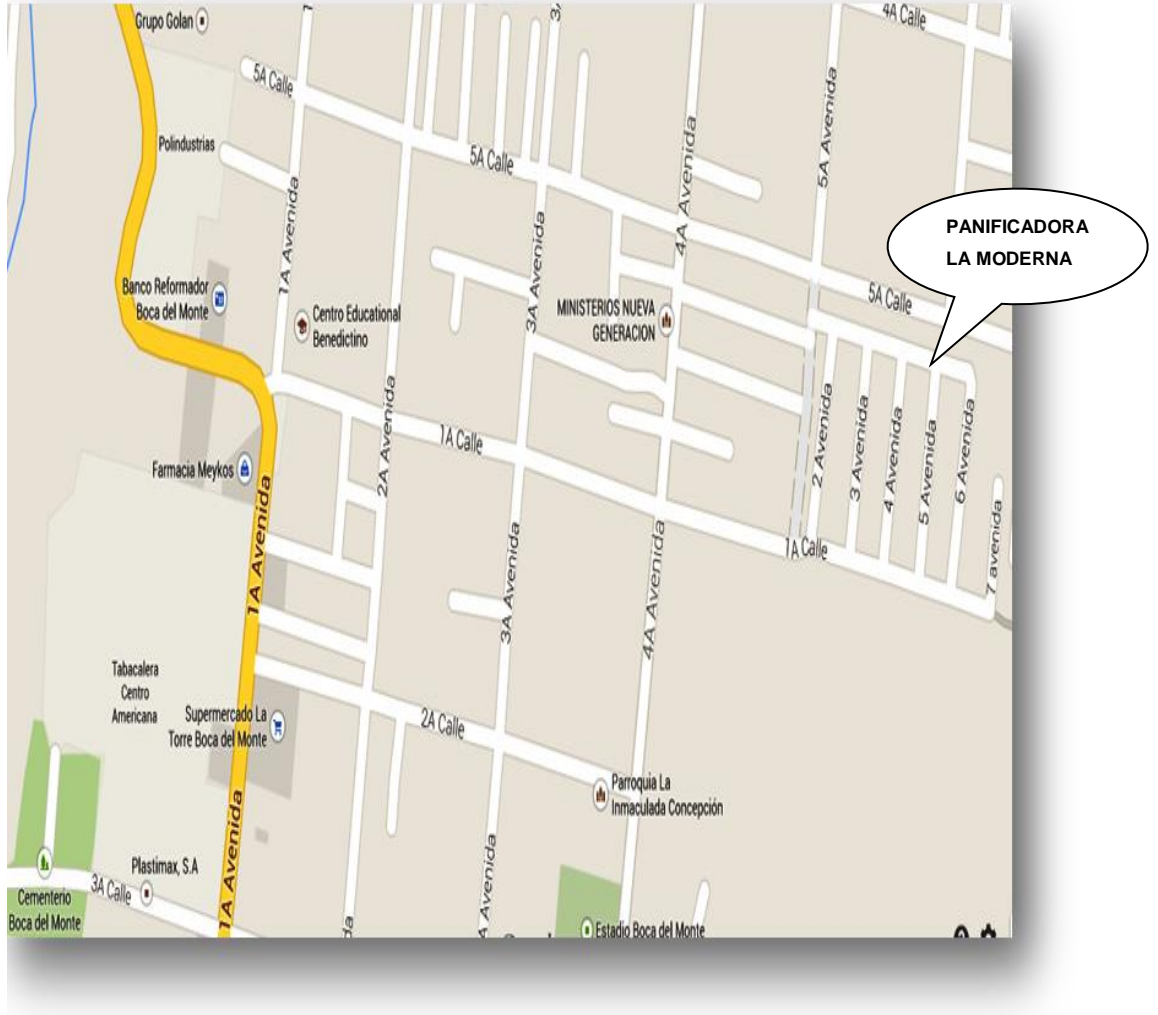
### **1.4. Ubicación**

Panificadora La Moderna se encuentra ubicada en: 1ra. calle 6-31 zona 2, colonia Santa Anita, Boca del Monte, Villa Canales.

---

<sup>2</sup> Industria panificadora La Moderna.

Figura 1. **Ubicación de la industria panificadora**

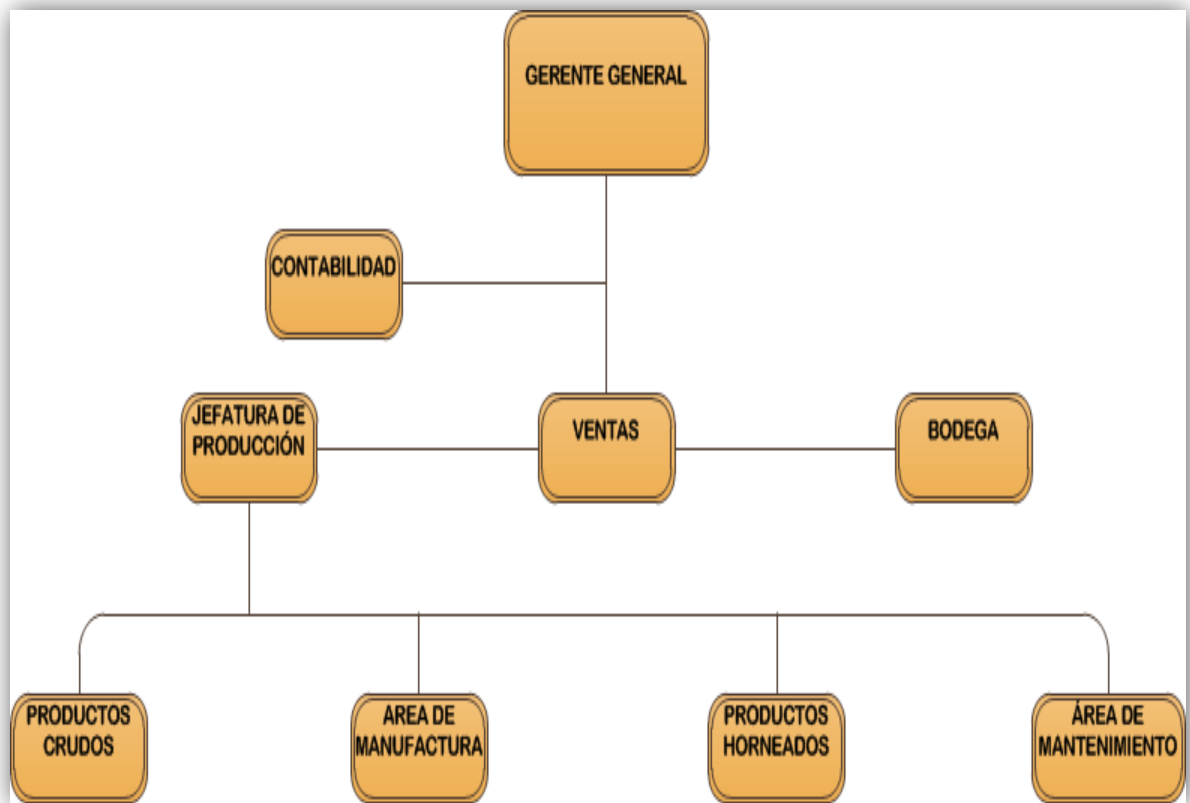


Fuente: Google Maps.

## 1.5. Organigrama de la empresa

Estructuración jerárquica de puestos de la industria panificadora La Moderna.

Figura 2. Organigrama de la empresa panificadora



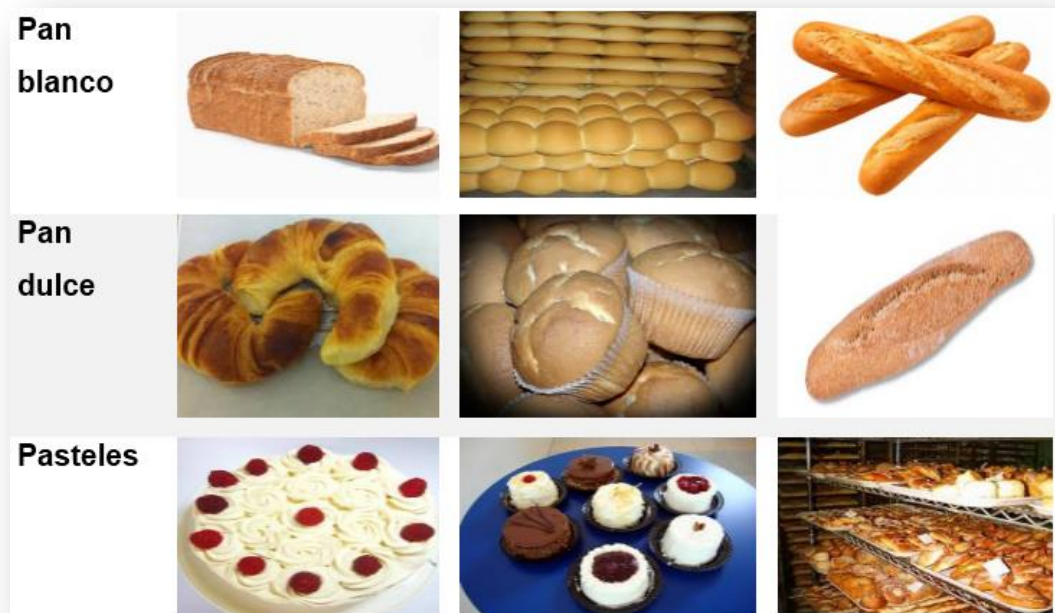
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2010.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1. Descripción de los productos

Panificadora La Moderna es una empresa líder en la elaboración de productos derivados de la harina como fuente principal, para el municipio de Villa Canales y lugares aledaños. Sus principales productos elaborados abarcan tres líneas importantes siendo estas: pan blanco, pan dulce y la línea de pasteles.

Tabla I. Productos de la panificadora



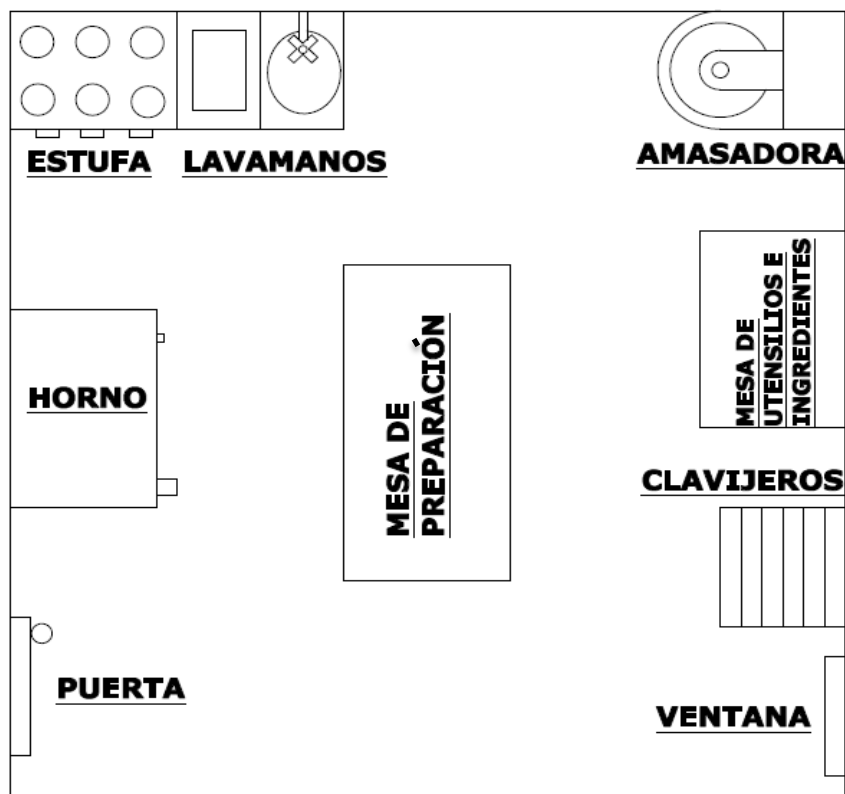
Fuente: panificadora La Moderna.

## 2.2. Tipo de distribución actual en planta

La distribución actual de planta en la industria panificadora La Moderna cuenta con una distribución por proceso. Se maneja de esta manera porque parte de la maquinaria está distribuida de acuerdo con el orden de elaboración del producto, pero además está ubicada de esta forma para movilizar el producto en proceso a la maquinaria que se necesita para su transformación. La distribución actual en planta se detalla a continuación:

Figura 3. Distribución actual en planta

### **PLANO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.



### **2.3. Descripción del equipo**

El Área de Producción cuenta con equipo especial de panificadora, poseen un sistema muy avanzado respecto a otras pequeñas panificadoras ya que cuentan con un horno de convección rotativo que aumenta la capacidad de producción de sus productos. Poseen una amasadora con capacidad de 10 litros, una cortadora para el corte de pan sándwich. Panificadora La Moderna cuenta con toda la maquinaria necesaria para la realización de sus productos a un alto desempeño.

#### **2.3.1. Maquinaria**

La maquinaria que se utiliza en la elaboración de los productos a base de harina son: amasadora, refinadora, cortadora, cuarto de fermentación y horno de convección, siendo estos los más importantes para la producción de pan. Además de estos se pueden mencionar algunos elementos complementarios como los clavijeros, latas, balanzas, entre otras.

##### **2.3.1.1. Amasadora**

En la actualidad, todos los establecimientos en la fabricación de pan, se valen de maquinaria y ayuda mecánica. De este modo se elimina mucho trabajo costoso y pesado, ayuda a aumentar la productividad y la uniformidad, asegurando la calidad del pan en condiciones más higiénicas y compensa en muchos casos la escasez de mano de obra.

Este aparato es de construcción robusta de fundición de aluminio, cuba y horquilla de amasado de acero inoxidable, tapa de protección de policarbonato. Su cuba tiene una capacidad de 10 litros y permite la preparación de 2,5 kg de harina. La amasadora es ideal para la preparación de todo tipo de repostería, bollería y panadería.

Durante el funcionamiento, la herramienta gira a una velocidad constante y la rotación de la cuba está garantizada por el amasado de la masa. Un freno regulable mediante un botón permite ajustar la velocidad de rotación de la cuba durante el funcionamiento. La forma de su espiral permite un amasado más rápido sin perjudicar la calidad del producto final. Sus 2 velocidades permiten trabajar todo tipo de masas (blandas, semiduras o duras).

Figura 4. **Amasadora espiral**



Fuente: panificadora La Moderna.

### **2.3.1.2. Refinadora**

La refinadora es un instrumento mecánico que se utiliza para procesar la mezcla de harina en ciertos productos en la industria panificadora, su fin primordial es como su nombre lo indica refinar la pasta, para moldearla de tal manera que pueda utilizarse para cierto tipo de producto específico.

Cuenta con un cilindro refinador diseñado para suavizar y cilindrar todo tipo de masa en panadería y pastelería, tolva en acero inoxidable tipo 304, acabado 2B, con capacidad de cilindrado hasta 9 Kg, con rodillos graduables en acero inoxidable, motor de 2 HP monofásico a 220 voltios y sistema de rodamientos con guarda polea; mesa y bandeja de alimentación en lámina de acero inoxidable calibre 18. Su estructura es de hierro, forrada de lámina, se presentan en varios tipos y tamaños, en el centro van colocados los rodillos. Tienen una manecilla volante que sirve para la graduación de apertura de los rodillos, los volantes los tienen a los laterales o al frente. En la parte de atrás va colocado el respaldo, este puede ser de metal o de madera.

La refinadora trabaja con rodillos, un grupo formado por dos cilindros giran en sentidos opuestos y distanciados entre sí, en colaboración con un tercer cilindro que gira en el mismo sentido y es regulable en distanciamiento respecto del cilindro, para dar mayor o menor amplitud al paso de la masa entre dichos cilindros, produciendo un presionado y desplazamiento por capas de la propia masa a su paso por ese grupo de refinado.

Figura 5. **Refinadora de rodillos**



Fuente: *La cosecha del trigo*. <http://panvalledelguadiato.blogspot.com/>. Consulta: 20 de noviembre de 2014.

### **2.3.1.3. Horno**

Este horno posee una cabina de cocción redonda para facilitar la circulación del aire. Su vapor es inyectado, lo que otorga una mayor cantidad y calidad. Posee un exclusivo sistema de recuperación de calor para evitar la caída de la temperatura entre carro y carro. La apertura de la puerta es de 180° para facilitar el ingreso y salida de los clavijeros. Totalmente construido en acero inoxidable.

El horno cuenta con una puerta de cierre hermético con visor de vidrio templado, tablero de fácil manejo, posee pirómetro digital, llave térmica y comandos para clavijeros, iluminación interna y turbina.

Este horno es exclusivamente de uso industrial debido a las grandes cantidades de producto que se procesan, aparte que posee grandes dimensiones la capacidad de producción es muy grande, debido a la alta demanda que genera la empresa panificadora. El horno cuenta con un ancho de 1,90 metros de ancho, 2,10 metros de alto y una profundidad de 2,50 metros, en el se hornea todo tipo de pan.

Figura 6. **Horno rotativo**



Fuente: panificadora La Moderna.

#### **2.3.1.4. Cortadora**

La cortadora de pan es una máquina ideal para el corte del pan a rebanadas. Es una máquina esencial en el cortado específicamente del pan sándwich, es una herramienta que se adapta a las necesidades de la panadería actual.

Este modelo sirve para cortar a rebanadas cualquier tipo de pan (payés, redondo, barras, sándwich, entre otros). El modelo de la cortadora es de 14 mm (grosor de rebanadas), garantizando medidas homogéneas y cortes de calidad. La máquina actúa de manera muy silenciosa, sin vibraciones y con un cambio fácil de las sierras.

Figura 7. **Cortadora de pan**



Fuente: panificadora La Moderna.

### 2.3.1.5. Cuarto de fermentación

La función del cuarto de fermentación es que la masa fermente en su interior. Una vez formado el pan, las piezas se depositan en moldes, bandejas o tablas, según el pan trabajado, para proceder a la fermentación. La fermentación es el proceso en que los azúcares preexistentes en la harina se transforman en alcohol y gas carbónico por la acción de diversas enzimas.

La cámara cuenta con un gabinete, interior y exterior; manufacturado. Esta hecho de lámina de acero inoxidable calibre 20; escabiladero interior con guías longitudinales para la colocación de 16 bandejas; aislamiento en fibra de vidrio fiberglas, puerta con marco en acero y vidrio panorámico herrajes para trabajo pesado, luz interior para visualizar el producto tanque con subfondo con humidificador por medio de resistencias, eléctricas para vaporizar el proceso.

Figura 8. Cuarto de fermentación



Fuente: *Catálogo de maquinaria*. <http://www.archiexpo.es/prod/caplain-machines>.

Consulta: 20 de noviembre de 2014.

## **2.4. Descripción de procesos**

Los procesos más importantes en la elaboración de cualquier pan comienzan con: el proceso de mezcla el cual consiste en desarrollar la materia prima del producto, luego se procede con el proceso de refinado el cual reduce el tamaño de las porciones. El proceso de moldeado es acorde al pan a preparar, el proceso de fermentado es en el cual el pan alcanza el sabor y olor deseados, por último pero siendo este el punto central de la investigación el proceso de horneado, ya que en este se engloban los mayores costos del proceso y es el que permite alcanzar las demandas de pan requeridas.

### **2.4.1. Proceso de mezcla**

El proceso consiste en mezclar y homogenizar una serie de ingredientes, previamente pesados y transformarlos en una sola masa con características específicas de elasticidad, homogeneidad y consistencia. El proceso de mezcla o amasado se realiza en la amasadora.

El proceso se compone de dos fases:

- El fresado que tiene como objetivo mezclar todos los componentes de la masa a excepción de la levadura, que se incorpora cinco minutos antes de finalizar el amasado. El agua incorporada es absorbida en gran medida por el almidón y las proteínas, que empiezan a formar el gluten de la masa.



- El amasado se realiza a marcha rápida y es cuando se produce la máxima aireación de la masa, esta capta el oxígeno del aire que posteriormente se consume por la levadura. La aireación, debida al energético trabajo de la amasadora, posibilita los procesos de oxidación de las proteínas y consecuentemente, afecta la formación de la red del gluten.

A medida que avanza la mezcla, la masa va adquiriendo elasticidad y se vuelve lisa, flexible y suave. Progresivamente la masa va despegándose de las paredes de la amasadora. Esto suele ser el inicio del fin del amasado. El tiempo de la mezcla varía en función del tipo de amasadora, la intensidad o velocidad del amasado y la harina utilizada.

## **2.4.2. Proceso de refinado**

El refinado tiene como finalidad el terminar de homogeneizar la masa, la cual será procesada en porciones más pequeñas para la continuación del proceso. Se detalla al respecto del pan blanco, ya que la demanda de este es mayor que el pan integral debido a que los ingredientes son más fáciles de procesar.

### **2.4.2.1. Pan blanco**

El pan blanco es un pan elaborado con harina de trigo refinada, es decir, aquella de la que se ha retirado el salvado y a menudo también el germen, en contraste con el pan integral hecho con harina integral de trigo.

### **2.4.3. Proceso de moldeado**

El proceso de moldeado es la operación que consiste en dar forma a una porción de masa antes de la fermentación. Esta será la forma que presentará el producto una vez sea cocido. La temperatura óptima para el moldeado es de 21 a 23 °C. Las temperaturas superiores a 21 a 23 °C incrementan la fuerza de la masa y dificultan el moldeado. Para evitarlo, la temperatura no deberá sobrepasar los 20 °C.

### **2.4.4. Proceso de fermentación**

Se llama fermentación a la serie de reacciones bioquímicas llevadas a cabo por levaduras de género y por bacterias fermentativas, básicamente lácticas y acéticas, que conducen finalmente a la formación de etanol y gas carbónico, y a una serie de fermentaciones secundarias que serán las causantes del aroma y sabor final del pan.

El gas carbónico, en forma de pequeñas burbujas, contribuye al esponjamiento de la masa; la producción de este gas comienza lentamente para acelerarse al final de la fermentación.

Las barras fermentan en cámaras de fermentación que deben mantenerse a una temperatura de 26 °C de temperatura y 75 % de humedad de manera constante, hasta que la masa haya alcanzado el punto óptimo de fermentación. Tendrá una duración de aproximadamente 2 minutos, dependiendo de las características de la cámara de fermentación.

#### **2.4.5. Proceso de horneado**

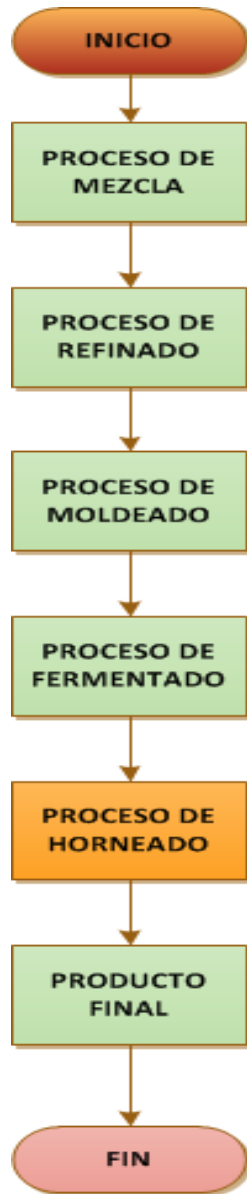
El proceso de horneado del pan se lleva a cabo en un horno de convección rotativo. La transmisión del calor en este tipo de horno se realiza por convección (el aire se calienta y recircula aprovechando su temperatura para la cocción del pan).

Dentro de la cámara de cocción se introduce el carro portabandejas o clavijero y, colocado sobre una plataforma giratoria, el pan va adaptando necesariamente diferentes posiciones relativas ante la corriente de aire caliente que circula en el horno.

La temperatura inicial del horno es de alrededor de 170 °C, con esta temperatura se precalienta el horno antes de introducir el pan, con esto se garantiza el aumento en la eficiencia de horneado. El pan se introduce y durante 12 segundos se imprime vapor. Luego se deposita sobre la superficie de la masa y se condensa. El calor del horno debilita la masa, al mismo tiempo que el vapor se fija, retrasando por un corto período de tiempo la formación de la corteza.

La temperatura de horneado es de 230 °C. Hasta que la masa adquiere el volumen del pan. A partir de los 55 °C, las levaduras mueren y se paraliza la fermentación. Este hecho ocurre antes en las capas externas de la masa, de tal forma que cuando ya tomando estructura la corteza, aún sigue habiendo expansión en el interior del pan incrementando la presión.

Figura 9. Diagrama secuencial del proceso



Fuente: elaboración propia.

## **2.5. Eficiencia en el proceso**

Hace referencia a los recursos empleados y los resultados obtenidos. Por ello, es una capacidad o cualidad muy apreciada por la panificadora debido a que en la práctica todo lo que hacen tiene como propósito alcanzar metas u objetivos, con recursos en situaciones complejas y competitivas.

### **2.5.1. Factores que afectan a la producción**

El Área de Producción, la maquinaria, el entorno y el personal de trabajo, así como la calidad de las materias primas que se emplean y la continuidad de su abastecimiento tienen un importante efecto en la producción, a continuación se definen los siguientes factores que afectan la producción:

- Personal que no está altamente capacitado: el personal en el Área de Producción son personas calificadas, con experiencia en la producción de productos panificables, con alto criterio de ayuda al crecimiento de la empresa. Las capacitaciones al personal deben ser reguladas debido a la necesidad del proceso o si es personal nuevo se capacita según la experiencia que estos posean.
- Falta de materia prima: algo fundamental en la industria panificadora es la materia prima, no pueden faltar los ingredientes necesarios para la producción de los productos panificables, como: la harina, la manteca, azúcar, leche y levadura. Todos los productos son adquiridos con anticipación según la demanda, ya que la falta de cualquier insumo genera pérdidas en la producción, o productos de mala calidad.

- Maquinarias obsoletas y defectuosas paralizan los procesos: los equipos en la industria panificadora deben estar funcionales en su máxima capacidad, pero cuando no se posee un mantenimiento adecuado la capacidad de estos disminuye ocasionando paros innecesarios, tiempos improductivos que terminan afectando a la calidad y cantidad del producto procesado.
- Los medios de distribución, camiones defectuosos, vehículos viejos, no permiten que los productos sean colocados en su tiempo prudente.

### **2.5.2. Cálculo de la eficiencia en el proceso de horneado**

El horno industrial para su funcionamiento utiliza tres motores trifásicos con diferente capacidad y funcionamiento, ya que cuenta con un motor para la succión de los gases de escape y dos motoredutores para la velocidad del carro giratorio.

La eficiencia de un motor trifásico de inducción es obtenida mediante las fórmulas siguientes:

Potencia absorbida

$$P_{abs} = \frac{V * A * \cos(\theta) * \sqrt{3}}{1000}$$

Donde:

- $P_{abs}$  = potencia absorbida (KW)
- V= voltios
- A= amperios

Por lo tanto la eficiencia se obtiene mediante la fórmula:

$$\eta = \frac{P_{eje}}{P_{abs}}$$

Donde:

- $\eta$  = eficiencia del motor trifásico
- $P_{eje}$  = potencia en el eje (KW)
- $P_{abs}$  = potencia absorbida (KW)

Eficiencia en el motor de succión:

$$P_{abs} = \frac{220 * 3,5 * \cos(0) * \sqrt{3}}{1\ 000} = 1,3337\ kw$$

$$\eta = \frac{0,95Kw}{1,3337Kw} = 0,7123$$

La eficiencia del motor trifásico de succión de gases de escape es igual a 71,23 %

La eficiencia del motoreductor es:

$$P_{abs} = \frac{220 * 1,25 * \cos(0) * \sqrt{3}}{1\ 000} = 0,4763\ kw$$

$$\eta = \frac{0,41Kw}{0,4763Kw} = 0,8608$$

Ya que los datos de los dos motoredutores son iguales (ver apéndice 1) se puede asumir que la eficiencia de los motoredutores es igual a 86,08 % c/u.

### **2.5.3. Factores aplicables para mejorar la eficiencia**

Existen varios factores para mejorar la eficiencia en la industria panificadora, ya que al ser un proceso productivo, se pueden mejorar los tiempos de producción, el manejo de materia prima. Planes de mantenimiento de maquinaria y equipo, siendo este un punto crítico en el proceso, ya que lo indispensable es el servicio que da la máquina, pero si esta no posee un mantenimiento regular, el servicio prestado será ineficiente. Otro aspecto que mejora la eficiencia es la seguridad e higiene dentro de esta, ya que disminuye la cantidad de accidentes y brinda una manera segura de realizar el proceso productivo de pan.

#### **2.5.3.1. Redistribución de planta**

Los aspectos más importantes que influyen en la redistribución de planta y maquinaria se reducen a dos muy importantes: la reducción de mano de obra directa y la reducción de los tiempos de fabricación a través del cambio de maquinaria y la disposición de la misma. Se tomarán los aspectos que son intangibles, como: el plan de producción y las estaciones en las cuales se divide el proceso según la demanda diaria.

Los aspectos tangibles, la disponibilidad de maquinaria y la disposición física, aumento de capacidad de producción a través de la misma, se evalúan para hacer la comparación de beneficios propuestos.



### **2.5.3.2. Mantenimiento de equipos**

El Área de Producción cuenta con todo el equipo y maquinaria necesarios para producir los productos panificables, pero en la industria panificadora La Moderna se evidenció que se cuenta con un mantenimiento de equipos del tipo correctivo, dado que sus procesos son continuos y en la mayoría de veces se trabaja bajo pedidos urgentes ya que la demanda de pan es variable.

Esto hace que las máquinas estén en funcionamiento en un 100 % ya que se trabaja en dos jornadas, diurna y nocturna, lo cual hace difícil la disponibilidad de implementar su correcto mantenimiento según especificación de fabricación de las máquinas, además no existen políticas de mantenimiento que permitan la implementación de un plan que evidencie el correcto funcionamiento de las mismas.

Es evidente que con un buen control del mantenimiento puede alcanzarse el equilibrio entre la fiabilidad, la disponibilidad y el costo. Es posible reducir significativamente los problemas que afectan la producción, los costos de mantenimiento mediante la gestión de los indicadores relevantes que permitan el cumplimiento del mismo, salvaguardando la seguridad del trabajador y el respeto al medio ambiente.

### **2.5.3.3. Seguridad e higiene industrial**

En la industria panificadora La Moderna un factor que es ineficiente es en relación a aspectos de seguridad e higiene industrial, ya que no se posee un control interno de ninguno de estos, sino que se recurre a las acciones de momento, debido a que si ocurre un accidente se para la producción y no hay una forma de poder prevenirlo, ya que no poseen ningún control que evite

daños al personal, esto es un factor que reduce la eficiencia en el proceso, ya que no poseen el equipo necesario de protección personal para evitar accidentes o prevenirlos.

Se define como seguridad industrial al conjunto de conocimientos técnicos y su aplicación para la reducción, control y eliminación de accidentes en el trabajo, por medio de sus causas, encargándose de implementar las reglas tendientes para evitar cualquier tipo de accidentes. La seguridad industrial evalúa estadísticamente los riesgos de accidentes mientras que la parte de higiene industrial se encarga de analizar las condiciones de trabajo y, como pueden estas afectar la salud de los empleados.

Los aspectos de higiene a analizar son químicos, físicos, biológicos, de fuerza de trabajo y psicológicos.

## 3. PROPUESTA

### 3.1. Diagrama de causa y efecto

Un diagrama de causa y efecto es la representación de varios elementos de un sistema que pueden contribuir a un problema. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos, situaciones y para desarrollar un plan de recolección de datos, por tales razones es la herramienta de ingeniería necesaria para encontrar la causa raíz al problema principal, que es la baja eficiencia en el proceso de horneado en la industria panificadora La Moderna.

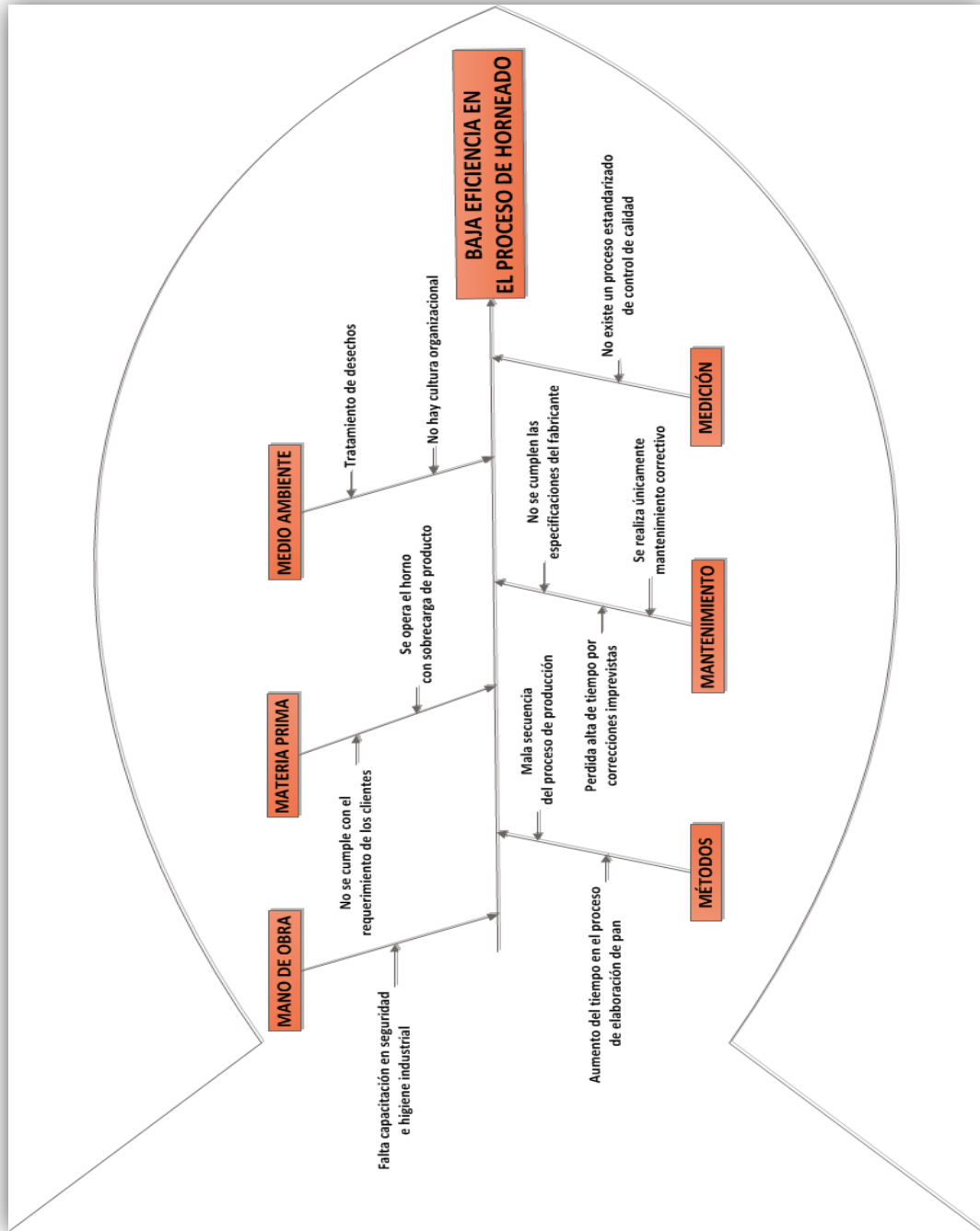
Para empezar a plantear las causas que posiblemente afectan al proceso es necesario guiarse de otra herramienta fundamental, para realizar el diagrama de causa y efecto que son las 6 M de la calidad. Las 6 M servirán para realizar una selección más crítica de las causas y sus derivaciones en el diagrama, y de esta manera encontrar de una forma más sencilla la causa raíz que ocasiona el problema en el proceso de horneado. Las 6 M se refieren a lo siguiente:

- Materia prima: esto es buscar que los proveedores sean los adecuados, que estén certificados de manera tal que ellos también ayuden a lograr la calidad.
- Mano de obra: preocuparse por dar una adecuada capacitación en el uso de hornos y proceso de horneado lo cual llevará a tener gente calificada que ayude a cumplir con el proceso satisfactoriamente.

- Mantenimiento: dar constantemente el mantenimiento preventivo al horno industrial y demás equipo para no llegar a tener alguna contingencia o problema, que retrase el proceso o lo haga ineficiente.
- Medio ambiente: buscar que la gente se identifique con la organización, con la cultura de la empresa, moral, valores y sobre todo hacer el proceso amigable con el medio ambiente.
- Medición: contar con un adecuado control de la calidad, equipos, muestreos del producto terminado.
- Métodos: documentación adecuada de los procesos (productivos, de mantenimiento, control de calidad, entre otros).

En la figura 10 se observan las causas que hacen que la panificadora tenga baja eficiencia en el proceso, específicamente en el horneado. Las causas primordiales son enfocadas según las 6 M, la falta de capacitación ocasiona accidentes recurrentes, debido a que hay riesgo por las altas temperaturas de operación del horno industrial, la mala utilización de materia prima provoca la saturación de horno, por lo que funciona a un nivel más alto del recomendado por el fabricante, esto hace que las fallas sean más recurrentes. La mala ubicación del horno provoca tiempos altos en el proceso por lo que es un factor a tomar en cuenta respecto a la baja eficiencia, las mediciones que se realizan para controlar la calidad no están estandarizadas, el medio ambiente es algo que pasa a segundo plano en la industria panificadora y por último la falta de mantenimiento al horno que provoca grandes pérdidas por paros imprevistos y aumentos en los costos de mantenimiento, siendo este último la causa raíz que será analizado más a detalle en el siguiente ítem.

Figura 10. Diagrama de causa y efecto



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### **3.1.1. Análisis crítico de la causa principal**

La mala aplicación del mantenimiento en el horno industrial es la causa principal de la baja eficiencia del proceso de horneado para la elaboración de pan, debido a que el horno es el equipo principal para poder generar la producción necesaria para cumplir con los requerimientos de los clientes; al no poseer el mantenimiento adecuado se hace fácil predecir que si falla el equipo, la producción para, y por ende lo que se produce con el horno rotativo no se obtiene con un horno de mampostería, ya que el simple hecho de que el horno industrial funcione a base de gas ya es una ventaja para el proceso productivo. Por lo que generar un plan de mantenimiento para el correcto funcionamiento del horno industrial es primordial para la industria panificadora.

## **3.2. Planeación de los procesos**

Para desarrollar un buen análisis de los procesos que se involucran en la producción de pan es necesario analizar sus correspondientes diagramas.

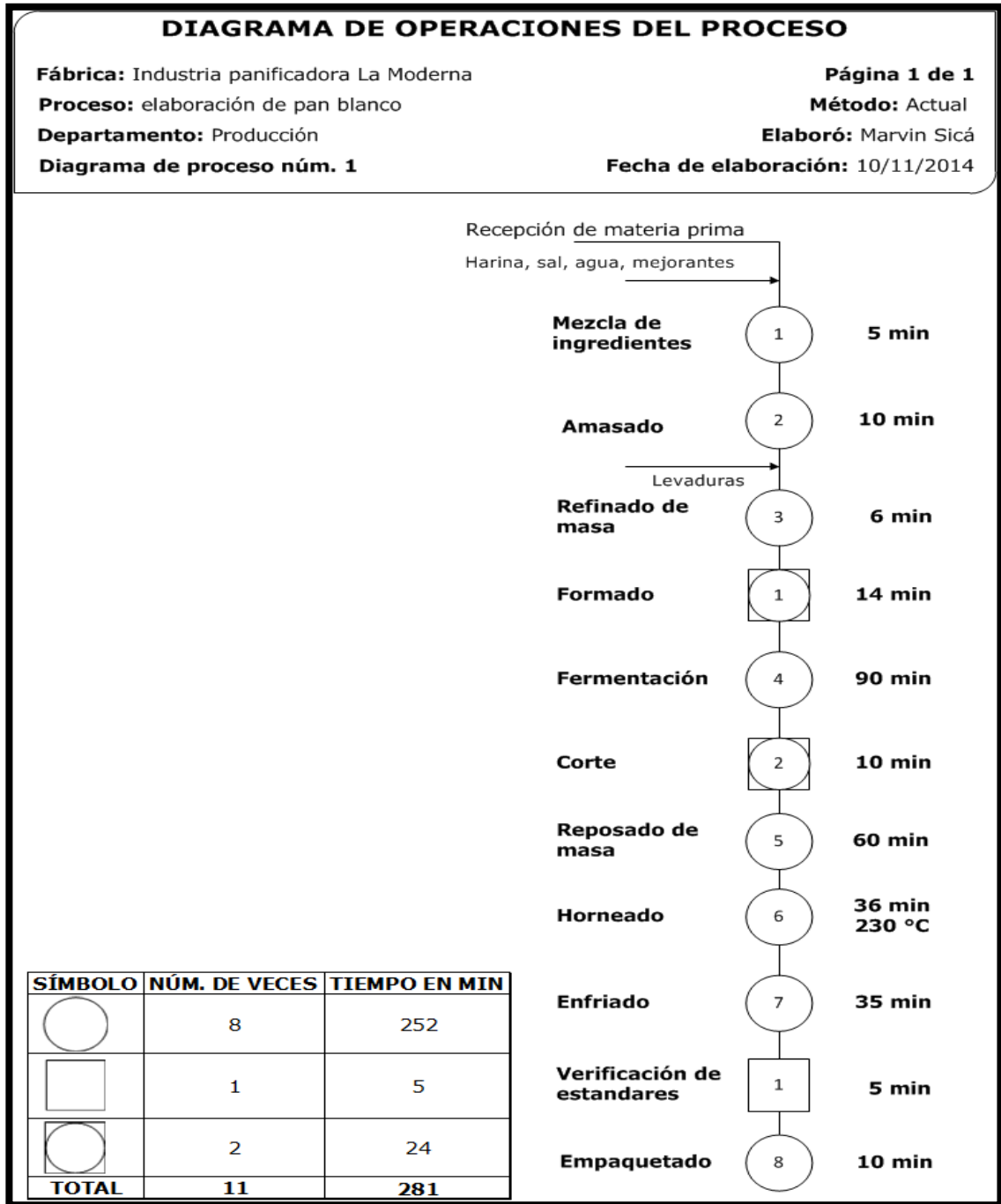
### **3.2.1. Diagrama de operaciones**

El diagrama de operaciones es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales, además, puede comprender cualquier información que se considere necesaria para el análisis.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudios del trabajo, ingeniería de métodos y mediciones de trabajo*. p. 45.

Figura 11. Diagrama de operaciones

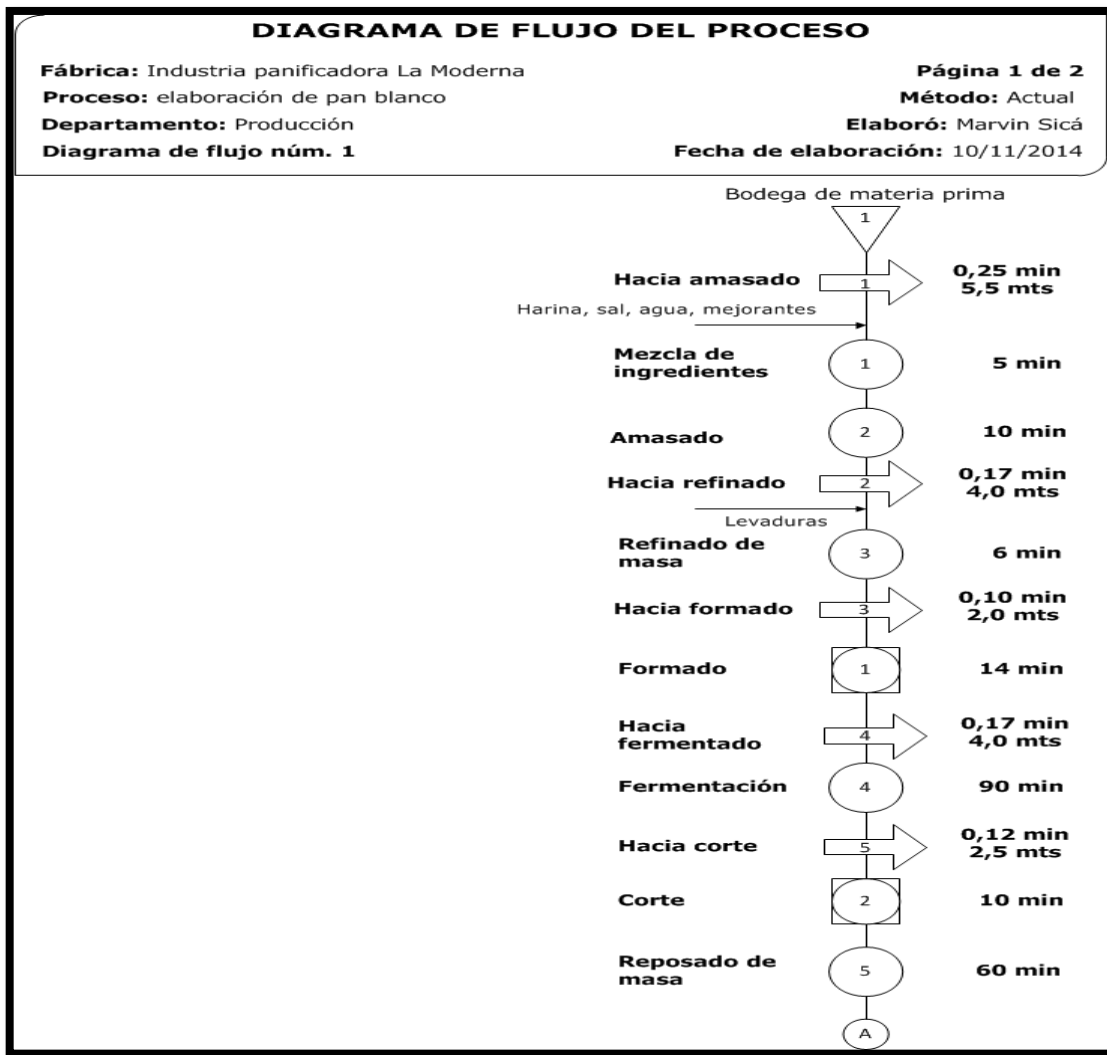


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Visio 2010.

### 3.2.2. Diagrama de flujo

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las actividades, operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso.<sup>4</sup>

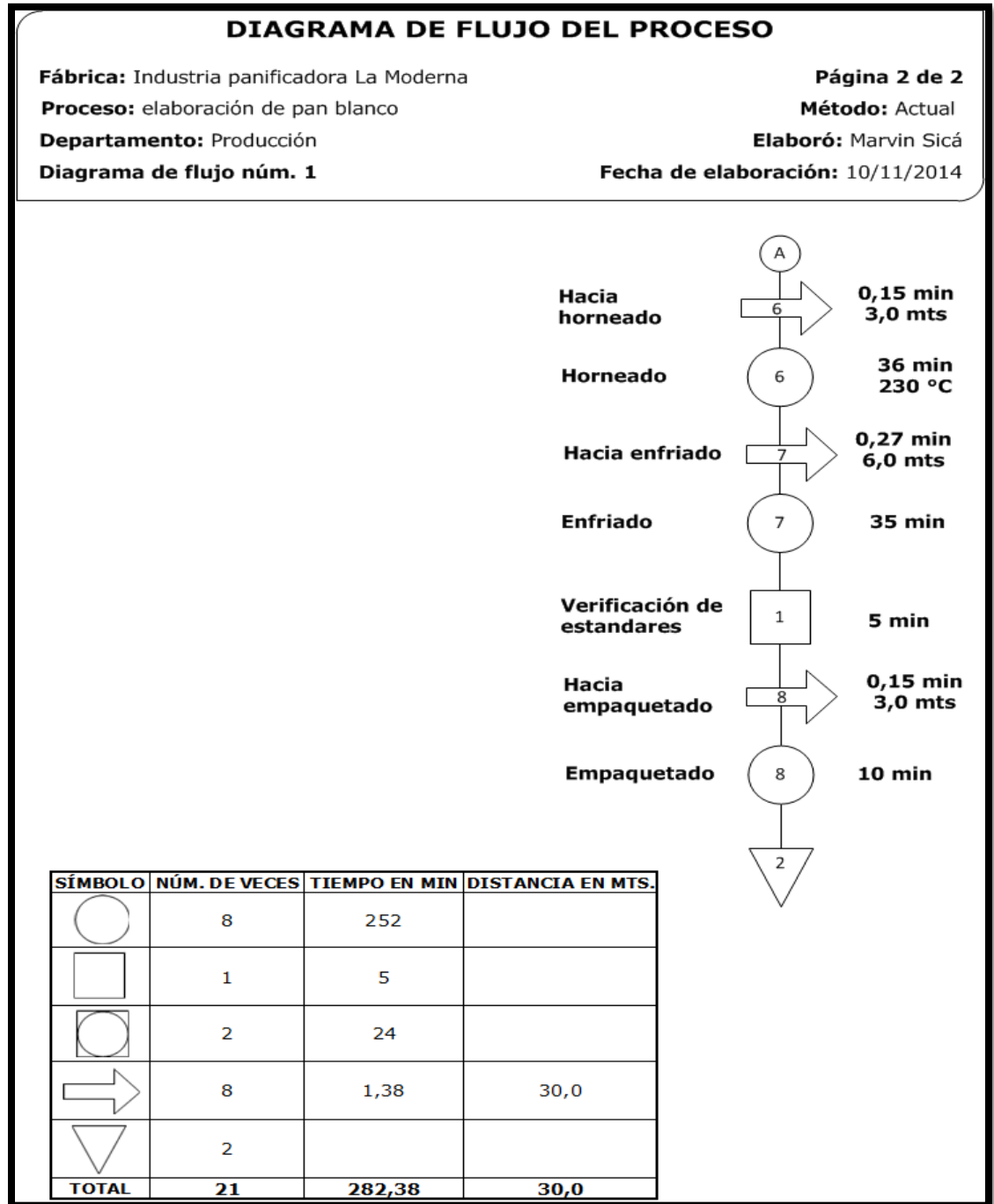
Figura 12. Diagrama de flujo



<sup>4</sup> GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudios del trabajo, ingeniería de métodos y mediciones de trabajo*. p. 53.



Continuación de la figura 12.

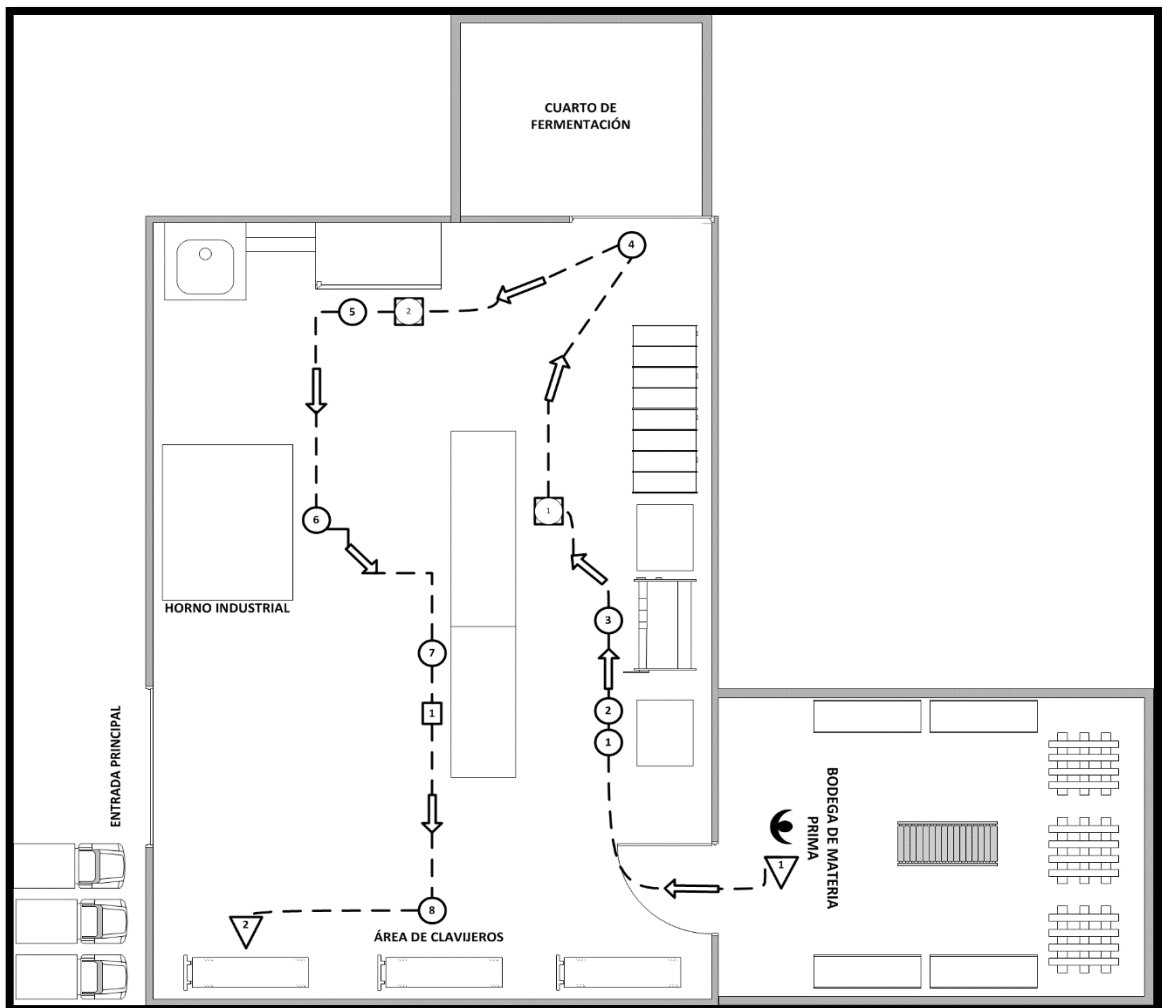


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### 3.2.3. Diagrama de recorrido

Este tipo de diagrama brinda una vista de planta respecto a la secuencia del proceso que se detalla en el diagrama de flujo, sirve para identificar cual es el movimiento del operario al desarrollar las operaciones

Figura 13. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### **3.2.4. Diagrama hombre-máquina respecto al proceso de horneado**

El diagrama de procesos hombre-máquina se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. El diagrama muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> NIEBEL, Benjamín W.; FREIVALDS, Andris; GONZÁLEZ OSUNA, Marcia. *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 30.



### **3.3. Análisis de seguridad e higiene industrial a la empresa**

En este ítem de la investigación se diagnostica y evalúa la situación actual de la empresa y cada una de sus áreas específicas en lo que corresponde a la seguridad e higiene industrial, analizando las instalaciones físicas, los equipos de seguridad personal, los métodos y procedimientos de cada uno de los procesos o actividades.

#### **3.3.1. Diagnóstico de seguridad e higiene**

Un diagnóstico de la seguridad e higiene industrial en la empresa, viene a constituirse como una herramienta de suma utilidad e importancia para el desarrollo de cualquier tipo de trabajo en todo nivel, ya que con ella se obtienen beneficios como el resguardo de la integridad física y emocional de los trabajadores.

Esta herramienta es muy importante dentro de la industrias panificadoras ya que ayuda a minimizar accidentes, enfermedades, reduce los paros de actividades innecesarios y, por ende, los costos intrínsecos de estos, reduce los costos por accidentes, mantiene un ambiente de trabajo cómodo y agradable, de seguridad y confianza para el normal desarrollo de las tareas que se realizan y mantiene un ambiente estable de trabajo, por lo que se hace imperativo contemplar la capacitación del personal en cuanto a medidas preventivas, instalar dispositivos de seguridad y mantener auditorías constantes para que se apliquen medidas de seguridad.

Por ello, se hace necesario el analizar los procesos, procedimientos, instalaciones, maquinaria y equipo con los que se cuentan en la industria panificadora La Moderna y tomar los factores de seguridad, tanto para situaciones actuales, como futuras, y de esta forma tratar de disminuir los riesgos a los que los trabajadores están sometidos en sus lugares de trabajo, e incrementar la eficiencia y productividad de la maquinaria y del personal con el que se cuenta.

### **3.3.2. Riesgos en el área de trabajo**

En las industrias panificadoras se trata de evitar riesgos y proporcionar ambientes saludables de trabajo, mejorando con ello la productividad y rentabilidad tanto a nivel empresarial como operativo.

Luego de dar a conocer los diferentes tipos de maquinaria y equipos utilizados en la industria panificadora La Moderna, es elemental analizar los riesgos que pueden suscitarse en el área de trabajo y a la vez proponer medidas preventivas de los riesgos existentes en este tipo de industrias. Los riesgos se pueden observar a continuación en la tabla 2.

Tabla II. Riesgos y medidas preventivas en industrias panificadoras

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Riesgo:</b> Atrapamientos con partes móviles de las máquinas.</li> <li>• <b>Medidas preventivas:</b> Protecciones y resguardos en las máquinas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Riesgo:</b> Caídas, resbalones.</li> <li>• <b>Medidas preventivas:</b> Limpieza del suelo, pavimento y calzado antideslizante.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Riesgo:</b> Exposición al polvo de harina.</li> <li>• <b>Medidas preventivas:</b> Disponibilidad de mascarillas para los trabajadores, este riesgo se debe considerar en exámenes médicos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Riesgo:</b> Cortes por manejo de cuchillos.</li> <li>• <b>Medidas preventivas:</b> Información sobre los métodos de trabajo más adecuados</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Riesgo:</b> Por explosión en el sistema de gas.</li> <li>• <b>Medidas preventivas:</b> Verificación de cilindros y tuberías transportadoras de gas.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.3. Accidentes**



Uno de los elementos de seguridad industrial utilizados para el análisis, son los accidentes de trabajo que ocurren cuando no existen condiciones adecuadas para realizar las labores.

Los accidentes de trabajo son una combinación de riesgo físico y error humano. También se define como un hecho en el cual ocurre o no la lesión de una persona, dañando o no a la propiedad; o solo se crea la posibilidad de tales efectos ocasionados por el contacto de la persona con un objeto, sustancia u otra persona, la exposiciones del individuo a ciertos riesgos latentes y los movimientos de la misma persona.

En las panificadoras los empleados están permanentemente expuestos a accidentes provocados por factores del trabajo. Estos accidentes pueden afectar a los demás debido a la interrupción de la actividad cotidiana. En la tabla 3 se detallan los accidentes más recurrentes en una panificadora y sus acciones preventivas.



Tabla III. **Accidentes más frecuentes en industrias panificadoras**

<p><b>Q u e m a d u r a s</b></p>	<p>Estos accidentes pueden suscitarse por la manipulación de instrumentos o accesorios con altas temperaturas, agua hirviendo o por fugas de gas.</p>		<p><b>P r e v e n t i v a s</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enfriar la quemadura con agua fría.</li> <li>2. No reventar ampolla.</li> <li>3. Cubrir con gasas húmedas la herida.</li> <li>4. Si hubiera ropa adherida a la piel solo humedecerla No quitarla.</li> <li>5. Quitar inmediatamente pulseras, anillos o joyas Si llevara en la parte afectada.</li> </ol>
<p><b>R e s b a l o n e s</b></p>	<p>Estos accidentes ocurren cuando se derrama, grasas, harinas, aceites o líquidos en pisos, también cuando hay objetos que obstaculizan el paso.</p>		<p><b>P r e v e n t i v a s</b></p>	<p>Si llegara a presentare una caída por un resbalón, se deben verificar los siguientes aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nivel de conciencia de la persona.</li> <li>2. Verificar la respiración y pulso en la persona.</li> <li>3. Revisar si hay heridas o lesiones.</li> </ol>
<p><b>C o r t a d a s</b></p>	<p>Suceden por la manipulación de utensilios como cuchillos, raspadores de metal, gilletes o tijeras con filo en su borde.</p>		<p><b>P r e v e n t i v a s</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lavarse las manos y colocarse guantes.</li> <li>2. Lavar la herida.</li> <li>3. Detener la hemorragia.</li> <li>4. Tapar la herida con gasas limpias.</li> </ol>
<p><b>A e t r a m p a q u i n e n a t r o i s</b></p>	<p>Se producen cuando el trabajador introduce la mano involuntariamente en la máquina en movimiento y esta puede atraparle la mano.</p>		<p><b>P r e v e n t i v a s</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apagar la maquinaria en funcionamiento.</li> <li>2. Verificar si el afectado puede liberar su mano sin problema.</li> <li>3. Identificar daños.</li> </ol>

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.4. Equipo de protección

Debido a la naturaleza de algunas operaciones y las consideraciones económicas, el cambio en métodos, equipos o en las herramientas utilizadas en el proceso quizá no elimine ciertos peligros, por tal razón los operarios deben contar con equipo de protección personal, como anteojos, máscaras, cascos, delantales, chalecos, pantalones, guantes, zapatos y equipo de respiración.

El equipo de protección tiene como objetivo proteger al trabajador frente a agresiones externas, ya sean de tipo físico, químico o biológico, que se puedan presentar en el desempeño de la actividad laboral, aparte la protección personal busca reducir o eliminar las consecuencias personales o lesiones que los accidentes puedan producir en el trabajador. Constituye una de las técnicas de seguridad operativa que presenta mayor productividad.

Tabla IV. **Equipo de protección personal en industrias panificadoras**

<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>	
Protección respiratoria	
Guantes industriales	
Calzado industrial	
Protección corporal	
Protección para carga y descarga	
Protección visual	
Protección auditiva	

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.5. Orden y limpieza

Este eje de la seguridad e higiene industrial tiene como finalidad brindar las pautas necesarias para mantener las instalaciones ordenadas y evitar incidentes o contaminación de los alimentos producidos de los procesos de la panificación. Al proponer normas generales de orden y limpieza se implementan técnicas que mejoran la calidad productiva de las panificadoras.

La Norma ISO 22000, respecto a la inocuidad alimenticia, habla sobre la aplicación de una técnica de ingeniería para el mejor desarrollo del orden y limpieza dentro de una industria. Las 5S que es un método desarrollado por Hiroyuki Hirano, que consta de 5 elementos que son:

- *Seiri* (seleccionar): consiste en retirar del lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios.
- *Seiton* (organizar): consiste en ordenar los artículos que se necesitan para el trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa.
- *Seiso* (limpiar): consiste en básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar.
- *Seiketsu* (estandarizar): consiste en lograr que los procedimientos y actividades se ejecuten constantemente.
- *Shitsuke* (seguimiento): consiste en convertir en un hábito las actividades de las 5S manteniendo correctamente los procesos generados mediante el compromiso de todos.

### **3.3.6. Señalización**

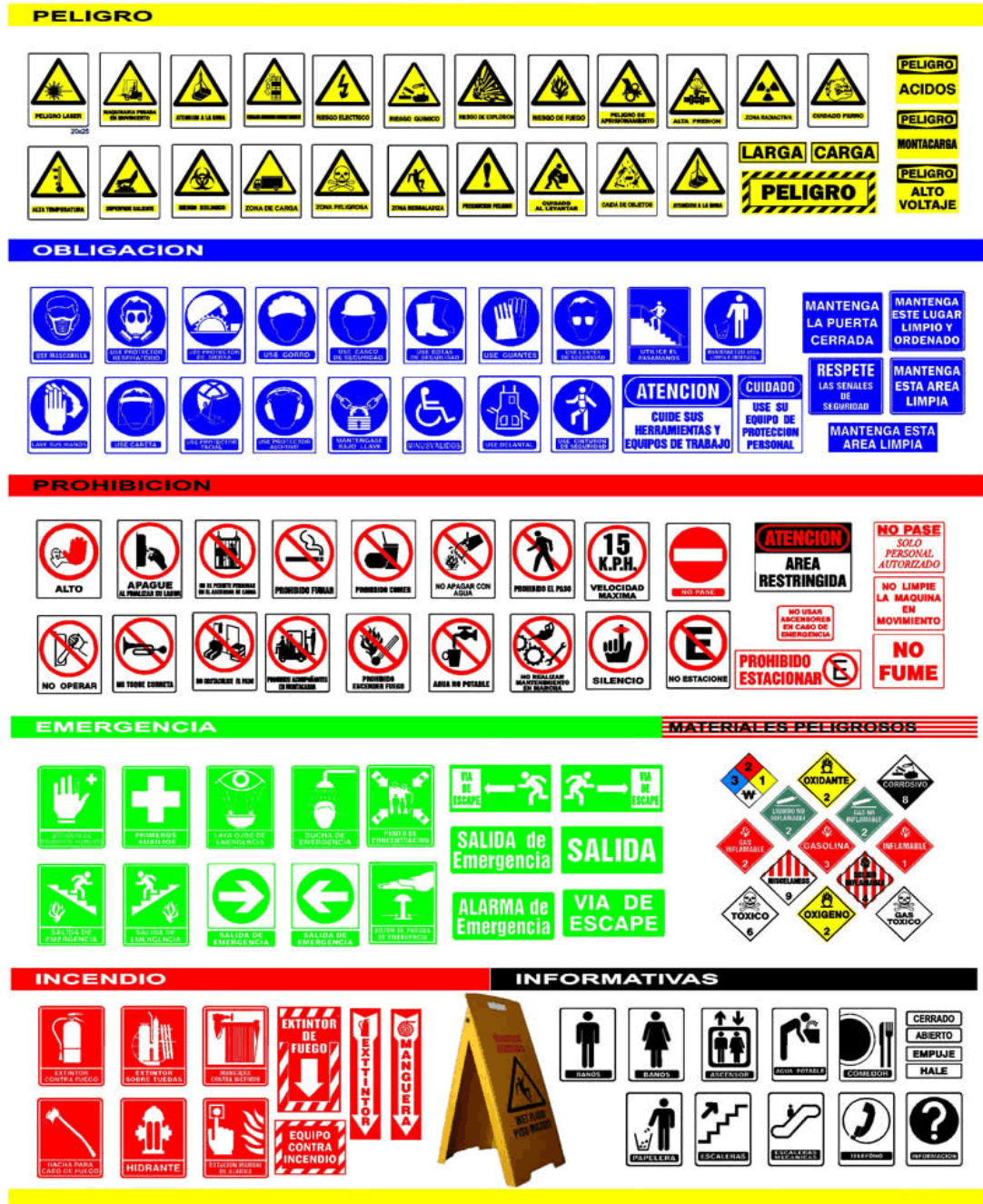
La señalización es la indicación mediante un conjunto de estímulos que condicionan la actuación de las personas que las reciben frente a unas circunstancias que pretenden resaltar. Su misión es dar información y constituye uno de los elementos más eficaces en la prevención de accidentes.

La señalización industrial permite:

- Identificar los riesgos de forma permanente.
- Localizar riesgos e indicar el lugar donde estos se encuentran.
- Dar instrucciones concretas de actuación, prohibición, obligación, advertencia.
- Delimitar las áreas de trabajo, flujo, procesos y almacenaje.

Hoy en día existe variedad de señales utilizadas para brindar información respecto a los sucesos que puedan pasar si no se presta la atención necesaria en las actividades que se realizan. La industria panificadora La Moderna no queda extenta al uso de señalización, por ende es necesario saber distinguir los diferentes tipos que existen. A continuación se presenta en la figura 15 una recopilación de señales utilizadas en las industrias.

Figura 15. Tipos de señalización industrial



Fuente: VEGA, Amparo. *El color en la industria*. <http://pleelcolor.blogspot.com/2015/01/el-color-en-la-industria.html>. Consulta: 25 de junio de 2015.

### 3.4. Estudio económico

El estudio económico o también denominado análisis económico dentro de la metodología de evaluación de proyectos, consiste en expresar en términos monetarios los análisis correspondientes a la cantidad de materia prima necesaria en el proceso, cantidad de desechos del proceso, cantidad de mano de obra directa personal (administrativo, operativo), capacidad de producción del equipo y costos de servicio.

La alta Gerencia de la industria panificadora La Moderna espera obtener ingresos que sobrepasen los Q 197 500,00 mensuales, que es una de las restricciones sólidas que tienen para poder invertir en el nuevo horno industrial.

Tabla V. Costo de materia prima

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CANTIDAD (MENSUAL)</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Harina	80 quintales	Q 280,00/quintal	Q 22 400,00
Azúcar	5 quintales de azúcar	Q 275,00/bolsa	Q 1 375,00
Manteca	10 cajas (27 libras /caja)	Q 140,00/caja	Q 1 400,00
Sal	2 quintales de sal	Q 70,00/quintal	Q 140,00
Leche en polvo	3 quintales de leche	Q 1 100,00/quintal	Q 3 300,00
Levadura	5 cajas (50 libras/caja)	Q 550,00/caja	Q 2 750,00
Mejorador de pan	25 libras	Q 20,00/libra	Q 500,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 31 865,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Costo de mano de obra**

<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SUELDO</b>	<b>TOTAL</b>
Gerente general	1	Q7 500,00	Q 7 500,00
Jefe de producción	1	Q5 500,00	Q 5 500,00
Contador ( <i>Outsourcing</i> )	1	Q3 500,00	Q 3 500,00
Ventas	2	Q3 500,00	Q 7 000,00
Encargado de bodega	1	Q3 500,00	Q 3 500,00
<b>Total de Sueldos administrativos</b>			Q 27 000,00
Operarios panaderos	3	Q3 500,00	Q 10 500,00
Electricista	1	Q3 500,00	Q 3 500,00
Mecánico	1	Q3 500,00	Q 3 500,00
Encargado de limpieza	1	Q3 000,00	Q 3 000,00
<b>Total sueldos de los operarios</b>			Q 20 500,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 47 500,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Costo de energía eléctrica**

<b>ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	
Potencia (KW) del equipo	2,5
Total de horas encendido el equipo	240 horas/ mes
KWH (kilo watts por hora)	600
Costo del KWH	Q1,73
<b>PAGO MENSUAL APROXIMADO</b>	<b>Q1 038,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Sueldo administrativo incluye gerente general, jefe de producción, personal de ventas, el encargado de bodega y el contador que trabaja de *outsourcing*, el cual le lleva la contabilidad a toda la empresa, de todas sus líneas de producción, cobra un promedio de Q 3 500,00.

Se trabajará una jornada especial ya que los tiempos de horneado son en general de 8 horas al día, por lo que la empresa cuenta con horarios rotativos que permitirán trabajar 8 horas en distintos lapsos del día únicamente en el horno industrial de lunes a domingo, obteniendo un total aproximado por mes de 240 horas.

El costo del gas para el funcionamiento del horno es conforme al consumo y este es equivalente a 157,5 galones por semana y el costo es de Q 15/galón, haciendo un monto mensual aproximado de Q 9 450,00.

La mano de obra especializada que le brinda el servicio de mantenimiento al horno industrial es personal de *outsourcing*, por recomendación del fabricante se deben realizar varios mantenimientos que constan de:



- El mantenimiento anual, en donde se realiza una revisión general del horno, mantenimiento a los motores, caldera, lubricación, sistema de gas y agua tiene un costo asociado de Q 2 200,00.
- El mantenimiento trimestral consta de calibraciones y revisiones generales y tiene como costo asociado Q 1 200,00 por mantenimiento, a este se le puede denominar mantenimiento preventivo. En la figura 24 se puede observar el formato de actividades que debe realizar el personal de *outsourcing* para el buen funcionamiento del horno industrial.

#### **3.4.1. Cotización del equipo**

La cotización del equipo fue brindada por la empresa comercial FEMA, que se dedica a la distribución de equipo y herramienta para industrias panificadoras.



Figura 16. Cotización del horno industrial

		Comercial Fema, S. A. 6ta. Avenida 13-53 Zona 9 Tel. 2361-2825 /2361-9039 2361-5337 / 2360-5899 Guatemala, C. A.	
		<b>FACTURA PROFORMA</b> martes, 24 de febrero de 2015	
Empresa: <b>Nombre:</b> Marvin Alfredo Sica Perez <b>Telefono:</b> 4229-0571 <b>Dirección:</b> 4ta. Avenida 52-89 Zona 2 <b>E-mail:</b>		<b>Fecha:</b>	
Cant.	Descripción	P. Unit.	Precio
1	Horno rotativo marca LOGIUDICE, modelo LFRM con capacidad para carro de 40 bandejas, construcción en acero inoxidable, energía eléctrica 220 volt. 60 Hz, trifásico, inyección de vapor, combustión a diesel o a gas, incluye carro porta bandejas.  		Q 236,000.00
Ana Lucia de Lam Ejecutiva de Ventas			<b>Q 236,000.00</b>
Comercial Fema, S. A./ 6ta. Avenida 13-53 Zona 9, Guatemala C. A. / Tel. 2361-2825 /2361-9039 www.comercialfema.com/ info@comercialfema.com			

Fuente: empresa comercial FEMA.

### **3.4.2. Estudio financiero**

El objetivo de realizar un estudio financiero es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que se obtiene de los ingresos, egresos y de la inversión inicial que se desea hacer, en este caso respecto al nuevo horno industrial que se desea adquirir, con el fin de analizar si la capacidad de una empresa para ser sustentable, viable y rentable en el tiempo.

La Ley sobre el Impuesto Sobre la Renta (ISR). Es del 25 % a partir de 2015 dato proporcionado por la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT).

La tasa pasiva obtenida del banco de Guatemala a partir de julio de 2015, es de 5,48 % y la tasa de inflación acumulada es de 2,32 %.

Las prestaciones laborales establecidas por la ley son vacaciones (4,11 %), aguinaldo (8,33 %), bono 14 (8,33 %), IGSS (12,67 %) y la indemnización (9,72 %). Dando una sumatoria de 43,16 % en prestaciones laborales.

#### **3.4.2.1. Valor presente neto (VPN)**

Es un método para evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero que es maximizar la inversión. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual.

Si es positivo significará que el valor de la empresa tendrá un incremento equivalente al monto del valor presente neto. Si es negativo quiere decir que la empresa reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

Es importante tener en cuenta que la estimación del valor presente neto depende de las siguientes variables: la inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de períodos que dure el proyecto.

La siguiente ecuación permitirá determinar el valor presente neto.

$$VPN = \frac{Vp}{(1+i)^1} + \frac{Vp}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Vp}{(1+i)^n}$$

Donde:

- VPN = valor presente neto.
- Vp = valor presente.
- I = interés en este caso se tomará en cuenta la tasa mínima atractiva de retorno TMAR.
- n = momento temporal normalmente expresado en meses, regularmente n empieza en cero, uno y así consecutivamente.

La siguiente ecuación sirve para determinar la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR).

$$TMAR = i + f + i * f$$

- $I$  = tasa de interés pasiva proporcionada por el Banco de Guatemala
- $f$  = tasa de inflación acumulada proporcionada por el Banco de Guatemala

Solución.

$$TMAR = 5,48 \% + 2,32 \% + (5,48 \% * 2,32 \%) = 7,93 \%$$

$$VPN = -236,000 + \frac{Q 59 872,75}{(1 + 7,93 \%)^1} + \frac{Q 57 823,41}{(1 + 7,93 \%)^2} + \frac{Q 55 726,53}{(1 + 7,93 \%)^3} \\ + \frac{Q 53 581,00}{(1 + 7,93 \%)^4} + \frac{Q 51 385,70}{(1 + 7,93 \%)^5} + \frac{Q 49 139,46}{(1 + 7,93 \%)^6} = Q 19 115,94$$

Valor presente neto (VPN) es equivalente a Q 19 115,94, el VPN es positivo significa que la inversión será recuperada durante los seis meses.

### 3.4.2.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad es un indicador del rendimiento o ganancia anual, significa que utilizando esa tasa la inversión queda en un punto de equilibrio en el cual no abrían pérdidas ni ganancias. El criterio de decisión depende de las siguientes condiciones:

- Si la TMAR es mayor que la TIR se rechaza el proyecto o la inversión.
- Si la TMAR es menor que la TIR se acepta el proyecto.
- Si la TMAR es igual que la TIR el proyecto está en un punto de equilibrio donde no hay pérdidas ni ganancias, se debe meditar la decisión de rechazar o aceptar el proyecto.

Ecuación para determinar la TIR.

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1 + TIR)^t} + I = 0$$

Donde:

- Ft = es el flujo de caja en el período t
- n = es el número de período
- I = es el valor de la inversión inicial

Solución

$$0 = \frac{Q 59 872,75}{(1 + TIR)^1} + \frac{Q 57 823,41}{(1 + TIR)^3} + \frac{Q 55 726,53}{(1 + TIR)^3} + \frac{Q 53 581,00}{(1 + TIR)^4} + \frac{Q 51 385,70}{(1 + TIR)^5} + \frac{Q 49 139,46}{(1 + TIR)^6} = TIR = 11 \%$$

Se despeja para la TIR obteniendo una tasa interna de retorno de 11 % la cual es mayor que la TMAR, se puede aceptar el nuevo horno industrial.

$$TIR > TMAR$$

$$11 \% > 7,93 \% \quad SE \text{ ACEPTA EL PROYECTO}$$

### 3.4.3. Análisis costo-beneficio

El costo-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana. Se supone que todos los hechos y actos pueden evaluarse bajo esta lógica, aquellos dónde los beneficios superan el costo son exitosos, caso contrario fracasan.

El análisis costo-beneficio es una técnica para la toma de decisiones, si la relación de costo-beneficio es mayor que uno la inversión resultará exitosa, si es menor que uno fracasará y si es igual que uno no abran pérdidas ni ganancias.

La siguiente ecuación sirve para determinar el costo-beneficio

$$\text{costo} - \text{beneficio} = \frac{VPB}{VPC}$$

Donde:

- VPB = valor presente de beneficios, se obtiene de los ingresos.
- VPC = valor presente de costos se obtiene de los egresos y la inversión inicial.

Solución

$$\text{costo} - \text{beneficio} = \frac{255\ 115,94}{236\ 000,00} = 1,08$$

El valor del costo- beneficio es de 1,08, es mayor que uno por lo tanto se puede aceptar la inversión del nuevo horno industrial.

#### **3.4.3.1. Beneficios de adquirir el equipo nuevo**

Los beneficios que se obtienen al invertir en la adquisición de un nuevo horno industrial para la industria panificadora La Moderna son muchos, partiendo de que es una empresa relativamente joven que todavía no ha alcanzado su mayor crecimiento, entre las ventajas se pueden considerar:

- Extender sus rutas de mercado, debido a que podrá cubrir con una demanda más exigente de productos panificables.
- Los paros por mantenimientos pueden ser compensados utilizando un horno a su máxima capacidad, mientras el otro recibe el mantenimiento adecuado para garantizar su vida útil de funcionamiento.
- La producción de productos panificables aumentará, por lo que supondría un incremento en los ingresos, lo que vendría acompañado de una necesidad de mano de obra, por lo que se estaría brindando empleo al invertir en el nuevo horno industrial.
- Poder competir a un nivel más alto con otras industrias panificadoras, ya que se tendría la capacidad de absorber más clientes y proporcionar con la misma calidad todos los productos panificables en los distintos mercados de competencia.

### **3.5. Plan de mantenimiento del equipo**

El plan de mantenimiento permite conseguir un proceso eficiente para que una empresa tenga una maquinaria idónea para el trabajo programado diario, en el cual estará incluido la organización, estrategias, planificación y la manera de ejecutar.

El objetivo primordial del mantenimiento en todos sus ámbitos es el de reparar desperfectos en forma rápida y rentablemente económica para la empresa, de tal manera que la inversión que se realiza en el mantenimiento se vea reflejada en la producción. La planificación y ejecución de un mantenimiento correcto, beneficia a la empresa directamente en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

La labor del mantenimiento está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador, ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y equipo de la empresa, lo cual permite un mejor desenvolvimiento, evitando en parte riesgos en el área laboral.

#### **3.5.1. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo está diseñado para prevenir al máximo, las fallas que se puedan generar detectándolas con anterioridad, básicamente son todas aquellas actividades que conllevan a revisiones programadas. Su fin es reducir el mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas, la prestación de servicios y la renovación de los elementos dañados.



El mantenimiento preventivo se caracteriza en programar revisiones del equipo, apoyándose en el conocimiento de estas, con base en la experiencia de los mecánicos y los datos históricos de mantenimiento obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizarán las acciones necesarias, engrasado, desmontaje, lubricación, limpieza, entre otras cosas.

- Ventajas
  - Previamente se tiene un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los datos históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria.
  - Debe conocerse con anticipación qué es lo que se debe de hacer, ya que se dispone de personal, documentos técnicos e insumos.
  - El cuidado periódico incluye a un estudio óptimo de conservación, con el que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora continua.
  - La reducción del mantenimiento correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del Departamento de Mantenimiento, así como una previsión de los cambios o medios necesarios.

- Los trabajos pueden ser programados a futuro sin afectar las actividades de producción y se dispone de tiempo para realizar todas las tareas que no se pueden hacer cuando el equipo está en funcionamiento.

Con el mantenimiento preventivo se busca minimizar la probabilidad de falla, esto se realiza por medio de cuatro actividades básicas:

- Visitas o inspecciones: sirven para verificar el estado del equipo o instalación a través de inspecciones rápidas, periódicas y planificadas que no requieren acción de desmontaje alguno.
- Revisiones o ajustes: son inspecciones periódicas con la diferencia que en estas sí se hacen operaciones de desmontaje. En este tipo de inspecciones es necesario realizar la supervisión del funcionamiento de la máquina.
- Lubricación: es un punto primordial en el mantenimiento preventivo y consiste en la aplicación periódica de aceites y grasas, para evitar fallas debido al desgaste prematuro de las piezas, a causa de la fricción. Con una lubricación apropiada se obtienen varios beneficios, tales como:
  - Reducción de costos de mantenimiento
  - Prolongación de la vida útil de la maquinaria o equipo
  - Reducción de paros de producción imprevistos
  - Ahorro en el consumo energético

- Limpieza: la limpieza de maquinaria es una parte vital para la aplicación del mantenimiento preventivo, en cualquier tipo de industria, ya que permite detectar de una mejor forma las fallas en el equipo y al mismo tiempo facilita la labor del personal de mantenimiento.

### **3.5.2. Mantenimiento correctivo**

En este tipo de mantenimiento la palabra mantenimiento es sinónimo de reparación y el servicio de mantenimiento opera con una organización y planificación mínima. El mantenimiento correctivo se ocupa de la reparación cuando se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina. En el mantenimiento correctivo se elabora un plan en el que se prevé repuestos, mano de obra, entre otras.

Ventajas:

- El equipo está preparado para que la intervención en el fallo, sea rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.
- No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes es suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, se prioriza la experiencia y la pericia de los operarios, para la capacidad de análisis del tipo de problema que se produzca, guie a la mejor solución.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implementación de otro sistema no es recomendable desde el punto de vista económico.

Desventajas:

- Suele producirse una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente.
- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan la planificación de manera incontrolada.
- Sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación.
- Puede que produzcan accidentes al personal, por el mal funcionamiento del equipo.

### **3.5.3. Esquema de mantenimiento**

El esquema de mantenimiento se emplea con el fin de desarrollar un proceso de seguimiento y análisis para llevar a cabo mejoras en las áreas productivas de la industria panificadora.

#### **3.5.3.1. Políticas de mantenimiento**

Por parte de la industria panificadora es indispensable llevar a cabo un plan de mantenimiento como objetivo principal, para mantener en las mejores condiciones el funcionamiento de las máquinas. Este compromiso es de todo el personal de mantenimiento y producción a colaborar con la ejecución del plan,

refiriéndose que ha de ser una visión integral, donde cada uno coopera y se complementa con el otro. Las políticas pueden describirse así:

- Priorizar los trabajos de acuerdo a los requerimientos de producción. Ha de entenderse, esta política como la importancia que se le dará a los trabajos en los equipos, dando prioridad a aquellos que se necesitan para cumplir con los requerimientos de la industria panificadora. Es trabajo de los directivos de la planta el realizar este estudio de prioridad y asignar las respectivas tareas de mantenimiento.
- Mejorar la confiabilidad y la operatividad de las máquinas. Se busca elevar el grado de confiabilidad de las máquinas, con la finalidad de evitar pérdidas por presentarse fallos durante la realización de su trabajo.
- Mantener al personal de mantenimiento actualizado. Es base fundamental mantener al personal capacitado constantemente, tanto en aspectos técnicos actuales, como en avances tecnológicos.
- Trabajar con base en la creación de un medio ambiente sustentable.

### **3.5.3.2. Estructura de mantenimiento**

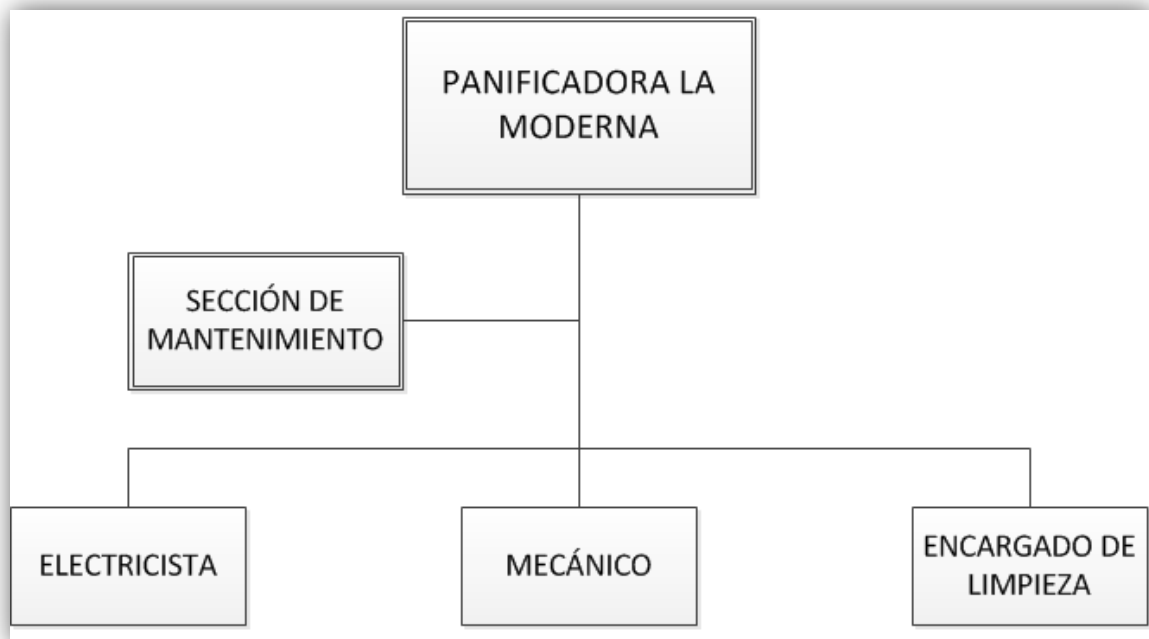
La estructura de mantenimiento será la distribución y orden en que se dará inicio al mantenimiento.

Debe contar con una sección de mantenimiento, debe responsabilizarse de mantener los equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento. Se debe tener muy en cuenta el mantenimiento preventivo, para que los equipos estén en condiciones de ser usado cuando realmente se necesitan.

Esto implica incluir conocimientos de un electricista y de un mecánico. A partir de un determinado nivel de acopio o cuando se dispone de varias plantas o las mismas por alguna razón se encuentra seriamente deterioradas, es recomendable que el equipo de mantenimiento dependa de la empresa acopiadora. Por otra parte esto permite, bajar costo si los trabajos son importante y un servicio más rápido.

Personal de trabajo se debe involucrar al mantenimiento notificando cualquier anomalía del equipo.

Figura 17. **Estructura de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

### **3.5.3.3. Objetivos del mantenimiento**

#### Objetivo general

- Lograr que las instalaciones y equipos de trabajo se conserven en condiciones óptimas de funcionamiento, previniendo las posibles averías y fallos, garantizando de esta manera que el trabajo se realice con los mayores niveles de calidad y seguridad.

#### Objetivos específicos

- Optimizar la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminuir los costos de mantenimiento correctivo.
- Administración de los correctos recursos humanos.
- Maximizar la vida útil de las máquinas.
- Recopilar información de mantenimiento tanto técnica como estadística.
- Realizar la programación de los trabajos de mantenimiento siguiendo un proceso lógico y ordenado.

### **3.5.3.4. Planificación de trabajo**

Para que los trabajos de mantenimiento se puedan realizar con la eficiencia deseada, es preciso:

- Definir puntualmente el trabajo a realizar
- Estimar los recursos necesarios (mano de obra, materiales)
- Utilizar las normas de seguridad y procedimientos estandarizados

Sin duda alguna la planeación tanto de la mano de obra como de los materiales (repuestos, herramientas, útiles, entre otras), es muy importante, por ello se puede decir que es una actividad imprescindible para una adecuada programación. Estas dos actividades se pueden planificar de la siguiente manera:

- Preparación de la mano de obra
  - Normas, procedimientos, guías de trabajo aplicables
  - Calificación y formación necesaria de los ejecutores
  - Horas de trabajo necesarias y permisos de trabajo a obtener
  
- Preparación de materiales

Se requiere de materiales de consumo y otros no almacenados. Evidentemente no todos los trabajos requieren igual preparación. Se aceptan los siguientes grados de preparación en mantenimiento para justificarla económicamente:

- En un 10 por ciento de los trabajos no se requiere ninguna preparación.
- En un 60 por ciento de los trabajos se hará una preparación general, incidiendo más en los materiales que en la mano de obra (trabajos normales).
- En un 30 por ciento de los trabajos se hará una preparación exhaustiva (grandes reparaciones, larga duración, parada de proceso).



### **3.5.3.5. Procedimientos de trabajo**

Los procedimientos de trabajo deben ser útiles y fáciles de manejar por los interesados, no son manuales para técnicos sino guías para operarios, estos deben contener:

- Las operaciones necesarias y su orden de ejecución.
- Los instrumentos, útiles y herramientas especiales necesarias.
- El número de personas necesarias para cada operación.
- Las indicaciones de seguridad en las tareas que impliquen un cierto riesgo.

### **3.6. Diseño de ficha de control**

Para diseñar una ficha de control para una maquinaria se necesita conocer varios parámetros, ya que la ficha u hoja de control servirá para llevar información sobre la maquinaria o equipo, en este caso de la industria panificadora. Los datos que debe consignar la ficha de control son:

- Definir las operaciones por realizarse en la unidad del equipo
- Denotar la frecuencia de inspección
- Indicar el estado del equipo durante la inspección
- Señalar las fechas y el personal encargado de las inspecciones

Esta información interesa al Área de Mantenimiento para establecer si se está cumpliendo con los objetivos trazados y en caso contrario determinar medidas correctivas.

### 3.6.1. Para un equipo

Esta ficha lleva un resumen de los datos técnicos que interesan del equipo; dichos datos consisten en: nombre de la empresa, nombre de la maquinaria o equipo, localización, código o registro, área, serie, modelo, motor, potencia, número de rpm, lubricante, cantidad de lubricante, entre otros. A continuación en la figura 18 se muestra la ficha de control para un equipo.

Figura 18. Hoja de control para un equipo


	<b>HOJA DE CONTROL PARA UN EQUIPO</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>
NÚMERO DE REGISTRO:		
NOMBRE DEL EQUIPO:		
LOCALIZACIÓN:		
ÁREA O DEPARTAMENTO:		
MARCA:		
SERIE:		
MODELO:		
MOTOR:		
POTENCIA:		
VOLTAJE:		
RPM:		
LUBRICANTE:		
CANTIDAD DE LUBRICANTE:		
FECHA DE INSTALACIÓN:		
OBSERVACIONES:		

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.2. Para una orden de trabajo

Es una ficha diseñada para suministrar información necesaria para programar el mantenimiento, contiene información sobre el solicitante, departamento, área, equipo a reparar, urgencia, descripción del trabajo solicitado y realizado. Además, al concluir el trabajo, provee de información sobre los materiales y mano de obra utilizados, así como también la incidencia que tiene el trabajo efectuado sobre la producción y aspectos importantes concernientes a la reparación realizada. En la figura 19 se observa la hoja de control para una orden de trabajo.

Figura 19. Orden de trabajo

		<b>HOJA DE ÓRDEN DE TRABAJO</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>	
FECHA:			NÚMERO DE ORDEN:		
SOLICITANTE:			ÁREA O DEPARTAMENTO:		
NOMBRE DEL EQUIPO:			RUTINA <input type="checkbox"/>		URGENTE <input type="checkbox"/>
TRABAJO SOLICITADO:					
HORA DE INICIO:		TIEMPO ASIGNADO:		HRS.	
HORA DE FIN:		TIEMPO UTILIZADO:		HRS.	
TRABAJO REALIZADO:					
REPUESTO UTILIZADO:					
TRABAJO REALIZADO POR:					
HUBO PARO DE EQUIPO		SI <input type="checkbox"/>		NO <input type="checkbox"/>	
REVISADO Y APROBADO POR :					
OBSRVACIONES:					

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.3. Para un control de órdenes de trabajo

Esta ficha sirve para programar las órdenes de trabajo generadas por la sección de Mantenimiento, según prioridades y al mismo tiempo verificar que se realicen todas las órdenes recibidas y el tiempo utilizado para realizar dicha orden, ya que con esto se puede volver a asignar, de una manera más eficiente las tareas del personal de mantenimiento. En la figura 20 se observa una hoja de control para órdenes de trabajo.

Figura 20. Hoja de control para órdenes de trabajo

		HOJA DE CONTROL DE ÓRDENES DE TRABAJO			MANTENIMIENTO
NÚM. ORDEN	FECHA DE ORDEN	FECHA DE INICIO	FECHA TERMINADO	DESCRIPCIÓN	
OBSERVACIONES:					

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.4. Para un reporte de actividades

Esta ficha de control contiene información sobre el trabajador, tipo de tarea realizada, tiempo utilizado, y tiempo asignado. Esta ficha de control permite además llevar un control sobre la eficiencia de cada uno de los miembros del personal de mantenimiento en el cumplimiento de sus tareas asignadas, ya sea diario, semanal o mensual dependiendo de los requerimientos de la sección de Mantenimiento. En la figura 21 se observa una hoja de reporte de actividades mensuales.

Figura 21. Hoja de reporte de actividades


		<b>HOJA DE REPORTE DE ACTIVIDADES MENSUALES</b>			<b>MANTENIMIENTO</b>	
		AL MES DE _____			DEL AÑO 201_	
NOMBRE DEL TRABAJADOR				PUESTO:		
FECHA	NÚM. ORDEN	TRABAJO REALIZADO	TIEMPO ASIGNADO	TIEMPO REAL	OBSERVACIONES	
<b>PERMISOS</b> F= Fallo P = Personal I = IGGS E = Enfermedad		OBSERVACIONES				

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.5. Para un historial de equipo

La ficha de control para el historial de un equipo, es básicamente la biografía del mismo, se anotan todos los problemas y las reparaciones que se le han hecho al equipo o maquinaria, desde el momento de su instalación. Además de asentar las reparaciones realizadas, se deben anotar las modificaciones o mejoras en el diseño original de la máquina o equipo. Esta ficha proporciona información acerca de la fecha y tipo de reparación efectuada, cantidad y tipo de repuestos usados, tiempo utilizado para la reparación. En la figura 22 se muestra una ficha de control para el historial de un equipo.

Figura 22. **Hoja de historial de un equipo**

		<b>HOJA DE HISTORIAL DE UN EQUIPO</b>			<b>MANTENIMIENTO</b>	
NOMBRE DEL EQUIPO					NÚMERO DE REGISTRO:	
LOCALIZACIÓN				ÁREA O DEPARTAMENTO:		
FECHA	NÚM. ORDEN	DESCRIPCIÓN DE LA REPARACIÓN EFECTUADA	REPUESTO UTILIZADO			TIEMPO UTILIZADO
			CANTIDAD	NOMBRE	CÓDIGO	
OBSERVACIONES						

Fuente: elaboración propia.

## **4. IMPLEMENTACIÓN**

### **4.1. Plan de acción**

El plan de acción tiene que priorizar las iniciativas más importantes para cumplir con los objetivos y metas trazados. El plan de acción incorpora las mejoras de los elementos que permiten realizar el seguimiento detallado para garantizar la eficacia y eficiencia. La jerarquización de las acciones implicará especificar tareas y asignar responsables, lo que obligará a realizar gestiones para negociarlas de manera que asegure el logro de los objetivos propuestos y por consiguiente, la mejora de la calidad del trabajo realizado.

Para lograr resultados positivos, es indispensable la comunicación entre el gerente de Producción y la sección de Mantenimiento. Además, es indispensable lograr el compromiso de estos planes para la revisión, ejecución, estandarización y seguimientos de las fichas de control. En la industria panificadora La Moderna el plan de acción tiene que ser administrado por la Gerencia General, para que sepan cuáles son los costos que conlleva proveer de un excelente nivel de mantenimiento a la maquinaria y equipos que posee el proceso productivo.

#### **4.1.1. Implementación del plan de mantenimiento**

Una vez llenas las fichas de control para el mantenimiento de los equipos que se utilizan para la elaboración de pan, con la ventaja de que se puedan utilizar en cualquier otro tipo de maquinaria, en caso que la industria

panificadora La Moderna extienda sus operaciones y decida adquirir más maquinaria.

Se procede a identificar a los responsables que se involucran para dar ejecución al control de mantenimiento de las mismas. Por lo regular en cualquier tipo de implementación de planes de mantenimiento se tiene que ver el costo asociado y si la inversión es adecuada y recuperable en el corto tiempo, por lo que se hace necesario saber cuáles son los beneficios de implementar el plan de mantenimiento.

#### **4.1.2. Entidades responsables**

La responsabilidad del mantenimiento ante la empresa viene influida por la Alta Gerencia, dado que el índice de productividad de la misma depende directamente del buen servicio que se le den a estas.

##### **4.1.2.1. Gerencia**

Según el manual del fabricante, la maquinaria requiere en un tiempo determinado su debido servicio de mantenimiento y en algunos casos cambio de ciertas piezas por desgaste o porque cumplió su tiempo de vida útil, lo que conlleva la aprobación por parte de la Gerencia para su solicitud de los repuestos. En el caso del horno industrial que es una máquina única y vital para poder cumplir con los requerimientos de los clientes, el mantenimiento a este debe realizarse secuencialmente para evitar paros innecesarios que conlleven la pérdida de utilidades para la industria panificadora.



#### **4.1.2.2. Producción**

Es de vital importancia que la sección de Mantenimiento mantenga una buena relación y coordinación con el Departamento de Producción, dado que es este el encargado de velar por mantener al día y a tiempo todos los pedidos, es por ello necesario planificar el tiempo indicado para realizar el mantenimiento de los equipos con el fin de no afectar la producción. Por lo regular el Departamento de Producción siempre delegará responsabilidad a la sección de mantenimiento, como lo son:

- Que los paros imprevistos, cuando se presenten sean lo más breve posibles.
- Que el paro de maquinarias para las revisiones se efectúen en el tiempo de descanso para no interrumpir la producción.
- Que en el momento de requerirse los servicios de mantenimiento de avería, estos se presenten de inmediato sin menoscabo de otras labores iguales de urgentes.

#### **4.1.3. Programación del mantenimiento**

Para programar es necesario, en primer lugar, que se definan las tareas por ejecutarse y luego se disponga de un cálculo tan exacto como sea razonable, del tiempo requerido para la ejecución. Esto resulta difícil y generalmente lo es, ya que se trata de reparaciones de fallas o averías, dada la posibilidad de predecir cuándo se producirán y de establecer con anticipación las operaciones necesarias para devolver al equipo a sus funciones.

Las operaciones de mantenimiento preventivo, incluyendo reparaciones de rutina, detenciones o revisiones de equipo, pueden programarse eficientemente, puesto que es posible definir las operaciones y establecer tiempos normalizados razonables. Por tanto la programación de actividades de mantenimiento se limita al estudio de estas operaciones.

Las ventajas que se obtienen de un programa de mantenimiento planeado, son:

- Se obtiene la utilización completa del equipo, ya que los componentes se lubrican e inspeccionan sistemáticamente, por lo que la probabilidad de duración se lleva hasta el máximo y las piezas gastadas se reemplazan antes de que puedan causar fallas graves que requieran una paralización prolongada.
- Los costos de mantenimiento se reducen, ya que el programa de mantenimiento de acuerdo con las actividades organizadas y planeadas anticipadamente evita paros imprevistos, horas extraordinarias de trabajo, incluso permiten paralizaciones ordenadas con un mínimo de interrupción en la producción.

Figura 23. Programación de mantenimiento

		<b>PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>			
			PREVENTIVO		CORRECTIVO	
NOMBRE DEL EQUIPO:			NÚM: DE REGISTRO:			
LOCALIZACIÓN:			DEPARTAMENTO :			
FECHA INICIO	FECHA FIN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN A REALIZAR	REPUESTOS UTILIZADOS			TIEMPO UTILIZADO
			CANTIDAD	NOMBRE	CÓDIGO	
OBSERVACIONES:						

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.4. Órdenes de trabajo**

Las órdenes de trabajo son muy importantes para poder realizar los distintos tipos de trabajo, tanto para mantenimiento preventivo como para cualquier otro tipo de mantenimiento. Es necesario estructurar un tipo único de formato que se pueda utilizar para toda la planta de producción, con el objetivo de estandarizar y así llevar un control de cada uno de ellos.

Se debe de llevar un control de ejecución de la órdenes de trabajo para determinar cuántas de estas se llevan a cabo en un período, ya sea semanal o mensual, dependiendo de las distintas actividades que se realicen de mantenimiento. El objetivo de esto es determinar la causa principal por la cual no se están ejecutando las órdenes de trabajo.

A continuación en la figura 24 se puede observar la lista de órdenes de trabajo para el equipo de mantenimiento de la industria panificadora La Moderna.

Figura 24. Órdenes de trabajo

		ÓRDENES DE TRABAJO		MANTENIMIENTO		
NÚM. ORDEN	FECHA DE ORDEN	FECHA INICIO	FECHA TERMINADO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
OBSERVACIONES:						

Fuente: elaboración propia.

**4.1.5. Rutinas de mantenimiento**

Consisten en la inspección periódica y armónicamente coordinada, de los elementos propensos a fallas y a la corrección antes de que esto ocurra. Las rutinas de mantenimiento son la base sostenible para un exitoso programa de mantenimiento preventivo. A continuación se presentan como base inicial para

el horno industrial los puntos más relevantes para llevar acabo dicho mantenimiento. Las rutinas se podrán ir mejorando a medida que se vaya retroalimentando el programa y mediante los objetivos logrados.

Algunas de las ventajas de una rutina de mantenimiento planificado, son:

- Mayor productividad de los recursos
- Mayor fiabilidad de la capacidad existente
- Mayor tiempo operativo
- Mayor satisfacción del personal, en alcanzar los objetivos de producción

#### **4.1.6. Mantenimiento de la maquinaria**

El mantenimiento del horno industrial ha ido adquiriendo una importancia creciente por la demanda de los productos que brinda la panificadora, el equipo no puede entrar en paros inoportunos ya que no se cumpliría con la producción. Esto exige un incremento constante en las actividades de mantenimiento correctivo, por lo que disminuye la calidad del equipo porque se reduce al máximo su tiempo de vida útil, por otro lado, la fuerte competencia comercial obliga a alcanzar un alto nivel de confiabilidad del sistema de producción, por lo que se hace necesario analizar los mantenimientos críticos para el buen funcionamiento del horno industrial.

Está demostrado que las organizaciones eficientes tienen un eficiente sistema de mantenimiento. Por ende las operaciones de regulación y de reparación deben realizarse con la maquinaria parada y en estas condiciones pueden realizarse sin riesgos. Los elementos que deben ser reemplazados frecuentemente, sobre todo después de un cambio, del tipo de producto, o cuando son sensibles los efectos del desgaste o están sujetos a deterioración

después de un accidente, se puede desmontar fácilmente y volver a montar en condiciones de seguridad.

El acceso a estos elementos permite realizar estas operaciones con los medios técnicos necesarios según el método operativo definido por el encargado del mantenimiento.

#### **4.1.7. Instrucciones y recomendaciones para el personal**

Para el personal se recomienda la lectura detallada de las instrucciones de funcionamiento de la maquinaria para su protección, ya que es necesario conocer con mucho detalle el uso de los diferentes dispositivos del equipo, con el objetivo de disminuir los riesgos de operación.

##### **4.1.7.1. Instrucciones para el personal de mantenimiento**

El personal de mantenimiento debe estar adecuadamente instruido y dotado de las herramientas necesarias de trabajo y de los dispositivos de protección individual.

Antes de manipular los equipos de la industria panificadora es necesario:

- Desconectarlos de la red de energía eléctrica.
- Como mantenimiento de la parte eléctrica del motor eléctrico (en el caso de la amasadora) se deben revisar las escobillas, para estos mantenimientos se debe solicitar permiso al jefe de Producción.

- En el caso de averías, las piezas a reemplazar deberán ser siempre originales, ya que la utilización de piezas de repuestos o accesorios que no han sido suministrados por el fabricante puede causar accidentes.
- El personal de mantenimiento se debe atener a las disposiciones previstas en el manual de mantenimiento para las intervenciones específicas.
- El personal de mantenimiento, al final de la intervención, debe comprobar el funcionamiento de las condiciones de seguridad de la máquina, volviendo a insertar todos los dispositivos de seguridad instalados y ver de este modo que todo marche bien.

#### **4.1.7.2. Instrucciones para el personal de *outsourcing* de mantenimiento**

El personal que realiza la revisión programada de mantenimiento al horno industrial es la empresa Equipos y Soluciones Industriales S, A., una empresa dedicada a brindar mantenimiento profesional, ellos poseen la mano de obra especializada en este tipo de maquinaria. Las instrucciones para el personal de *outsourcing* antes de manipular el horno industrial, son:

- Verificar que el horno industrial haya transcurrido por lo mínimo 45 minutos después de su último proceso de horneado, ya que la temperatura de funcionamiento de este excede los 230 °C, lo que puede ocasionar quemaduras hasta de primer grado.
- Apagar el equipo y sus controles, para evitar daños a estos cuando se comience a manipular el equipo, el horno industrial viene con mandos



incluidos de seguridad que deben inhabilitarse para brindarle el mantenimiento.

- Desconectar de la línea eléctrica el horno industrial, ya que es un equipo moderno con mando electrónico, por lo que es necesario desenchufarlo para evitar el contacto con la electricidad, el equipo funciona con un voltaje de 220 voltios.
- Cerrar la línea de gas, este paso es fundamental debido a que el equipo funciona a base de gas y las altas temperaturas o el uso indebido de alguna llama podría ocasionar una explosión catastrófica para la industria panificadora y sus empleados.
- Cerrar la llave de paso de agua, que proporciona el elemento vital para el funcionamiento del horno, como ya se detalló con anterioridad el horno funciona por convección (recirculación de vapor).

#### **4.1.8. Mantenimiento del horno industrial**

El mantenimiento del horno industrial se enfoca en el sistema eléctrico, sistema de lubricación y sistema de gas propano, que se desarrollarán para garantizar la vida útil del equipo y poder mejorar la eficiencia en el proceso.

##### **4.1.8.1. Sistema eléctrico**

El mantenimiento al sistema eléctrico es el conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal y la eficiencia de todos los componentes que posea el sistema eléctrico.

El sistema eléctrico del horno industrial es crítico en su funcionamiento debido a que posee tres motores que componen la matriz de funcionamiento de este, ya que le dan el movimiento requerido al carro rotatorio para el cocimiento de los productos, además ayudan a liberar los gases de escape que se generan del proceso de horneado, sin duda alguna el sistema eléctrico debe ser funcional.

Para brindar un buen mantenimiento al sistema eléctrico del horno industrial hay que enfocarse en varios puntos:

- Verificar que el voltaje sea el adecuado para el buen funcionamiento del sistema eléctrico, por ende es necesario poseer un tablero de flipones individuales y corroborar que la cantidad de voltaje sea el indicado para el buen funcionamiento del horno industrial.
- Cambiar cualquier tipo de cable o alambre que se encuentre desgastado o roto, ya que esto reduce la conductividad eléctrica y hace que el equipo funcione erróneamente a la vez que reduce la productividad del proceso de horneado.
- Darle un mantenimiento adecuado a los devanados de los motores ya que es necesario que estos se encuentren en excelentes condiciones de funcionamiento.

#### **4.1.8.2. Sistema de engrase y lubricación**

La lubricación y engrase del horno industrial es vital para el buen funcionamiento de este, por lo regular se utilizan lubricantes y grasas sintéticas y en algunos casos para uso alimenticio dependiendo si el equipo pueda entrar en contacto directo con la materia prima.

Los productos utilizados en los mantenimientos del horno industrial son de marca Mobil, y como se indicó son sintéticos. Todos los productos utilizados son incluidos en los costos de mantenimiento esto quiere decir que es la empresa de *outsourcing* Equipos y Soluciones Industriales S, A., los encargados de suministrar todas las grasas y lubricantes, a continuación se detalla cuáles son los productos utilizados en el mantenimiento del sistema de engrase y lubricación:

Tabla VIII. **Grasas y lubricantes para el horno industrial**

<b>APLICACIÓN</b>	<b>SERIE DE PRODUCTO</b>
Aceites para barrera de sellado	Serie Mobil SHC 600, Mobil Synturion 6
Aceites para cadenas y lubricantes para hornos	Lubricante sintético Mobil para hornos 1090, Mobil Pyrolube 830
Grasas para motores eléctricos	Serie Mobilith SHC
Lubricantes para engranes industriales	Serie Mobilgear SHC XMP, Serie Mobilgear SHC

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.8.3. Sistema de gas propano**

El sistema de gas propano es sin duda uno de los más importantes, debido a que el horno es funcional a base de gas propano. El sistema cuenta con un tanque de 512 galones, una tubería aislada para evitar posibles explosiones por fugas y un sistema de drenaje del mismo a la hora de brindarle mantenimiento.


El mantenimiento que se debe considerar para un sistema de gas propano, está más enfocado a evitar posibles accidentes debido a explosiones por fugas, por lo que es necesario tomar las siguientes indicaciones al momento de realizar un mantenimiento a este sistema:

- Revisar todas las ramificaciones del sistema para evitar que haya posibles fugas.
- Verificar el tipo de llama que está generando, ya que puede haber obstrucciones en las tuberías y por consiguiente una llama débil que no pueda cumplir con los requerimientos mínimos de funcionamiento.
- Recubrir con pintura anticorrosiva el tanque y las tuberías para evitar por causas de la oxidación fugas en el sistema.

#### **4.1.8.4. Frecuencia del mantenimiento**

Para controlar la frecuencia del mantenimiento se ha diseñado un formato establecido por semanas, en el cual se detalla la codificación de cada ítem, descripción de la operación y el tiempo que se va a emplear en dicha actividad.

Figura 25. Frecuencia del mantenimiento al horno industrial

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																											
		Equipo	Horno rotativo			Alimentación eléctrica			220V/60HZ			LOGIUDICE																	
		Modelo	LFRM			Marca																							
NUM. OPERACIÓN	TIEMPO(Mn)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	52	
1	Inspección visual del equipo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
2	Revisión y limpieza general	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
3	Revisión, limpieza y ajuste del sistema eléctrico	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
4	Tomas de lectura de amperaje y voltaje	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
5	Limpieza de filtro de combustible	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
6	Engrase de rodamientos	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
7	Aplicar pinturas anticorrosiva en partes oxidadas	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
8	Revisión y ajuste general de tornillos y juntas	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
9	Limpieza del quemador y calibración de la llama	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
10	Control y revisión de los empaques de la puerta	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
11	Revisión y limpieza de caldera	Cada año																											
12	Niveles de aislamiento devanados de los motores	Cada año																											
13	Cambio de rodamientos de los motores	Cada año																											
14	Cambio de rodamientos de rodillos	Cada año																											
15	Cambio de rodamientos motoreductores	Cada año																											
16	Cambio de cadenas de transmisión	Cuando se requiera																											
17	Cambio de motores primarios	Cuando se requiera																											
		S:	SEMANAL			M:	MENSUAL			T:	TRIMESTRAL																		

Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Tiempos utilizados en los procesos

Los tiempos utilizados en la elaboración de pan blanco lo pueden afectar factores externos como internos en una industria panificadora logrando con ello factores que aumenten el tiempo de producción.

Se llegaron a tomar los tiempos del proceso de elaboración de pan blanco mediante el método de cronometrado, que es una técnica para determinar con mayor exactitud posible los tiempo utilizados en las actividades.

Tabla IX. **Tiempos cronometrados del proceso**

<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPOS (MIN.)</b>
Transportar materia prima hacia amasado	0,25
Mezclar los ingredientes	5
Amasar la pasta	10
Transportar hacia refinado	4
Refinado de masa	6
Transportar hacia formado	2
Formado de masa	14
Transportar hacia fermentado	4
Fermentar masa	90
Transportar hacia corte	2,5
Cortar masa	10
Reposado de masa	60
Transportar hacia horneado	0,15
Horneado	36
Transportar hacia enfriado	0,27
Enfriado de pan	35
Verificar estándares	5
Transportar hacia empaquetado	0,15
Empaquetar pan	10

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.1. Análisis de la capacidad de producción según tiempo del diagrama hombre-máquina

El diagrama hombre-máquina realizado en la figura 14, muestra un tiempo del proceso de 36 minutos, este tiempo es enfocado de esta forma debido a la carga y descarga de los clavijeros en el área de horneado. El tiempo de horneado del proceso en sí es de 25 minutos, tiempo en el cual el pan permanece dentro del horno, pero el diagrama hombre-máquina es el más exclusivo del proceso ya que define el trabajo que realiza el operador que se encuentra maniobrando el horno.

Con esta información de tiempo y conociendo la capacidad del horno que es de 40 latas y que en promedio el horno entra en funcionamiento tres veces por proceso, esto quiere decir que el horno realiza tres operaciones de horneado, que da un total de 120 latas de pan.

A continuación se define cual es la capacidad de producción por lata en el proceso de horneado.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{cantidad de latas}}{\text{tiempo del proceso hombre - máquina}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{40 \text{ latas de pan}}{36 \text{ minutos}} = 1,111 \text{ latas de pan / minuto}$$

Esta capacidad de producción es para un operador y un horno industrial, pero si se tuvieran dos hornos la capacidad de producción cambiaría de la siguiente manera:

Figura 26. Diagrama hombre-máquina con dos máquinas

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL OPERADOR Y LA MÁQUINA									
Tema del diagrama: Proceso de horneado					Diagrama Núm. 1				
Tipo de maquinaria: Homo industrial					Hoja 1 de 1				
Departamento: Producción					Fecha de elaboración: 7/05/2015				
Método: Propuesto					Realizado por: Marvin Sicá				
OPERADOR	TIEMPO 1 div = 1 min			MÁQUINA 1		MÁQUINA 2			
Descargar clavijeros máquina 1	5 minutos			En preparación		Tiempo muerto de la máquina 2			
Cargar clavijeros máquina 1	5 minutos			En preparación					
Programar controlador digital Traslado a la máquina 2	1 minuto 1 minuto			En preparación					
Descargar clavijeros máquina 2	5 minutos			Horneado de pan		En preparación			
Cargar clavijeros máquina 2	5 minutos					En preparación			
Programar controlador digital Traslado a la máquina 1	1 minuto 1 minuto					En preparación			
Ocio del operador	25 minutos								
Descargar clavijeros máquina 1	5 minutos			En preparación		Horneado de pan			
Cargar clavijeros máquina 1	5 minutos			En preparación					
Programar controlador digital Traslado a la máquina 2	1 minuto 25 minutos			En preparación					
				Horneado de pan					

RESUMEN	TIEMPO DE CICLO(MIN)			ACCIÓN			OCIO -TIEMPO MUERTO		
	ACTUAL	PROPUESTO	AHORRO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORRO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORRO
OPERADOR		48			36			12	
MÁQUINA 1		48			25			23	
MÁQUINA 2		48			25			23	

Fuente: elaboración propia.



La nueva capacidad de producción se determinará de la siguiente forma:

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{80 \text{ latas de pan}}{48 \text{ minutos}} = 1,6667 \text{ latas de pan/} \text{minuto}$$

La capacidad de producción aumenta a 1,6667 latas de pan/minuto al emplear un segundo horno, los tiempos de ocio disminuyen aunque hay un incremento en el tiempo de espera del horno dos, pero mínimo si se analizan los costos y los paros improductivos por desperfectos de la maquinaria.

#### **4.2.2. Factores que aumentan el tiempo de producción**

Hay muchos factores que aumentan el tiempo en una línea de producción y el proceso productivo de la industria panificadora no es la excepción, debido a que las malas condiciones de trabajo causan tiempo improductivo por deficiencias de dirección. No solo se pierde tiempo sino que origina una proporción excesiva de trabajo defectuoso, con desperdicio de material y pérdida de producción consiguientes. Es por ello que se detallan los principales factores detectados para el aumento del tiempo de producción que ayudan a aumentar la productividad laboral.

##### **4.2.2.1. Limpieza**

Es indispensable que en una industria de producción alimenticia existan normas de limpieza, ya que esta es la primera condición esencial para el aumento de tiempo de producción, dado que si se mantiene esta cultura propiciará un ambiente confortable, el cual le permitirá al trabajador desarrollar su trabajo lo más eficientemente posible.

#### **4.2.2.2. Orden**

El orden es esencial en cualquier industria ya que favorece la productividad y ayuda a reducir el número de accidentes. Si en los pasillos hay residuos que pueden ocasionar accidentes (resbalones o caídas) y otros estorbos que hacen que se pierda tiempo apartándolos para trasladar cargas de un lado a otro de los equipos. El orden y la limpieza deben ser prioridad en la industria panificadora ya que si ocurren incidentes por tener un área de trabajo desordenada esto incurre en el aumento de los tiempos del proceso, lo que conlleva a una producción ineficiente que se reflejará en las utilidades obtenidas por la industria panificadora.

#### **4.2.2.3. Distribución de maquinaria**

Como toda planta de producción siempre hay deficiencias por la mala ubicación de la maquinaria, que en el momento en que se diseñó no se percataron de los problemas que se pueden obtener al no tener definida una secuencia del proceso, lo que conlleva al aumento de los tiempos del proceso por una mala distribución de la maquinaria. Al no tener una distribución acorde al proceso hace que los tiempos improductivos aumenten, como transportes demasiados largos, espacios relativamente amplios y sin uso alguno.

Los enfoques que se deben tener al realizar una distribución de maquinaria, son los siguientes:

- Secuencia lógica del proceso.
- Planear en una ampliación a futuro, esto para definir espacios para nuevas maquinarias y equipos.

- El diseño acorde a las medidas de higiene y seguridad industrial.

Si no se cumple con alguno de estos enfoques se puede determinar que habrá muchos tiempos improductivos por un mal diseño de distribución en la maquinaria.

### **4.3. Programa de seguridad e higiene industrial**

Un programa de seguridad e higiene industrial es una de las actividades que se necesita para asegurar la disponibilidad de las habilidades y aptitudes de la fuerza de trabajo, para aumentar la productividad, ya que se brinda un ambiente apto para el desarrollo de las actividades de producción. Es muy importante para el mantenimiento de las condiciones físicas y psicológicas del personal.

Higiene y seguridad del trabajo constituye dos actividades íntimamente relacionadas, orientadas a garantizar condiciones personales y materiales de trabajo capaces de mantener un buen nivel de salud de los empleados.

Desde el punto de vista de la administración de recursos humanos, la salud y la seguridad de los empleados constituye una de las principales bases para la preservación de la fuerza laboral adecuada. Para que las organizaciones alcancen sus objetivos deben de poseer un plan de higiene adecuado, con objetivos de prevención definidos, condiciones de trabajo óptimas y un plan de seguridad del trabajo dependiendo de sus necesidades.

#### **4.3.1. Evaluación de riesgos**

Para determinar los puntos o aspectos específicos sobre los cuales analizar el programa de seguridad e higiene industrial, se debe empezar a

trabajar y elaborar un plan de trabajo, por ende se hace necesario la evaluación y diagnóstico de la condición actual de la industria panificadora, ya que a través de esta, se reflejará la situación en la que se encuentra. Los datos obtenidos por esta herramienta permitirán clasificar los diversos problemas que enfrenta la industria panificadora, asignar los responsables para darles seguimiento y poder solucionarlos de una manera sistemática y planificada.

En la industria panificadora La Moderna existen varios riesgos que deben ser controlados, se puede observar en la tabla 2 los riesgos que existen actualmente en la industria panificadora y las medidas preventivas adecuadas para poder disminuirlas.

#### **4.3.2. Equipo de protección personal**

La industria panificadora La Moderna cuenta con el equipo de protección personal necesario para realizar las diferentes labores, ya que se conoce que un accidente es un suceso que se presenta de forma precipitada e inesperada, interrumpe la continuidad del trabajo y puede causar lesiones al personal, sin embargo, pueden ser evitables, tomando en cuenta ciertas normas de seguridad aplicables para este sector productivo. En la tabla 10 se detalla el equipo de protección individual apta para el área de producción de las panificadoras.

Tabla X. **Equipo de protección mínimo en industrias panificadoras**

<b>Delantal o Gabacha</b>	<b>Cofia o Redecilla</b>	<b>Mascarilla</b>
Sirve para proteger el cuerpo y ropa de salpicaduras de materiales utilizados en la panificación.	Sirve para prevenir la caída de cabello sobre los productos que se elaboran y contribuir a las buenas prácticas de manufactura.	Recomendada para el personal encargado del mezclado, para evitar la inhalación de polvo de harina.
		
<b>Lentes Industriales</b>	<b>Guantes Térmicos</b>	<b>Zapatos con suela Antideslizante</b>
Sirve para proteger los ojos contra salpicaduras y para el vapor candente producido por hornear.	Guantes extraforrados de 40 cm, para altas temperaturas que evitan las quemaduras en brazos y manos.	Evitan las caídas y resbalones a causa de materiales derramados en el piso.
		

Fuente: elaboración propia.

### **4.3.3. Equipo contra incendios**

Es de suma importancia para el programa de seguridad e higiene industrial, el contar con el equipo contra incendios necesario para salvaguardar al personal y los bienes de la industria panificadora de cualquier contingencia o conatos de incendio, debido a que el proceso de horneado funciona a base de gas. Esto permitirá transmitir a todos los colaboradores, la importancia que tienen para la misma.

Los extintores son los equipos de mayor utilización en las empresas no importando el tipo de operaciones que realiza, para este caso es debido saber para qué sirve cada tipo de extintor, por lo que se hace necesario conocer los tipos de fuego que pueden ocasionar un incendio.

Clasificación de los tipos de fuego:

El primer paso a la hora de apagar un fuego con un extintor de incendios es identificar el tipo de fuego al que se enfrenta. Existen cinco clases de fuegos y dependiendo del tipo de incendio se debe utilizar un tipo de extintor u otro:

- Fuegos de Clase A: son fuegos en los que el combustible es madera, papel, carbón, cartón, textil, plástico, entre otros. Normalmente se trata de materiales sólidos y que al quemarse forman brasas y cenizas.
- Fuegos de Clase B: se trata de fuegos producidos por combustibles líquidos como puede ser: la gasolina, petróleo, pintura. Este tipo de incendios no suelen dejar ningún tipo de residuos.

- Fuegos de Clase C: son fuegos producidos por gases (butano, propano, gas, acetileno).
- Fuegos de Clase D: se trata de fuegos en los que se encuentran involucrados metales ligeros como pueden ser el magnesio o el aluminio. Este tipo de incendios suelen producirse en las virutas o polvo de estos metales y nunca en piezas más grandes.
- Fuegos de Clase E: son fuegos producidos por un cortocircuito eléctrico o que se han producido en una instalación bajo carga eléctrica. El primer paso para apagar un fuego de Clase E es cortar la corriente eléctrica. En el momento que cortamos la corriente el incendio pasa a ser de Clase A, B o D dependiendo de los materiales que se estén quemando.

Extintores adecuados para cada tipo de fuego:

- Para extinguir los fuegos de Clase A se puede utilizar extintores de polvo químico seco. Actualmente los extintores de agua o de agente espumógeno ya no se utilizan dada su baja eficacia. El extintor rebaja la temperatura del combustible evitando así que el incendio vuelva a prender.
- Para los incendios provocados por líquidos o grasas inflamables se debe utilizar extintores de anhídrido carbónico, también conocido por nieve carbónica. Estos extintores suelen estar cargados de dióxido de carbono o de espumas secas que liberan dióxido de carbono y de esta forma eliminan el oxígeno del incendio haciendo que este se apague. Con este tipo de extintores se pueden apagar también los incendios de Clase C, provocados por gases como el butano o el propano.

- Para los incendios con riesgo de electrocución o incendios de clase E se deben utilizar los extintores de polvo químico seco o los extintores de dióxido de carbono, ya que no conducen la electricidad.
- Si se desea apagar un fuego producido por metales ligeros se debe utilizar el extintor de polvo de sodio seco para apagar incendios de magnesio, sodio, potasio. Si el incendio se ha producido por polvo de litio se debe utilizar el extintor de polvo seco de cromo, ya que se adhiere a superficies verticales disipando el calor producido por el fuego.

#### **4.3.4. Señalización industrial**

Se conoce como señalización industrial al conjunto de símbolos entendibles que tienen como objetivo dar a conocer indicaciones o advertencias sobre actividades de trabajo, En las industrias panificadoras se necesita tener bien señalizado el Área de Producción, ya que la mayoría de accidentes ocurren durante el proceso, a continuación en la tabla 11 se detallan los símbolos necesarios a conocer y comprender en las industrias panificables.



Tabla XI. Señalización industrial mínima para industrias panificadoras

TIPO DE SEÑAL		RECOMENDACIONES
Señal de información en caso de emergencia de inedios, indica la ubicación del extinguidor.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es recomendable mantener como mínimo un extinguidor cerca de los materiales o equipos en riesgo de incendios.</li> <li>2. Capacitar al personal a utilizarlos en caso de emergencia. La señal deberá colocarse a una altura aproximada de 1,80 mts.</li> </ol>
Es una señal de precaución la cual indica riesgo en los equipos altamente inflamables como por ejemplo: cilindros de gas, utilizados e los hornos industriales.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deberá ser colocada a la vista del trabajador y cerca de los cilindros de gas o combustibles utilizados en la panificadora.</li> </ol>
Señal de precaución que da a conocer el riesgo de atrapamiento de manos en maquinarias con partes móviles tales como: batidoras, amasadoras, cilindros divisores.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Esta señal debe ser colocada en el Departamento de Amasado ya que es donde se encuentra la maquinaria a la vista del empleado encargado de su funcionamiento.</li> </ol>
Señal de precaución utilizada para prevenir accidentes, por piso cubierto con sustancias resbalosas, tales como: grasas, líquidos, aceites, harinas.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Este tipo de señal debe ser movable y se debe utilizar con notoriedad utilizando material de pvc o madera para que llame la atención de los trabajadores.</li> </ol>
La evacuación es una medida temporal que consiste en el desalojo momentáneo de las personas de un sitio determinado considerado de riesgo, con el fin de ubicarlos en un lugar con más seguridad mientras pasa la emergencia.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deberán estar ubicadas a una altura de 1,80 mts, ya sea sobre la pared o colgadas, pero siempre a la vista de los empleados.</li> <li>2. Se recomienda colocar varias señales en cada departamento dando indicaciones hacia la salida de emergencia, facilitando la evacuación de las personas de la empresa en caso de algún incidente o desastre.</li> </ol>
Esta señal indica la puerta prevista para uso exclusivo en caso de una emergencia, está profundamente ligada con los avisos de ruta de evacuación.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Esta señal debe ser colocada a una distancia de 1,80 mts. Se coloca según la posición del personal, deberá ser en dirección hacia la derecha o izquierda.</li> </ol>

Continuación de la tabla 11.

<p>Es considerada una señal de salvamento o socorro la cual señala la ubicación del botiquín de primeros auxilios en caso de accidentes leves.</p>		<p>1. Esta señal debe ser visible a los trabajadores, ubicado por encima del botiquín de primeros auxilios.</p>
<p>Esta es una señal de obligación que da aviso al personal de utilizar cofia o redecilla, para evitar la caída de cabello en los productos.</p>		<p>1. Es recomendable colocarla a la vista del personal en el salón principal el cual dirige hacia el Área de Producción, o cualquier otra entrada a este departamento.</p>
<p>Esta es otra señal de obligación mostrando el uso de gabacha para el personal de producción.</p>		<p>1. Esta señal debe colocarse junto a la de uso de cofia o redecilla, esta señal puede variar según las normas de cada empresa; por uso de uniforme o bata, si en dado caso no se utilizara gabacha.</p>
<p>Aviso obligatorio para utilizar guantes térmicos para el manejo de equipo expuesto a altas temperaturas, como es el caso de los clavijeros de pan, o las bandejas.</p>		<p>1. Esta señal debe utilizarse en el área de hornos industriales, para prevenir quemaduras en los trabajadores.</p>
<p>Indicación de uso de mascarilla para proteger al panificador de vapores, gases o polvo producidos por la materia prima.</p>		<p>1. Es sugerida para el personal encargado del Área de Mezclado o pesado de ingredientes, también puede ser muy útil en el Área de Almacenamiento de materia prima.</p>
<p>Señal que sugiere utilizar zapatos con suelas antideslizantes para prevenir caídas o resbalones dentro de las instalaciones.</p>		<p>1. Esta señal debe ser colocada a vista del trabajador a una altura aproximada de 1,80 mts. En el salón de ingreso al Área de Producción junto a las señales de uso de cofia y gabacha.</p>

Fuente: elaboración propia.





#### **4.3.5. Orden y limpieza**

Dentro del programa de seguridad e higiene industrial para la industria panificadora La Moderna se ha normado el orden y limpieza utilizando la herramienta de ingeniería 5S, debido a que es un proceso alimenticio y por ende la inocuidad en los productos debe ser máximo.

Se debe enfocar en todas las áreas de trabajo, esto permitirá un mayor grado de orden y limpieza al desarrollar las diferentes actividades en las áreas respectivas, esto reducirá considerablemente las condiciones y actos inseguros dentro de la industria panificadora.

En la tabla 12 se puede observar las normas de higiene y limpieza que deben existir en las industrias panificadoras.

Tabla XII. **Orden y limpieza en la industria panificadora**

NORMAS DE ORDEN Y LIMPIEZA	
<p>Las áreas de trabajo deberán estar limpias, ordenadas y desinfectadas para evitar contaminaciones.</p>	
<p>Los pasillos de trabajo deben mantenerse despejados sin obstáculos.</p>	
<p>Los recipientes y utensilios, luego de su uso y previamente de eliminar grasas, se lavarán con agua y jabón, posteriormente se limpiarán con paños limpios.</p>	
<p>Las paredes de producción deben de estar recubiertas con pintura impermeabilizante 100 % lavable, lo cual permite limpiar y desinfectar utilizando abundante agua y desinfectantes.</p>	

Fuente: elaboración propia.

Otro enfoque que determina la seguridad e higiene industrial son las normas de higiene, ya que el proceso es de índole alimenticio, por lo cual debe poseer las mayores normas respecto a la propia limpieza del personal de Producción, ya que ellos están en contacto directo con el producto, por tanto se debe velar que los procesos sean totalmente higiénicos, en la tabla 13, se puede apreciar las normas de higiene que debe poseer todo el personal de Producción.

Tabla XIII. **Normas de higiene para panaderos**

NORMAS DE HIGIENE PARA EL PERSONAL DE PRODUCCIÓN	
	Bañarse y cambiarse de ropa todos los días.
	Mantener las uñas cortas y limpias. No utilizar esmalte en caso de las mujeres.
	No usar ningún tipo de joyería al trabajar.
	Las mujeres no deben utilizar maquillaje al trabajar.
	Utilizar uniforme limpio.
	Lavarse las manos antes de comenzar a trabajar, al toser o estornudar, después de ir al baño y después de comer.
	Evitar el contacto con alimentos, en el caso de tener heridas expuestas en las manos o brazos.

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. Costo/beneficio de la propuesta**

Para la identificación de los costos y beneficios del proyecto al implementar un nuevo horno industrial, es necesario para su evaluación definir una situación base o situación sin proyecto; la comparación de lo que sucede con proyecto versus lo que hubiera sucedido sin proyecto, definirá los costos y beneficios pertinentes del mismo.

El análisis del costo-beneficio de la propuesta presentada permite determinar los costos y beneficios a tener en cuenta en cada una de las perspectivas consideradas previamente. Por un lado el beneficio de la industria panificadora de aumentar sus ingresos y por el otro lado los costos que tiene que incurrir si se invierte en el nuevo equipo. Ya el análisis previo permitió identificar por medio del flujo de efectivo que la adquisición es favorable para la empresa, porque se puede recuperar lo invertido en el corto tiempo. Por otro lado, mediante la actualización, hace converger los flujos futuros de beneficios y costos en un momento dado en el tiempo (valor presente o actual) tornándolos comparables, dependiendo si se realiza la inversión con los costos actuales de análisis o una inversión a futuro.

Los datos analizados en la propuesta de costo-beneficio son el VPB (valor presente de beneficios) y el VPC (valor presente de costos) obtenidos por medio del flujo de efectivo y se concluye que el valor del costo-beneficio es mayor que uno por lo tanto se puede aceptar la inversión pertinente. En la tabla 14 se puede observar el valor del costo-beneficio propuesto.

Tabla XIV. **Propuesta de costo-beneficio**

<b>VPC</b>	Q 236 000,00
<b>VPB</b>	Q 255 115,94
<b>COSTO – BENEFICIO</b>	1,08

Fuente: elaboración propia.





## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Nuevas tecnologías**

Como toda empresa industrial que está en crecimiento, se necesita conocer de todo tipo de nuevas tecnologías, en este caso, para panaderías que estén en desarrollo ya que las nuevas tecnologías permiten innovar el proceso, aumentar la eficiencia y reducir los costos.

#### **5.1.1. Hornos industriales**

Un horno industrial de gas es la instalación donde se transforma la energía química de un combustible en calor, que se utiliza para aumentar la temperatura de aquellos materiales depositados en su interior y así llevarles al estado necesario para posteriores procedimientos industriales.

Para las industrias panificadoras los hornos industriales son actualmente el punto de referencia para optimizar el proceso de elaboración de pan, ya que con este tipo de hornos se puede aumentar la producción y cumplir de una mejor forma las expectativas de los clientes, los hornos industriales modernos cuentan con sistemas de convección.

Suele llamarse horno de convección al horno que incorpora ventilador, o ventiladores. Ya que el ventilador impulsa el aire velozmente para que su circulación en el interior de la cámara se produzca más rápida y así reducir los tiempos de cocción. Según fabricante o modelos, los ventiladores pueden tener

diversas funciones como la de autoreversa para cambiar la dirección en la que circula el aire así como diferentes velocidades de giro.

### **5.1.2. Equipo de panadería**

El equipo para realizar el proceso de elaboración de pan, es muy extenso y sus usos y características vienen mejorando con el transcurso del tiempo, como por ejemplo los utensilios: como latas, cucharones, tazones, rodillos, espátulas, clavijeros son realizados con materiales mucho más resistentes y con características que hacen que la vida útil de estos se extienda (polímeros, aceros inoxidable).

La maquinaria utilizada para el proceso, como: la amasadora, la cortadora, la refinadora de rodillos y el horno industrial. Año tras año los fabricantes añaden nuevas funciones y modalidades para mejorar la eficiencia de los equipos, alargan su vida útil al utilizar materiales compuestos y promueven el uso de energías alternas tal es el caso de los hornos que han ido evolucionando desde el uso de leña para poder realizar la cocción de pan, en el caso de los hornos de mampostería, hasta el uso de gas o totalmente eléctricos, el avance de la tecnología para equipos utilizados en panificadoras va en aumento, sobre todo si lo que se desea es aumentar la productividad en relación de la eficiencia y eficacia de los equipos.

Figura 27. **Equipos de panadería**



Fuente: *Equipos para panadería*. <http://www.gasygasmed.com/equipos-para-panaderia/>.

Consulta: 10 de junio de 2015.

## 5.2. **Distribución de maquinaria**

La distribución de maquinaria es la colocación física ordenada de todos los elementos de producción industriales, tales como maquinaria, equipos, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje y además el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los beneficios correspondientes.

El objetivo de una distribución de planta bien planeada e instalada será reducir los costos de fabricación como resultado de estas mejoras. Reduciendo los riesgos para la salud e incremento de seguridad de los trabajadores, mejorar la moral y satisfacción del trabajador, incrementar la producción, disminuir los retrasos en la producción, optimizar la utilización del espacio para las distintas áreas, reducir el manejo de materiales y, por el contrario, maximizar la utilización de la maquinaria, mano de obra y servicios.

Reducir el material en proceso, lograr una supervisión más fácil y efectiva a fin de disminuir el congestionamiento de materiales. Reducir el riesgo del material y aumentar su calidad y encontrar mayor facilidad de ajustes a los cambios requeridos.

### **5.2.1. Selección del tipo de distribución**

Existen varios tipos de distribución que se pueden adecuar al tipo de proceso que se analiza:

- Por posición fija de los materiales: en este tipo de distribución el material permanecen en una situación fija y son los operarios y la maquinaria los que se mueven hacia él. Dentro de este tipo de distribución se pueden mencionar montajes de calderas, torres de tendido eléctrico y puentes. Todos los puestos de trabajo que se instalan son de carácter provisional y junto al material que se fabrica, no son estables ni los tiempos de trabajo ni las cargas de trabajo, la mano de obra requerida no suele ser muy especializada.
- Por proceso: en este tipo de distribución se agrupan las operaciones del mismo proceso o tipo. El material se desplaza entre puestos diferentes dentro de una misma sección o de una sección a otra, es muy versátil siendo posible fabricar en ella cualquier elemento con las limitaciones inherentes a la propia instalación, esta distribución es la más adecuada para procesos intermitentes o de bajo pedido, se requiera mano de obra calificada y se pueden alcanzar niveles altos de producción a través del incentivo al personal.

- Por producto: en este tipo de distribución, las máquinas o maquinaria se colocan en forma ordenada y consecutiva según el orden de los procesos que necesita un producto para su elaboración. Con este tipo de distribución se consigue mejorar el aprovechamiento de la superficie requerida para la instalación, el material en curso de fabricación se desplaza de un puesto a otro, reduciendo las existencias de materiales en proceso, permite un mayor grado de automatización en la maquinaria, no permite la adaptación inmediata a otra fabricación distinta para la diseñada.

Su principal problema es lograr la continuidad de sus operaciones, cualquier avería en las instalaciones ocasiona un paro total, el incentivo de la mano de obra depende del trabajo en conjunto y la maquinaria es de costo elevado, pero la mano de obra no es calificada, es más barata.

### **5.2.2. Diseño de la distribución en planta**

Para realizar un diseño de la distribución de planta ideal para la industria panificadora se deben tener en cuenta varios principios importantes, ya que a partir de estos principios se puede realizar un diseño acorde a las necesidades de la empresa:

- Principios de la satisfacción y de la seguridad: a igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.
- Principio de la integración de conjunto: la mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinarias, actividades auxiliares y

cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

- Principio de la mínima distancia recorrida: a igual de condiciones es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la mejor posible.
- Principio de la circulación o flujo de materiales: en igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operario esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.
- Principio de espacio cúbico: la economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible tanto en horizontal como en vertical.
- Principio de la flexibilidad: a igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que puede ser ajustada a reordenada con menos costo o inconvenientes.

### **5.3. Capacitaciones al personal**

Las capacitaciones al personal se deben plantear según las necesidades de la industria panificadora, ya que las capacitaciones conllevan un costo, por ende deben ser objetivas para un propósito final que es aumentar la eficiencia tanto el un nivel operativo como administrativo. La tabla 15, enumera los temas de capacitación para cada uno de los colaboradores de la empresa.

Tabla XV. **Temas de capacitación al personal**

<b>Puesto</b>	<b>Temas de capacitación</b>
<b>Administrador</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control administrativo</li> <li>2. Planificación</li> <li>3. Manejo de personal y relaciones humanas</li> </ol>
<b>Supervisor</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buenas prácticas de manufactura</li> <li>2. Seguridad, orden y limpieza</li> <li>3. Manejo de personal y relaciones humanas</li> </ol>
<b>Vendedor y dependiente de tienda</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manipulación higiénica de alimentos</li> <li>2. Motivación para la venta</li> <li>3. Tránsito (solo para vendedores-repartidores)</li> </ol>
<b>Panadero</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buenas prácticas de manufactura</li> <li>2. Seguridad, orden y limpieza</li> </ol>

Fuente: elaboración propia.

### **5.3.1. Capacitaciones en buen uso de los hornos industriales**

Para el buen funcionamiento del horno industrial, hay que comenzar con saber cuál es la correcta manipulación de este, ya que uno de los problemas en que se incurren en las industria panificadoras es el de no dar una capacitación idónea, cuando se adquiere una nueva maquinaria para la mejora del proceso.

El proceso de capacitación es de base técnica-teórica y se puede resumir con las siguientes directrices:

- Conocer las partes que componen al horno industrial.
- Verificar el proceso de accionamiento del horno industrial.
- Saber cuál es la capacidad máxima del horno industrial.

- Conocer cuáles son los mantenimientos que se le hacen al horno tanto correctivo como preventivo, así como las rutinas diarias.
- Comprender el proceso a seguir en caso de que ocurra un accidente utilizando el horno industrial.



## **6. MEDIO AMBIENTE**

### **6.1. Conceptos generales**

El ecosistema es una comunidad de especies que junto con los agentes físicos y químicos que conforman su ambiente, interactúa entre sí. El medio ambiente como receptor de la acción humana es el interlocutor de los proyectos de desarrollo para lo cual tiene sus límites de tolerancia. Si éstos son rebasados y no se toman las acciones correctivas o mitigantes, aparecen los problemas ambientales.

En la naturaleza existe una circulación continua e ininterrumpida de materia, entre los seres vivos y los elementos como el aire, el agua y los minerales. En cada ecosistema se establecen relaciones complementarias, en las que los seres vivos actúan como consumidores, productores o descomponedores. Tomando la energía proveniente del sol, la transforman en nutrientes, que son consumidos y transformados en las diferentes fases de la cadena alimenticia, liberando energía. Esta forma de organización natural permite que se dé un reciclaje permanente y una recirculación cíclica de la materia y los principales elementos sin que se acumulen desechos. Es un sistema cerrado en el cual nada se desperdicia.

Por el contrario, las sociedades humanas se han organizado como sistemas abiertos. Con el desarrollo de la agricultura, el hombre empezó a contar con una seguridad alimentaria, lo que permitió un crecimiento de la población no espontáneo, dando origen a los desechos, porque los ciclos de producción ya no son naturales. El desequilibrio natural del ser humano

productor y consumidor, y no reciclador o descomponedor, llega al máximo en las sociedades actuales, netamente productoras de desechos e incapaces de reciclarlos y devolverlos al medio ambiente sin agredirlo. Esta forma de organización ha provocado problemas de contaminación de altísimos costos para la sociedad.

## **6.2. Contaminación ambiental**

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.

Industria panificadora La Moderna toma en cuenta varios aspectos respecto a la contaminación ambiental, ya que reciclan gran parte de los desperdicios que genera la empresa, principalmente los residuos de pan, de esta forma contribuye a disminuir la contaminación en los alrededores de su localidad, pero la contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, estas pueden alterar desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que pueden afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan al mundo y surge cuando se produce un desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, en cantidad tal, que cause efectos adversos en el hombre, en los animales, vegetales o

materiales expuestos a dosis que sobrepasen los niveles aceptables en la naturaleza.

La contaminación puede surgir a partir de ciertas manifestaciones de la naturaleza o bien debido a los diferentes procesos productivos del hombre que conforman las actividades de la vida diaria, tal es el caso del proceso de elaboración de pan que genera no solo contaminación residual de sólidos, sino también contaminación en el aire con el simple hecho de utilizar gas como base de funcionamiento del horno industrial.

### **6.3. Medidas de mitigación**

Pueden tomarse medidas que mitiguen los impactos ambientales mediante la posibilidad del uso de tecnologías para la producción más limpias. Las posibilidades de implementación de tecnologías más limpias se pueden agrupar de acuerdo con tres grandes categorías:

- Procesos más limpios:
  - Modificación de las tecnologías y los procesos de producción de forma que generen menos contaminación y residuos.
  - Pesaje de ingredientes: mediante el uso de instrumentos de medición y pesaje se optimiza el consumo de materiales y se reduce la cantidad de residuos generados.
  - Mejorar la eficiencia energética de los hornos reduciendo las pérdidas de calor, mediante cambios en el diseño del horno.

- Controles sobre el tiempo de cocción y temperaturas a fin de establecer indicadores.
- Balance de entradas y salidas de materiales a fin de conocer los flujos manejados.
- Productos más limpios:
  - Modificación del diseño y de la composición de los materiales que conforman el producto de forma que generen menos contaminantes y residuos a lo largo de todo su ciclo de vida.
  - Actualización de recetas para optimizar las proporciones en que se utilizan los materiales.
- Utilización sostenible de los recursos:
  - Modificación de la totalidad o de las partes del sistema de producción; consumo menor de recursos agua y energía por unidad producida.
  - Reutilización de los empaques (sacos), ya sea dentro de la panadería o vendiéndolos a otros sectores.
  - Ahorro del agua utilizada en lavado de pisos y mesas de trabajo, reduciéndose proporcionalmente el volumen de aguas residuales mediante uso de mangueras con boquilla de presión en vez de mangueras comunes.

### **6.3.1. Control de desechos**

Como toda actividad industrial, la producción de pan, genera desechos sólidos, aguas residuales, gases, partículas y ruido, por lo tanto es importante controlar y prestarle la atención debida a este punto para evitar daños al medio ambiente a las personas que trabajando dentro de la empresa y a los complejos y viviendas colindantes.

El impacto que el manejo de los residuos sólidos tiene sobre la salud de las personas, está relacionado con los riesgos de enfermedades asociadas a la contaminación del ambiente por el inadecuado manejo de los residuos, tales como: contaminación de fuentes de agua y suelos, molestias que inciden negativamente en el bienestar de las personas.

Para tratar de reducir la vulnerabilidad del ecosistema respecto a los desechos sólidos que genera la industria panificadora, se debe utilizar un modelo acorde a las necesidades de la empresa para tratar los desechos sólidos de una manera eficiente, sin poner en riesgo la salud de los clientes y de la población en general, por lo cual es necesario conocer qué tipo de tratamientos existen para poder realizar la gestión de la recolección de los residuos sólidos generados.

Existen en la región dos modelos de gestión de los servicios de recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos. El modelo predominante es el municipal, estas entidades son las encargadas de controlar y operar dichos servicios que se caracterizan por ser deficientes e irregulares en su cobertura. Asimismo, los sitios de disposición final, no han sido diseñados considerando los criterios técnicos mínimos para evitar la contaminación de los suelos y en su operación el vertido incontrolado es la norma.

El segundo modelo es el privado, cuya forma de organización predominante es la pequeña y mediana empresa, siempre dentro del marco del manejo indiscriminado. Las pequeñas y medianas empresas, tienen una mayor capacidad de cobertura y flexibilidad de operación, generan fuentes de empleo y eliminan las distorsiones en las tarifas, pues no subsidian sus servicios. La elección de este tipo de servicios dependerá completamente de los tipos de desechos que genere la industria panificadora.

### **6.3.2. Clasificación de los desechos**

Para el mejor control y manejo de los desechos lo clasificará en desechos sólidos y desechos líquidos con presencia de sólidos.

Los desechos sólidos son todos aquellos materiales que no se utilizan en el proceso productivo como; bolsas plásticas en donde se almacena la materia prima, cajas de cartón de grasas, quesos, entre otros, sacos de cartón y sacos plásticos de harina.

En el caso de la industria panificadora La Moderna, estos desechos son:

- Las bolsas plásticas en donde se traslada toda la materia prima de la bodega al área de amasado en producción.
- Las cajas en donde viene la materia prima de los proveedores.
- Las bolsas de cartón en donde viene la harina.
- Las bolsas de nylon en donde viene la sal.
- Los botes plásticos en donde vienen los mejorantes.

Además, se tienen los desechos líquidos con presencia de sólidos como el agua de desfogue proveniente de la limpieza del Área de Producción, limpieza del área de oficinas y de baños.

Los desechos líquidos que produce la industria panificadora La Moderna son:

- El agua con que se lavan los equipos
- El agua proveniente de los lavaderos

### **6.3.3. Almacenamiento de los desechos**

Todos los días, en industria panificadora La Moderna, antes de iniciar la producción y al finalizar, se realiza la limpieza y desinfección, de las mesas de trabajo y el equipo. Se recogen todo el sobrante de pan y los desechos propios de la materia prima y son almacenados en su lugar respectivo.

Todos los desechos que se sacan de estas limpiezas se echan en costales, los cuales son los que se llevan al basurero, el agua con que se lavan las mesas y el equipo, se desagua y se lleva a reposaderos.

### **6.3.4. Uso de los desechos**

En la industria panificadora La Moderna existen dos tipos de desechos:

- Los producidos al momento del proceso productivo
- Los producidos por producción defectuosa

Actualmente, los desechos producidos al momento del proceso productivo, como restos de harina, manteca, bolsas, entre otros, son llevados a un basurero en la parte de afuera de la industria panificadora y recogidos por una empresa contratada que es encargada de llevarlos a un basurero municipal.

Por otra parte, los desechos producidos por producción defectuosa como pan demasiado o poco horneado, pan mal formado, o sobras al momento de realizar cortes en pasteles o cualquier tipo de pan sobrante, se utilizan para realizar un pan especial denominado bocado de reina.



## CONCLUSIONES

1. El proceso de elaboración de pan blanco es muy popular en las industrias panificadoras debido a que son los productos de mayor demanda. El proceso de producción en la industria panificadora La Moderna es más eficiente ya que utiliza para la cocción de pan un horno de gas con capacidad de 40 latas que hacen capaz el incremento de su producción y satisfacer la demanda del mercado actual, en comparación a otras industrias panificadoras.
2. La eficiencia en el proceso derivado de los motores trifásicos que realizan el funcionamiento general del horno, sin el debido mantenimiento es deficiente, ya que produce paros innecesarios por mantenimientos correctivos, aumenta el tiempo de horneado al no rotar los clavijeros de la forma más adecuada, causan pérdidas en la producción al sobrecalentarse y no permitir la succión adecuada de los gases de escape, lo que hace que aumenten los tiempos improductivos y no cumplir con los requerimientos de los clientes.
3. El diagrama de recorrido muestra una distribución de maquinaria no acorde a las necesidades de la industria panificadora, debido a que tienen espacios muy amplios sin utilizar, no tienen la adecuación necesaria para introducir más maquinaria, esto provoca tiempos improductivos por recorridos muy largos y una deficiencia en la dinámica de los operarios, ya que existe un límite de personas en la planta de producción lo que hace ineficiente el proceso si se busca producir más productos.

4. El mantenimiento preventivo es muy importante porque reduce las fallas de la maquinaria, minimiza costo de mantenimiento correctivo, prolonga al máximo la vida útil de los equipos, produce un ahorro del consumo energético, esto se genera con un plan de mantenimiento y unas fichas de control (para un equipo, para una orden de trabajo, para un control de órdenes de trabajo, para un reporte de actividades y para un historial de equipo), con el fin de que el personal de mantenimiento tenga información de los trabajos realizados en las diferentes máquinas.
  
5. Los costos que genera no tener funcionando adecuadamente el horno industrial, incurren en mano de obra por el tiempo que va estar sin trabajar el equipo, accidentes provocados por el mal funcionamiento del equipo, los productos no producidos en esos lapsos determinados, por la compra de los repuestos a comprar, clientes insatisfechos y se pueden dar una infinidad de costos, por eso la importancia de que el equipo este en óptima condición.
  
6. Para el tipo de demanda que genera la industria panificadora La Moderna el mejor horno industrial que pueden tener en su planta de producción es el equipo actual, ya que es un horno rotativo por funcionamiento por convección de 40 latas, ya que su consumo de gas es moderado, el consumo energético en comparación con otros equipos es bajo y los tiempos de producción si se tiene el equipo funcionando con el mantenimiento adecuado son bajos, y la productividad es alta, con esto se puede cumplir con las expectativas no solo de la industria si no de los clientes.

7. Los beneficios que se obtendrán al invertir en un nuevo horno industrial para la industria panificadora La Moderna son poder extender sus rutas de mercado, debido a que podrá cubrir con una demanda más exigente de productos. Los paros por mantenimientos pueden ser compensados utilizando un horno a su máxima capacidad, mientras el otro recibe el mantenimiento adecuado para garantizar su vida útil de funcionamiento, la producción de productos panificables aumentará, por lo que supondría un incremento en los ingresos y a la vez poder competir a un nivel más alto con otras industrias panificadoras.
  
8. Se determinó que en la industria panificadora La Moderna, al no poseer un programa de seguridad e higiene industrial, se genera un gran caos cuando ocurre un incidente ya que no tienen medidas preventivas para sufragar con rapidez estos, debido a que no cuentan con las condiciones de seguridad mínimas de operación. Esto se traduce en que hay paros no necesarios por quemaduras, cortes, raspones, resbalones, caídas, por el mal uso de los equipos y por no poseer una cultura de orden y limpieza lo que ocasiona pérdidas tanto de tiempo como de costos, al tener que parar las operaciones cuando ocurre cualquier tipo de accidente.



## RECOMENDACIONES

1. Estandarizar la masa de harina medida para la realización de cada producto, ya que se observó que cada empleado utiliza diferentes medidas para la realización de los productos panificables.
2. Para realizar el programa de seguridad e higiene industrial, deben involucrarse directamente las autoridades, porque no se puede lograr el éxito, cuando no existe convencimiento de su necesidad y vitalidad.
3. Realizar mantenimientos con mayor frecuencia y poner a la brevedad posible, la implementación de los formatos de las fichas de control con la finalidad de recopilar información sobre los distintos equipos que se encuentra en la industria panificadora, para que exista un historial de cada equipo.
4. Es necesario que se plantee la redistribución de maquinaria en la industria panificadora con el fin de reducir los tiempos del proceso, los espacios aislados, los accidentes por espacios atrincherados y la poca posibilidad de introducir más maquinaria.
5. Es necesario que el gerente y el jefe de Producción se metan en el rol del mantenimiento de la maquinaria, para que vean en primer lugar la relación que existe entre el mantenimiento con la producción, de esta forma ayudar a que se minimicen las fallas de la maquinaria y también les ayuda para tomar la decisión de cambiar el equipo cuando ya sea necesario.

6. Capacitar al personal en aspectos de seguridad e higiene industrial para evitar riesgos y accidentes en el Área de Producción y estandarizar procesos de orden y limpieza, para ayudar no solo al personal a sentirse cómodo en sus labores sino como medida preventiva para cuidar la inocuidad de los productos.
  
7. Tomar en consideración la importancia del reciclaje de los desechos producidos por la industria panificadora y como afectan al medio ambiente, es de suma prioridad ya que actualmente se desea cero contaminaciones, y esto es una forma de contrarrestar al máximo la contaminación ambiental.
  
8. Al gerente general de la industria panificadora se le recomienda invertir en el nuevo horno industrial, ya que el estudio realizado muestra que el impacto en la adquisición del horno industrial es viable, por lo que se podrá aumentar la capacidad de producción y por ende el mejoramiento de la eficiencia en el proceso de horneado.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BARRIENTOS HERNÁNDEZ, Jennifer Carolina. *Rediseño de la distribución en planta de una industria panificadora*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 90 p.
2. BENÍTEZ DE LEÓN, Guillermo Alberto. *Implantación de un programa de mantenimiento a una fábrica de ruedas abrasivas en Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1981. 45 p.
3. CASAL, Joaquim. *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*. México: Alfaomega, 2001. 349 p. ISBN: 84-8301-227-8.
4. De RUS, Ginés. *Análisis Coste-Beneficio: evaluación económica de políticas y proyectos de inversión*. 3a ed. España: Ariel, 2008. 360 p. ISBN 978-84-344-4547-5.
5. ESPINOZA, Carlos. *Proceso de producción de pan* [en línea]. <<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20709/5/TESIS%20CARLOS%20ESPINOZA%202.pdf>> [Consulta: 05 de septiembre de 2014].
6. HEIZER, Jay; RENDER, Barry. *Dirección de la producción y de operaciones*. 8a ed. México: Pearson, 2007. 613 p. ISBN: 978-84-832-2533-2.

7. HERRERA MURALLES, Martin Manuel. *Manual de mantenimiento preventivo para equipos de panificadora Buena Vista*. Trabajo de postgrado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Estudios de Postgrado, 2007. 79 p.
  
8. PEDROZA CARBALLO, Nelly. *Definición y características de hornos industriales de panadería* [en línea]. <<http://www.mific.gob.ni/LinkClick.aspx?fileticket=e0GddbYRLSk%3D&tabid=844&language=es-NI>> [Consulta: 05 de septiembre de 2014].
  
9. PRADO MARTINEZ, Milton Noel. *Redistribución de planta en el área de producción de pan en la panadería Corazón de Oro*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad Nacional de Ingeniería Nicaragua, Facultad de Tecnología de la Industria, 2009. 42 p.



## APÉNDICES

### Apéndice 1. Ficha de registro del horno industrial

		<b>REGISTRO DE EQUIPO</b>				
		NOMBRE		HORNO INDUSTRIAL		
		MARCA		LOGIUDICE		
		MÓDELO		LFRM		
		SERIE		6983-2007		
<b>UBICACIÓN PRODUCCIÓN</b>						
<b>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO</b>						
<b>DIMENSIONES</b>				<b>ALIMENTACIÓN</b>		
LARGO(m)	ANCHO(m)	ALTO(m)	T trabajo(°C)	COMBUSTIBLE	POT. TÉRMICA	ELECTRICIDAD
2.1	1.9	2.5	230	GAS	81 KW	220V
<b>REGISTRO DE MOTORES</b>						
No.	MARCA	MODELO	KW	RPM	Hz	AMP.
1	BONFIGLIOLI	BN8067	0.95	1400/1700	50/60	3.5/2
2	MOTOREDUCTOR	M67689	0.41	1350/1600	50/60	1.25/0.71
3	MOTOREDUCTOR	M25878	0.41	1350/1600	50/60	1.25/0.71
<b>OBSERVACIONES GENERALES</b>						
El motor No. 1 es de succión de los gases de escape						
El motor No. 2 es para el reductor de la velocidad del carro rotatorio						
El motor No. 3 es para el reductor de la velocidad del carro rotatorio						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Flujo de efectivo

Rubro	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
<b>INVERSIÓN</b>							
Maquinaria Horno Industrial	Q 236 000,00						
<b>Ingresos</b>							
	<b>Q 197 500,00</b>	<b>Q 197 500,00</b>	<b>Q 197 500,00</b>	<b>Q 197 500,00</b>	<b>Q 197 500,00</b>	<b>Q 197 500,00</b>	<b>Q 197 500,00</b>
<b>Costo de operación</b>	<b>Q 117 778,00</b>	<b>Q 120 510,45</b>	<b>Q 123 306,29</b>	<b>Q 126 167,00</b>	<b>Q 126 167,00</b>	<b>Q 129 094,07</b>	<b>Q 132 089,05</b>
Energía eléctrica	Q 1 038,00	Q 1 062,08	Q 1 086,72	Q 1 111,93	Q 1 111,93	Q 1 137,73	Q 1 164,13
Gas	Q 9 450,00	Q 9 669,24	Q 9 893,57	Q 10 123,10	Q 10 123,10	Q 10 357,95	Q 10 598,26
Costo de mantenimiento especial	Q 7 000,00	Q 7 162,4	Q 7 328,57	Q 7 498,59	Q 7 498,59	Q 7 672,56	Q 7 850,56
Sueldo administrativo	Q 27 000,00	Q 27 626,4	Q 28 267,33	Q 28 923,13	Q 28 923,13	Q 29 594,15	Q 30 280,74
Prestaciones administrativas	Q 11 610,00	Q 11 879,35	Q 12 154,95	Q 12 436,95	Q 12 436,95	Q 12 725,49	Q 13 020,72
Salario personal operativo	Q 20 500,00	Q 20 975,60	Q 21 462,23	Q 21 960,16	Q 21 960,16	Q 22 469,63	Q 22 990,93
Prestaciones del personal operativo	Q 8 815,00	Q 9 019,51	Q 9 228,76	Q 9 442,87	Q 9 442,87	Q 9 661,94	Q 9 886,10
Servicios	Q 300,00	Q 306,96	Q 314,08	Q 321,37	Q 321,37	Q 328,82	Q 336,45
Paperería y útiles	Q 200,00	Q 204,64	Q 209,39	Q 214,25	Q 214,25	Q 219,22	Q 224,30
Materia prima	Q 31 865,00	Q 32 604,268	Q 33 360,69	Q 34 134,65	Q 34 134,65	Q 34 926,58	Q 35 736,88
<b>Flujo antes de impuesto</b>	<b>Q 79 722,00</b>	<b>Q 76 989,55</b>	<b>Q 74 193,71</b>	<b>Q 71 333,00</b>	<b>Q 71 333,00</b>	<b>Q 68 405,93</b>	<b>Q 65 410,95</b>
<b>Depreciacion</b>	<b>Q 325,00</b>	<b>Q 325,00</b>	<b>Q 325,00</b>	<b>Q 325,00</b>	<b>Q 325,00</b>	<b>Q 325,00</b>	<b>Q 325,00</b>
Maquinaria Horno Industrial	Q 325,00	Q 325,00	Q 325,00	Q 325,00	Q 325,00	Q 325,00	Q 325,00
<b>Flujo gravable</b>	<b>Q 79 397,00</b>	<b>Q 76 664,55</b>	<b>Q 73 868,71</b>	<b>Q 71 008,00</b>	<b>Q 71 008,00</b>	<b>Q 68 080,93</b>	<b>Q 65 085,95</b>
Impuesto ISR 25	Q 19 849,25	Q 19 166,14	Q 18 467,18	Q 17 752,00	Q 17 752,00	Q 17 020,23	Q 16 271,49
Flujo - impuesto ISR	Q 59 547,75	Q 57 498,41	Q 55 401,53	Q 53 256,00	Q 53 256,00	Q 51 060,70	Q 48 814,46
<b>Flujo mas depreciacion</b>	<b>Q 59 872,75</b>	<b>Q 57 823,41</b>	<b>Q 55 726,53</b>	<b>Q 53 581,00</b>	<b>Q 53 581,00</b>	<b>Q 51 385,70</b>	<b>Q 49 139,46</b>
<b>Flujo neto</b>	<b>Q (236 000,00)</b>	<b>Q 57 823,41</b>	<b>Q 55 726,53</b>	<b>Q 53 581,00</b>	<b>Q 53 581,00</b>	<b>Q 51 385,70</b>	<b>Q 49 139,46</b>

Fuente: elaboración propia.