



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

AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAN POPULAR EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA

Carmen Rebeca Chay Sánchez

Asesorado por el Ing. Oscar Noé Martínez Murillo

Guatemala, enero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
PAN POPULAR EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARMEN REBECA CHAY SÁNCHEZ

ASESORADO POR EL ING. OSCAR NOÉ MARTÍNEZ MURILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Harry Milton Oxom Paredes
EXAMINADOR	Ing. César Leonel Ovalle
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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:

AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAN POPULAR EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 2 de agosto de 2012.


Carmen Rebeca Chay Sánchez

Guatemala, 05 de Julio de 2013

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director de la Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

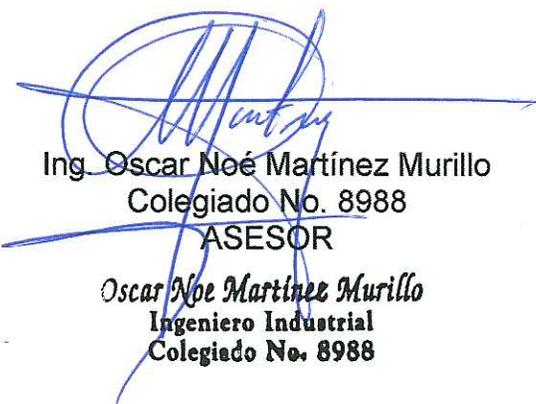
Estimado Señor Director:

Por medio de la presente informo a usted, que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE PRODUCCION DE PAN POPULAR EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA, elaborado por la estudiante Carmen Rebeca Chay Sánchez, con carné 2001-17394, previo obtener el título de Ingeniero Industrial.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos por la Facultad de Ingeniería, y reconociendo la importancia del tema. Por todo lo anterior tanto el autor como el asesor somos responsables del contenido y conclusiones del presente trabajo de tesis y en consecuencia, por medio de la presente me permito APROBARLO, agregando que lo encuentro completamente satisfactorio.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. Oscar Noé Martínez Murillo
Colegiado No. 8988
ASESOR

Oscar Noé Martínez Murillo
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 8988



REF.REV.EMI.153.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAN POPULAR EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**, presentado por la estudiante universitaria **Carmen Rebeca Chay Sánchez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.008.014

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 **AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAN POPULAR EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**, presentado por la estudiante universitaria **Carmen Rebeca Chay Sánchez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2014.

/mgp



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: **AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAN POPULAR EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**, presentado por la estudiante universitaria: **Carmen Rebeca Chay Sánchez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, enero de 2014



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por concederme la dicha de culminar este gran sueño.
Mis padres	Juan José Chay y Julia Heroína Sánchez por su amor y apoyo incondicional.
Mi esposo	Juan Pablo Santisteban Orozco por ser un ejemplo de lucha y perseverancia. Por llenar mi vida de amor y alegría.
Mis hijos	Emilia Renata y Matheo Emiliano, por ser mi motivo para seguir adelante y ser mi nuevo sueño.
Mi familia	El apoyo durante toda mi vida.
Mi hermana	Karen Lara, por su amistad y apoyo incondicional en este proyecto. Además, de sus consejos y compañía.

AGRADECIMIENTOS A:

Facultad de Ingeniería

Por formar profesionales comprometidos con la sociedad, conscientes de la realidad y capaces de hacer el cambio.

**Panadería y Pastelería
Shekapan, S. A.**

Por permitir el desarrollo del presente trabajo de graduación y por su colaboración en todo momento. En especial a su propietario por su ayuda incondicional.

**Ing. Oscar Noé Martínez
Murillo**

Por el tiempo dedicado a la asesoría de este trabajo y porque sus palabras me motivan a ser mejor.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
Hipótesis	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.1. Industria panificadora	1
1.1.1. Industria panificadora en Guatemala	2
1.1.2. Productos.....	3
1.1.3. Los principales componentes del pan.....	3
1.1.4. Definiciones y terminología.....	3
1.1.4.1. Pan popular	3
1.1.4.2. Pan blanco.....	4
1.1.4.3. Pan dulce.....	4
1.1.5. Requisitos generales	4
1.1.5.1. Materias primas	4
1.2. Datos generales de la empresa.....	7
1.2.1. Historia de la empresa	7
1.2.2. Ubicación geográfica	8
1.2.3. Organigrama general.....	8
1.3. Misión	10
1.4. Visión.....	10
1.5. Descripción y características del producto	10

1.5.1.	Pan popular	10
1.5.2.	Pan especial.....	11
1.5.3.	Pastelería	12
2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO.....	13
2.1.	Distribución de planta actual	13
2.2.	Diagramas de procesos	15
2.2.1.	Diagrama de operaciones	15
2.2.1.1.	Diagrama de operaciones del proceso de producción de pan popular	15
2.2.2.	Diagrama de flujo	19
2.2.2.1.	Diagrama de flujo del proceso de producción de pan popular	19
2.2.3.	Diagrama de recorrido.....	25
2.2.3.1.	Diagrama de recorrido del proceso de producción de pan popular	25
2.3.	Equipo.....	27
2.3.1.	Báscula.....	27
2.3.2.	Mezcladora.....	28
2.3.3.	Mesas de trabajo.....	28
2.3.4.	Clavijeros.....	29
2.3.5.	Hornos.....	30
2.4.	Productividad actual	31
2.4.1.	Estudio de tiempos del proceso de producción de pan popular	32
2.4.2.	Identificar las principales actividades del proceso...	32
2.4.3.	Capacidad instalada actual	33
2.4.4.	Personal en la línea.....	34
2.4.5.	Cálculo de productividad	34

2.5.	Demanda actual	35
2.5.1.	Proyección de la demanda actual	36
2.5.2.	Proyección de la demanda histórica	36
2.6.	Conclusiones generales	37
3.	AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	39
3.1.	Opciones del mercado para la adquisición del equipo	39
3.1.1.	Análisis comparativo de las opciones existentes	42
3.1.2.	Determinación de la mejor opción	43
3.1.2.1.	Análisis financiero de cada opción	44
3.1.2.2.	Mejor opción	46
3.2.	Descripción del equipo	46
3.3.	Especificaciones técnicas	48
3.4.	Planos del equipo	49
3.5.	Costo del equipo	51
3.6.	Análisis y estandarización de proceso automatizado	52
3.7.	Diagramas de procesos mejorados	52
3.7.1.	Diagrama de operaciones	52
3.7.2.	Diagrama de flujo	55
3.7.3.	Diagrama de recorrido	60
3.8.	Productividad	61
3.8.1.	Capacidad instalada	61
3.8.2.	Personal en línea	61
3.8.3.	Cálculo de productividad	61
3.8.4.	Análisis comparativo de productividad	62
3.8.5.	Cálculo de la demanda futura	63
3.8.6.	Análisis comparativo de la demanda	63
4.	MONTAJE E IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA	65

4.1.	Determinación del área donde se realizará el montaje del equipo	65
4.1.1.	Distribución de la planta	66
4.1.2.	Definición de la mano de obra.....	67
4.1.3.	Definición de la herramienta y equipo que se utilizará para la instalación	67
4.1.4.	Limpieza del área donde se realizará el montaje	67
4.2.	Montaje del equipo.....	67
4.2.1.	Guía de procedimientos de montaje.....	69
4.3.	Pruebas preliminares	70
4.3.1.	Calibración del equipo.....	70
4.4.	Programa de capacitación y adiestramiento de personal.....	71
4.4.1.	Buenas Prácticas de Manufactura.....	72
4.4.2.	Uso del equipo	73
4.5.	Programa de mantenimiento del equipo.....	74
4.5.1.	Acciones preventivas	77
4.5.2.	Acciones correctivas	79
4.6.	Observación y análisis de procesos.....	80
4.6.1.	Evaluación del proceso	81
4.6.2.	Normas a seguir	81
4.7.	Control.....	81
4.8.	Costos de montaje e implantación	81
4.9.	Cronograma de actividades	82
5.	SEGUIMIENTO.....	83
5.1.	Indicadores de productividad	83
5.1.1.	Equipo	83
5.1.1.1.	Capacidad disponible	83
5.1.1.2.	Mantenimiento.....	84

5.1.2.	Mano de obra.....	84
5.1.2.1.	Capacidad.....	84
5.1.3.	Instalaciones.....	85
5.1.3.1.	Mantenimiento	86
5.1.4.	Servicio al cliente	87
5.1.4.1.	Control de reclamos.....	87
5.2.	Formatos de control.....	89
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	91
6.1.	Tipo de equipo.....	91
6.1.1.	Nivel de ruido.....	91
6.1.2.	Vibración.....	93
6.2.	Insumos del equipos.....	93
6.3.	Manejo de residuos	94
6.4.	Seguridad e higiene industrial	94
6.4.1.	Medidas de contingencia	96
	CONCLUSIONES	99
	RECOMENDACIONES.....	101
	BIBLIOGRAFÍA.....	103
	APÉNDICES	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Productos	1
2.	Organigrama general	9
3.	Distribución del taller de pan 1	14
4.	Diagrama de procesos	17
5.	Diagrama de flujo	21
6.	Diagrama de recorrido.....	26
7.	Báscula	27
8.	Mezcladora.....	28
9.	Mesa de trabajo	29
10.	Clavijero	30
11.	Horno.....	31
12.	Gráfica del comportamiento de la demanda actual	35
13.	Sistema Mini Rex	40
14.	Sistema Classic Rex Futura.....	41
15.	Placa de especificaciones técnicas	48
16.	Plano Classic Rex Futura lado A.....	50
17.	Plano Classic Rex Futura lado B.....	51
18.	Diagrama de proceso automatizado.....	53
19.	Diagrama de flujo automatizado.....	56
20.	Diagrama de recorrido automatizado	60
21.	Plano taller de pan 1	66
22.	Divisora boleadora Classic Rex Futura	68
23.	Intervalos de mantenimiento	75

24.	Intervalos de limpieza	78
25.	Registro de trabajo recomendado.....	80
26.	Auditoría de BPM.....	86
27.	Formato de control de quejas/reclamos/sugerencias.....	88
28.	Equipo de protección recomendado	92

TABLAS

I.	Requisitos de fortificación de la harina	5
II.	Características físicas y organolépticas del agua	6
III.	Características químicas del agua	7
IV.	Resumen del diagrama de proceso	19
V.	Resumen del diagrama de flujo	24
VI.	Proyección de la demanda	36
VII.	Capacidad de acuerdo al peso opción A	42
VIII.	Capacidad de acuerdo al peso opción B	43
IX.	Resumen del proceso automatizado.....	55
X.	Resumen de flujo automatizado	59
XI.	Cronograma de actividades	82

GLOSARIO

Aditivo	Sustancia sin valor nutritivo que facilita la conservación del alimento.
Biscocho	Es el nombre que recibe una gama de productos de panadería, hechos de distintos tipos de masa generalmente elaborada con harina, levadura, sal, azúcar y grasa. Tienen diferentes formas, pueden ser dulces o salados y, opcionalmente, se rellenan.
Coadyuvante	Elemento que interviene en el proceso velando por sus intereses legítimos pero en una posición subordinada a una de las partes principales a la que ayuda de forma instrumental, adhiriéndose a sus pretensiones y sin poder actuar con autonomía respecto de ella.
Emulsión	Es una mezcla de líquidos inmiscibles de manera más o menos homogénea.
Grado alimenticio	Define el nivel de toxicidad de los productos.
Inocuo	Que no hace daño.
Leudante	Que actúa sobre los elementos haciendo que ellos se fermenten.

Nefelométrica

Es una unidad utilizada para medir la turbidez de un fluido.

Retinol

Está presente en los alimentos de origen animal en forma de vitamina A preformada, Está presente en alimentos de origen animal y se encuentra con frecuencia en los mismos alimentos que las proteínas y es soluble en grasa. Se encuentra principalmente en el hígado, el pescado azul, los huevos, el queso y la leche.

Sheka

Pan tradicional del municipio de San Pedro Sacatepéquez departamento de San Marcos elaborado a base de harina de trigo, afrecho y otros ingredientes.

RESUMEN

La industria panificadora en Guatemala goza de reconocimiento debido a sus técnicas de elaboración y sabor único, lo que lo hace un producto artesanal de alta demanda. Por ello, es de vital importancia el análisis y mejora de sus líneas de producción. Además, se debe tener presente que su carácter artesanal no debe perderse, así que para automatizar una línea se deben identificar aquellos puntos críticos en los que el carácter artesanal no se pierde (puntos en los que la manipulación del producto no tenga que ver con su forma o sabor final).

Se inicia con las constantes quejas por variación de peso y tamaño en los productos (unidades de pan dulce), por ello, se debe analizar el proceso y definir qué actividades se pueden automatizar, que dé como resultado la solución o minimice la problemática anterior. Se determina como mejor opción la implementación de una divisora boleadora que garantizara cubrir con una demanda creciente, además, de reducir la variación del peso y tamaño de las unidades producidas.

A corto plazo, también puede ser utilizada para optimizar el uso de los recursos en otros procesos de producción, sin tener que cambiar totalmente todas las líneas.

A largo plazo este equipo brinda la opción de trabajar con distintos tipos de masa, lo que presenta la oportunidad de implementarla a otros procesos.

Es importante destacar que se proponen formatos de control, normas de seguridad y medidas de contingencia para la operación del nuevo equipo.

OBJETIVOS

General

Aumentar la eficiencia al 100 % de la línea de producción de pan popular en una panificadora, mediante la automatización del proceso.

Específicos

1. Evaluar las condiciones actuales del proceso de producción de pan popular para identificar los puntos críticos y establecer la solución mediante el análisis de los mismos.
2. Determinar el equipo a implementar mediante el estudio de las opciones existentes mediante análisis Costo – Beneficio.
3. Estandarizar el producto en la línea de producción de pan popular automatizada para evaluar los resultado obtenidos.
4. Determinar las condiciones necesarias para la instalación y montaje del nuevo equipo.
5. Definir un programa de mantenimiento preventivo del equipo para garantizar el buen funcionamiento y la fiabilidad.
6. Elaborar un programa de capacitación y adiestramiento en el manejo adecuado del equipo para lograr un desempeño efectivo.

Hipótesis

Hipótesis nula

Ho: con la estandarización del peso del pan popular mediante la implementación de una máquina divisora boleadora no habrá variación en el tamaño del pan popular.

Hipótesis alternativa

Hi: con la estandarización del peso del pan popular mediante la implementación de una máquina divisora boleadora habrá variación en el tamaño del pan popular.

INTRODUCCIÓN

Automatización es el uso de sistemas de control y de tecnología para reducir la necesidad de la intervención humana en un proceso.

Las principales ventajas de aplicar automatización a un proceso son el reemplazo de operadores humanos en tareas repetitivas o de alto riesgo, reemplazo de operador humano en tareas que están fuera del alcance de sus capacidades como levantar cargas pesadas, trabajos en ambientes extremos o tareas que necesiten manejo de una alta precisión, incremento de la producción, al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento o desconcentración en las tareas repetitivas, el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el proceso.

La automatización de un nuevo producto requiere de una inversión inicial grande en comparación con el costo unitario del producto, sin embargo, mientras la producción se mantenga constante esta inversión se recuperará, dándole a la empresa una línea de producción con altos índices de ingresos.

La automatización está siendo aplicada principalmente en mejorar al máximo la calidad del proceso y luego mantener esta calidad en el producto a través de operadores calificados. Otro cambio importante en la automatización es la demanda por la flexibilidad de la línea de producción. Las empresas tienen una producción flexible cuando tienen la habilidad de cambiar la manufactura de un producto A por una manufactura diferente para un producto B sin tener que reconstruir completamente la línea de producción.

También una línea de producción es flexible cuando se pueden cambiar parámetros bases como la producción por día o adición o remoción de procesos dentro de la línea sin afectar la calidad del producto, esta capacidad de cambios de células de producción es fácilmente implementada con un buen diseño previo en la automatización de la línea de producción.

Este trabajo de graduación busca dar una solución a la problemática actual en la que se ha excedido la capacidad productiva de una línea, constantes quejas y malestar en el consumidor por la variación de tamaño en producto final. Es por esto que se propondrán el mejor punto para automatizar el proceso y así eliminar dicha problemática.

1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1. Industria panificadora

El pan es un alimento básico que forma parte de la dieta tradicional. Se suele preparar mediante el horneado de una masa, elaborada fundamentalmente con harina de cereales, sal y agua. La mezcla, en la mayoría de las ocasiones, suele contener levaduras para que fermente la masa y sea más esponjosa y tierna.

Figura 1. **Productos**



Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan S. A.

El cereal más utilizado para la elaboración del pan es la harina de trigo. También se utiliza el centeno, la cebada, el maíz, el arroz.

Existen muchos tipos de pan que pueden contener otros ingredientes, como grasas de diferentes tipos (tocino de cerdo o de vaca, mantequilla, aceite de oliva), huevos, azúcar, especias, frutas, frutas secas (como por ejemplo, pasas), verduras (como cebollas), frutos secos o semillas diversas.

1.1.1. Industria panificadora en Guatemala

El término panificación fue introducido a la industria Guatemalteca a principios del siglo XX por europeos, quienes popularizaron el pan tipo sándwich ya que era conveniente para el consumidor por su tiempo de duración.

En Guatemala la panificación se desarrolla en todos los niveles de la industria, hay que tomar en cuenta que las pequeñas industria son las más numerosas, debido a que en cada sector del país está localizada una panadería, sin embargo, su participación en el mercado no es significativa.

La industria panificadora ha mostrado un crecimiento acelerado en los últimos años debido a la necesidad de hacer a las empresas más competitivas y además, el gusto del guatemalteco está orientado al consumo de pan en el desayuno y la cena, lo cual lo hace un negocio muy atractivo.

Esta es una industria que por proporcionar un producto básico para la alimentación, es regulado por el gobierno en precio, además, la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) del Ministerio de Economía estipula las normas a cumplir para las empresas que producen las materias primas del pan, así como, las especificaciones para la producción del mismo.

1.1.2. Productos

La industria panificadora de Guatemala ofrece los siguientes tipos de pan:

- Pan popular
- Pan blanco
- Pan dulce

1.1.3. Los principales componentes del pan

Para la elaboración de pan de tipo artesanal son utilizados productos tradicionales como: harina de trigo, levadura, azúcar, huevos, manteca, leche, sal y polvo de hornear. Además, de hacer uso de técnicas tradicionales para el horneado.

1.1.4. Definiciones y terminología

A continuación se definen los productos que actualmente ofrece la industria panificadora en su línea de pan popular, además, de determinar las principales características y algunos puntos importantes de su elaboración.

1.1.4.1. Pan popular

Producto alimenticio resultante de la fermentación y horneado de una mezcla básica de harina de trigo, agua, grasa, azúcar, sal y levadura, que puede contener otros ingredientes, y/o aditivos permitidos por la legislación vigente.

1.1.4.2. Pan blanco

Este es un producto de alta demanda en la industria panificadora debido a su facilidad de consumo, es un pan que es elaborado a base de harina de trigo a la cual se le ha retirado el salvado y a menudo también el germen.

1.1.4.3. Pan dulce

Es aquel producto elaborado con un ciento por ciento (100 %) de harina blanca y en el que predomina el sabor dulce. Este tipo de pan es de alta demanda en los lugares donde predomina el clima frío debido a que las personas lo consumen en combinación con el café.

1.1.5. Requisitos generales

Según la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) la elaboración de pan dulce deberá llevarse a cabo bajo los requisitos específicos que son descritos a continuación.

1.1.5.1. Materias primas

Harina de trigo: la harina de trigo que se utilice para la elaboración del pan popular, deberá cumplir con los requisitos de fortificación siguientes, de conformidad con lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:06.

Tabla I. **Requisitos de fortificación de la harina**

Micronutrientes	Nivel mínimo a alcanzar (en miligramos por kilogramo de harina)
Hierro, en forma de fumarato ferroso	55,0
Tiamina (vitamina B-1)	6,2
Riboflavina (vitamina B-2)	4,2
Niacina	55,0
Ácido fólico	1,8

Fuente: Reglamento Técnico Centroamericano.34168. p.36.

No se permitirá la adición de bromato de potasio en la harina para panificación. La presencia de metales pesados estará determinada por los requisitos fijados para este insumo en el Reglamento Técnico Centroamericano arriba citado.

Azúcar: el azúcar que se utilice para la elaboración del pan popular deberá cumplir con los requisitos de fortificación indicados en el Acuerdo Gubernativo 021-2000, que se indican a continuación:

- El azúcar fortificado deberá contener un mínimo de 5 miligramos de retinol por kilogramo de azúcar, durante toda su vida de comercialización.

Sal: la sal que se utilice para la elaboración de pan popular deberá cumplir con los requisitos de fortificación indicados en el Acuerdo Gubernativo 29-2004, que se indican a continuación.

- La sal para consumo humano deberá contener un mínimo de 20 miligramos de yodo por kilogramo de sal y un máximo de 60 miligramos de yodo por kilogramo de sal.

Grasa: se permitirá el uso de grasa de origen animal o vegetal de grado alimenticio, quedando terminantemente prohibido el uso de grasa industrial de grado no alimenticio, según el Decreto 93-95.

Leudantes: como leudantes podrán emplearse levadura o polvo de hornear.

Agua: el agua que se utilice para la elaboración de pan popular deberá cumplir con los requisitos de la Norma COGUANOR NGO 29001.

Tabla II. **Características físicas y organolépticas del agua**

Características	LMA	LMP
Color	5,0 u	35,0 u ^(a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5,0 UNT	15,0 UNT ^(b)
Conductividad eléctrica	750 μ S/cm	1500 μ S/cm ^(d)
Potencial de hidrógeno	7,0-7,5	6,5-8,5 ^{(c) (d)}
Sólidos totales disueltos	500,0 mg/L	1000,0 mg/L

(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto
 (b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).
 (c) En unidades de pH
 (d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C.

Fuente: COGUANOR NTG 29001. p.6.

Tabla III. **Características químicas del agua**

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Cloro residual libre ^(a)	0,5	1,0
Cloruro (Cl ⁻)	100,0	250,0
Dureza Total (CaCO ₃)	100,0	500,0
Sulfato (SO ₄ ⁻)	100,0	250,0
Aluminio (Al)	0,050	0,100
Calcio (Ca)	75,0	150,0
Cinc (Zn)	3,0	70,0
Cobre (Cu)	0,050	1,500
Magnesio (Mg)	50,0	100,0
Manganeso total (Mn)	0,1	0,4
Hierro total (Fe) ^(b)	0,3	-----

a) El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia.

b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.

Fuente: COGUANOR NTG 29001. p.7.

1.2. Datos generales de la empresa

A continuación se presenta una breve reseña del surgimiento de la empresa y de los factores que le han dado reconocimiento dentro de la industria panificadora de la región.

1.2.1. Historia de la empresa

Shekapan inicia operaciones el 15 de diciembre de 1987, en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, con el objetivo de cubrir la demanda creciente de pan que se tenía en las panaderías ya existentes. Todo esto gracias al apoyo y experiencia de una familia de tradición panificadora.

El nombre de Shekapan surgió debido a que en el municipio donde se fundó existe la tradición de la elaboración de pan artesanal al cual se le denomina sheka y deseaban que a través del nombre de la empresa esta tradición trascendiera a futuras generaciones.

Shekapan brinda oportunidad de empleo a personas de escasos recursos. Actualmente cuenta con 30 trabajadores permanentes y 20 ocasionales. Además, cuenta con distribuidores autorizados en 5 puntos.

1.2.2. Ubicación geográfica

Panadería y pastelería Shekapan, S. A. Se encuentra ubicada actualmente en la 7ma. Avenida 1-18 zona 2, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. En un área de mucho movimiento económico, lo que le permite estar al alcance del consumidor final.

1.2.3. Organigrama general

Un organigrama es la representación gráfica de la estructura de Panadería y Pastelería Shekapan, S. A. Representan las relaciones jerárquicas y de dependencia en la organización.

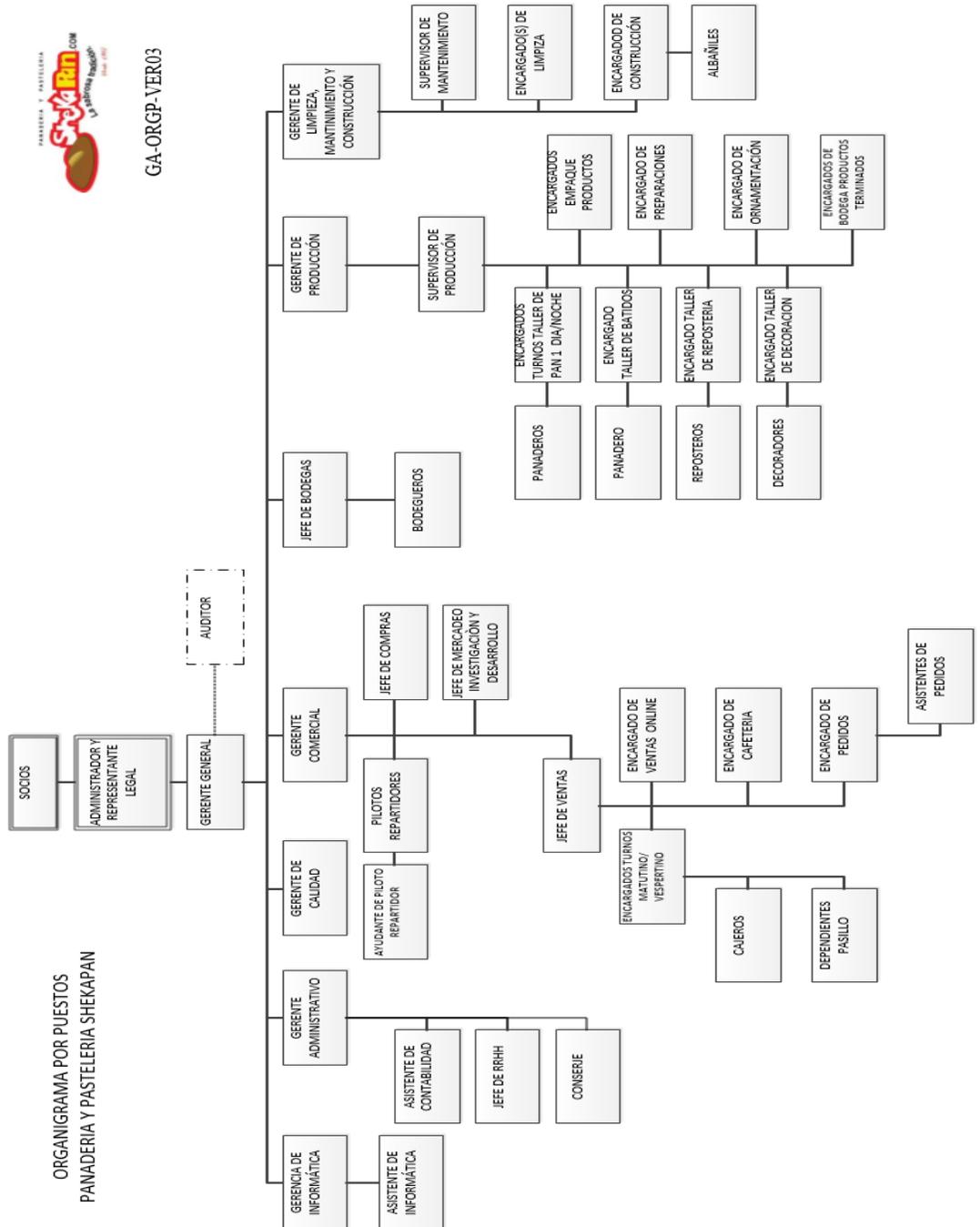


Figura 2. Organigrama general

Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan S. A.

1.3. Misión

“Producir y comercializar productos, aplicando estándares de calidad en todos los procesos, con valores y el desarrollo integral de los colaboradores, mediante la mejora continua y la eficiencia para la satisfacción de sus clientes”¹.

1.4. Visión

“Ser una empresa que produce y comercializa productos de panadería, pastelería y repostería de alta calidad, aplicando la mejora continua para satisfacer a sus clientes”².

1.5. Descripción y características del producto

A continuación se describen los productos y las características específicas de los productos elaborados por Panadería y Pastelería Shekapan, S. A. en sus diferentes líneas de producción de pan.

1.5.1. Pan popular

De consumo habitual en el día, elaborado con harina de trigo. Se le puede añadir ciertos coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados.

Se divide en:

- Dulce: de manteca y tostado
- Salado: francés y desabrido

¹ Panadería y Pastelería Shekapan, S. A. Plan estratégico de la empresa. p.7.

² Ibíd.

1.5.2. Pan especial

Se denomina como pan especial a todo aquel tipo de pan que requiera alguna característica especial ya sea para composición o para su elaboración, por lo que le conoce como pan especial, si reúne alguna de las condiciones siguientes:

- Por su composición

Que se haya incorporado cualquier aditivo y/o coadyuvante tecnológico de la panificación autorizados para este tipo de pan, tanto a la masa como a la harina. Que se haya utilizado como materia prima, harina enriquecida. Que se haya añadido cualquier ingrediente de los citados como valor nutritivo y que eleven suficientemente este mismo. Que no lleve sal o microorganismos propios de la fermentación, voluntariamente añadidos.

- Por su formato

Aunque sea pan común por su composición, incluidos los aditivos, tiene un formato especial que precisa de un procedimiento de elaboración y acabado no susceptible de mecanización en todas sus fases, por exigir la intervención de mano de obra en cada pieza individualizada.

Denominaciones de pan especial

El pan especial puede recibir las siguientes denominaciones, prohibiéndose cualquier denominación que induzca a error al consumidor.

Pan integral: es elaborado con harina integral.

Pan francés: es el pan elaborado a base de masa blanda, entre cuyos ingredientes se deberá añadir además de los básicos; azúcares, leche o ambos a la vez, en la cantidad suficiente.

Pan tostado: es el que después de su cocción es cortado en rebanadas y sometido a tostación.

Pan de huevo, leche, pasas y miel: son aquellos elaborados con masas para pan a las que se han incorporado los ingredientes de los que toman su nombre.

Pan de otro cereal: es aquel en el que se emplea harina y trigo mezclada con harina de otro cereal en una proporción mínima de 51 % y el pan recibe el nombre de este último cereal.

Pan enriquecido: es aquel en cuya elaboración se han incorporado harinas enriquecidas o en el que se han empleado sustancias enriquecedoras.

1.5.3. Pastelería

Es el arte de preparar y decorar pasteles u otros postres dulces como bizcochos, tartas o tortas. En esta rama de la panadería, se destaca la elaboración de pasteles y postres de ocasión.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO

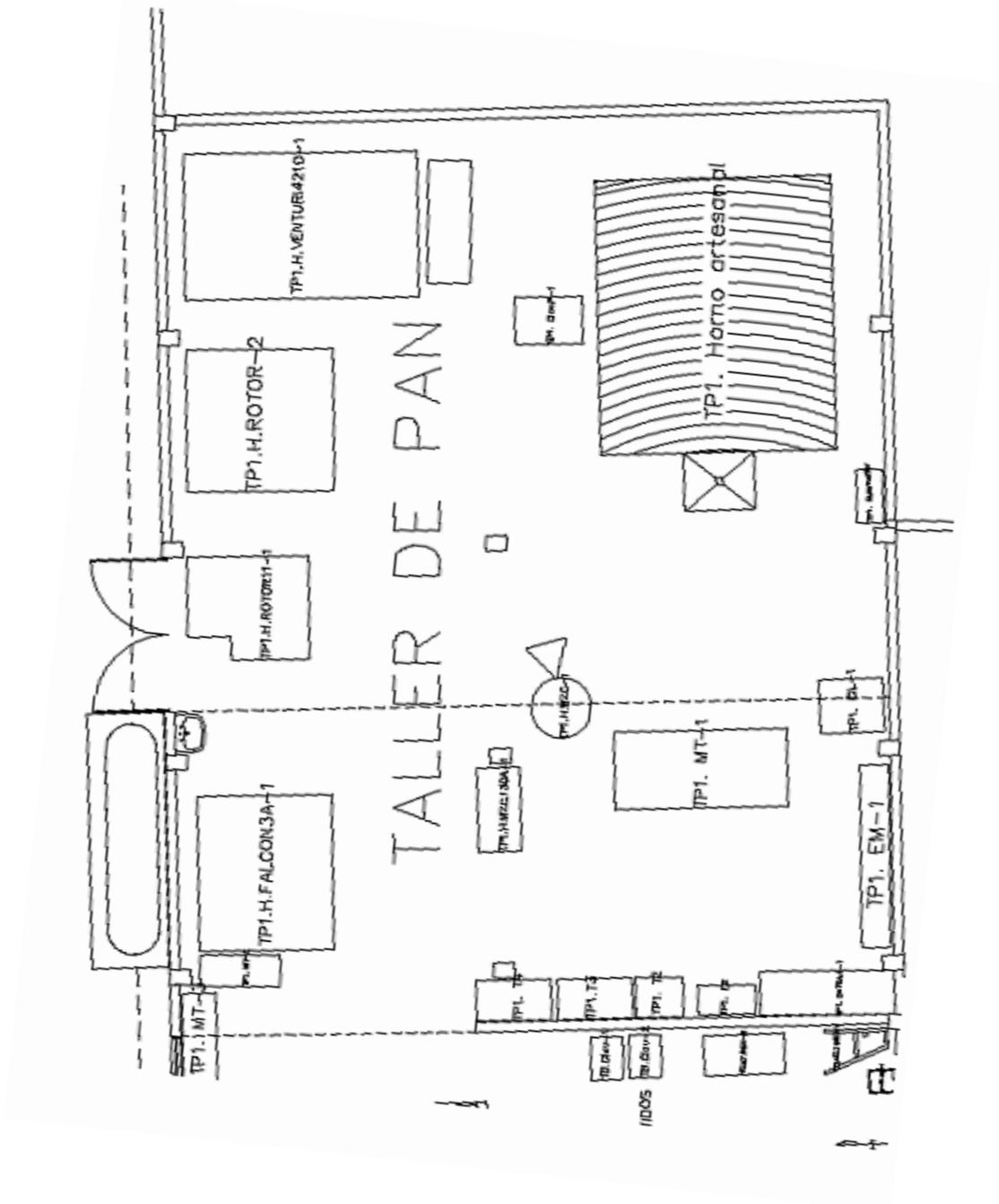
Debido al nivel las constantes quejas generadas por la variación en el peso, tamaño y precio del pan popular, se ha determinado que el proceso de elaboración de este producto deberá ser mejorado para lograr estandarizar el peso y por ende, disminuir o eliminar las quejas y confusiones. Además, de disponer de un nuevo proceso que cumplirá con la creciente demanda del pan popular.

2.1. Distribución de planta actual

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores directos e indirectos y todas las actividades del proceso.

En el presente diagrama de distribución se pueden observar la ubicación actual de todos los elementos y equipos, es necesario destacar que la distribución de la planta actual se hizo alrededor de un horno artesanal ya existente. Con esto en consideración se procedió a dar lugar a las mesas de trabajo, mezcladoras y batidoras, hornos de diferentes capacidades, clavijeros y estanterías, también, se estableció un lugar específico para las materias primas en proceso todo basado en el procedimiento de fabricación.

Figura 3. Distribución del taller de pan 1



Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan, S.A.

2.2. Diagramas de procesos

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en la elaboración de pan popular, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenaje.

2.2.1. Diagrama de operaciones

Este modelo gráfico representa en forma esquematizada y simplificada el procedimiento de elaboración de pan popular en una industria panificadora en donde el proceso es totalmente artesanal.

2.2.1.1. Diagrama de operaciones del proceso de producción de pan popular

Se procede a medir y pesar todos los ingredientes (azúcar, harina, manteca, sal, levadura y agua), se vierten directamente en la mezcladora para su posterior mezclado.

Para la elaboración de pan popular (pan dulce) la mezcla debe contener:

- 150 libras de harina suave
- 33 libras de azúcar
- 20 libras de manteca
- 79,2 litros de agua
- 7 libras de grasa animal

- 4libras de levadura
- 1,5 libras de sal
- 1,5 libras de polvo de hornear

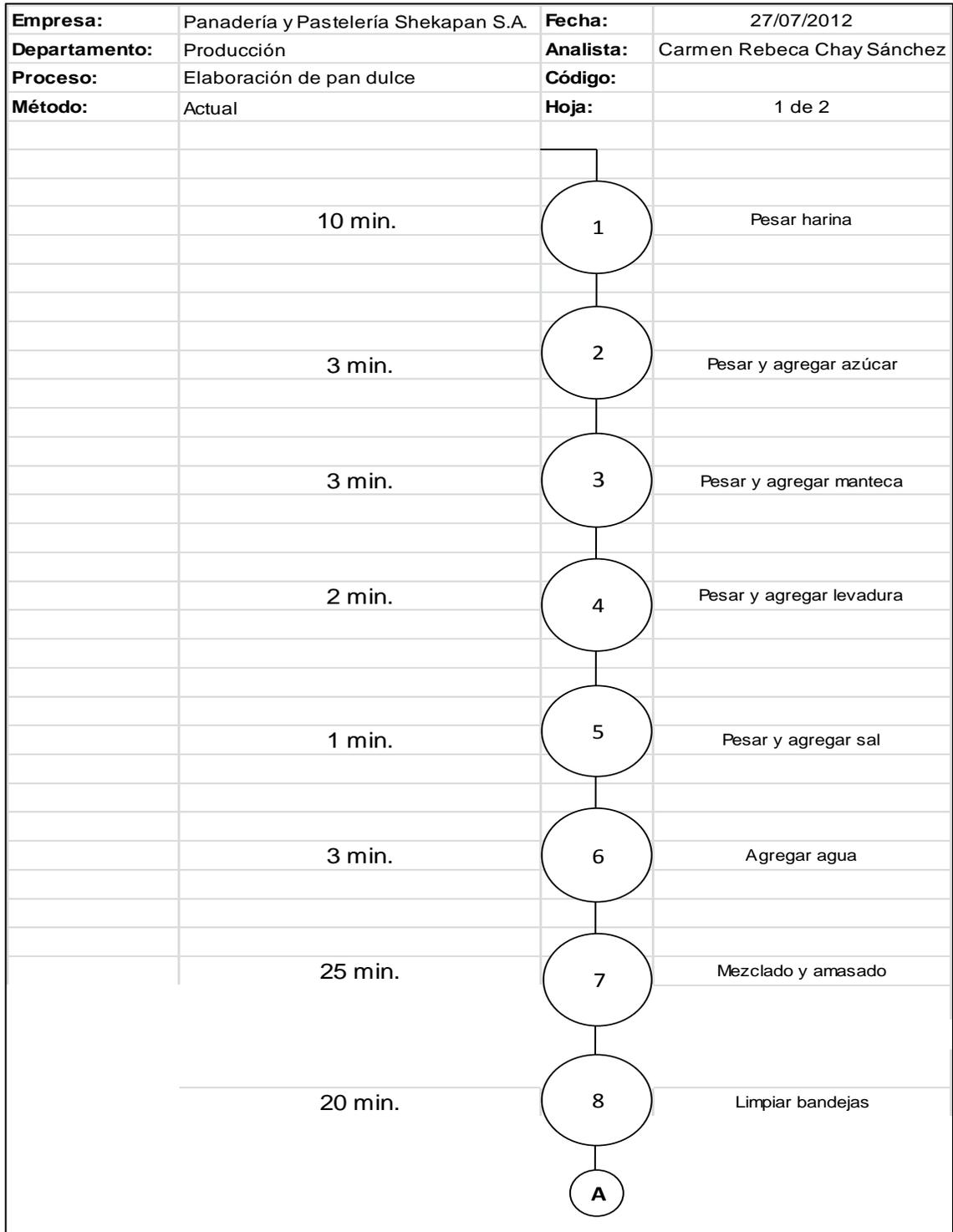
Ingredientes que constituyen un batch de 150 libras o lo que se denomina como una mojada.

Se mezclan los ingredientes hasta lograr la consistencia deseada de acuerdo al tipo de producto a elaborar.

Una vez mezclados los ingredientes se procede a pasar la masa a la mesa de trabajo en donde se bolea o tantea, para su posterior colocación en bandejas que colocaran en los clavijeros (el personal en línea divide la masa en porciones de aproximadamente 2 onzas), luego la deja reposar (primera fermentación), lo que permite que la levadura contenida en la masa haga efecto y esponje la masa, a continuación se toman las bandejas con las piezas ya fermentadas se pasan a la mesa de trabajo y se procede a formar o figurar el pan (esto depende del tipo de pan que se esté elaborando), luego se colocan nuevamente en las bandejas para dejarla fermentar por segunda vez, antes de ser llevadas al horno para su posterior cocimiento.

El producto se hornea y luego se deja enfriar. Queda en el área de producto terminado hasta ser llevada al área de ventas.

Figura 4. Diagrama de procesos



Continuación de la figura 4.

Empresa:	Panadería y Pastelería Shekapan S.A.	Fecha:	27/07/2012
Departamento:	Producción	Analista:	Carmen Rebeca Chay Sánchez
Proceso:	Elaboración de pan dulce	Código:	
Método:	Actual	Hoja:	2 de 2
		A	
	2 min.	9	Rociar harina en la mesa
	27 min.	10	Boleo de la
	15 min.	11	Figurado
	22 min.	12	Horneado
	10 min.	13	Sacar del horno
	15 min.	14	Colocar el producto en bandejas

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Resumen del diagrama de proceso**

RESUMEN		
OPERACIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (Min.)
○	14	158
TOTAL	14	158

Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Diagrama de flujo

Indica la secuencia del proceso en cuestión, las unidades de tiempos y distancia, viene a ser la representación simbólica o pictórica del proceso de elaboración de pan popular.

2.2.2.1. Diagrama de flujo del proceso de producción de pan popular

El proceso de elaboración de pan popular inicial con el requerimiento a bodega de materia prima, de los insumos para la fabricación del día, de acuerdo con la programación establecida.

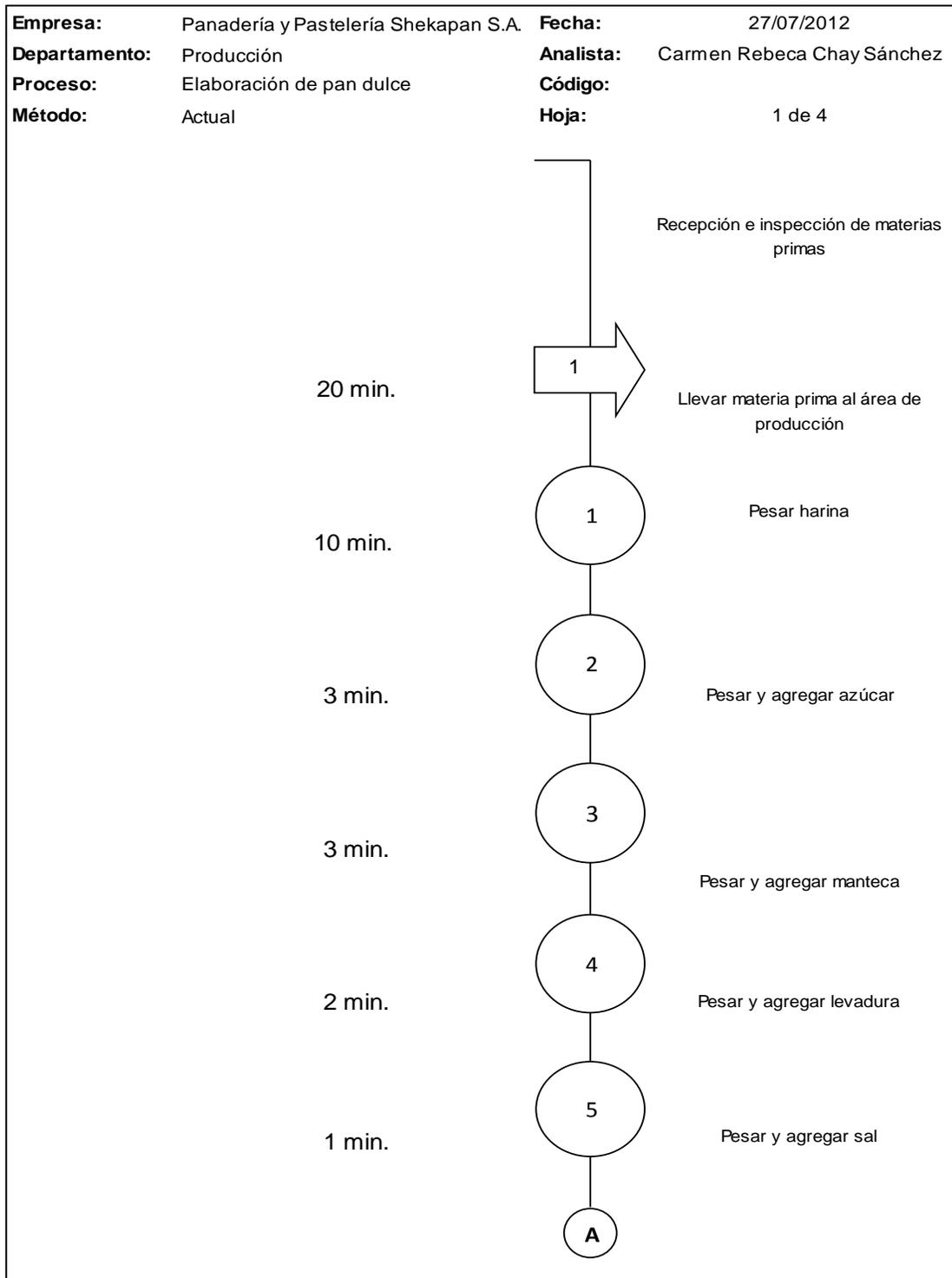
Se llevan los insumos al área de producción, con la materia prima en el taller de pan 1, se procede a medir y pesar todos los ingredientes (azúcar, harina, manteca, sal, levadura y agua), se vierten directamente en la mezcladora para su posterior mezclado.

Se mezclan los ingredientes hasta lograr la consistencia deseada de acuerdo al tipo de producto a elaborar.

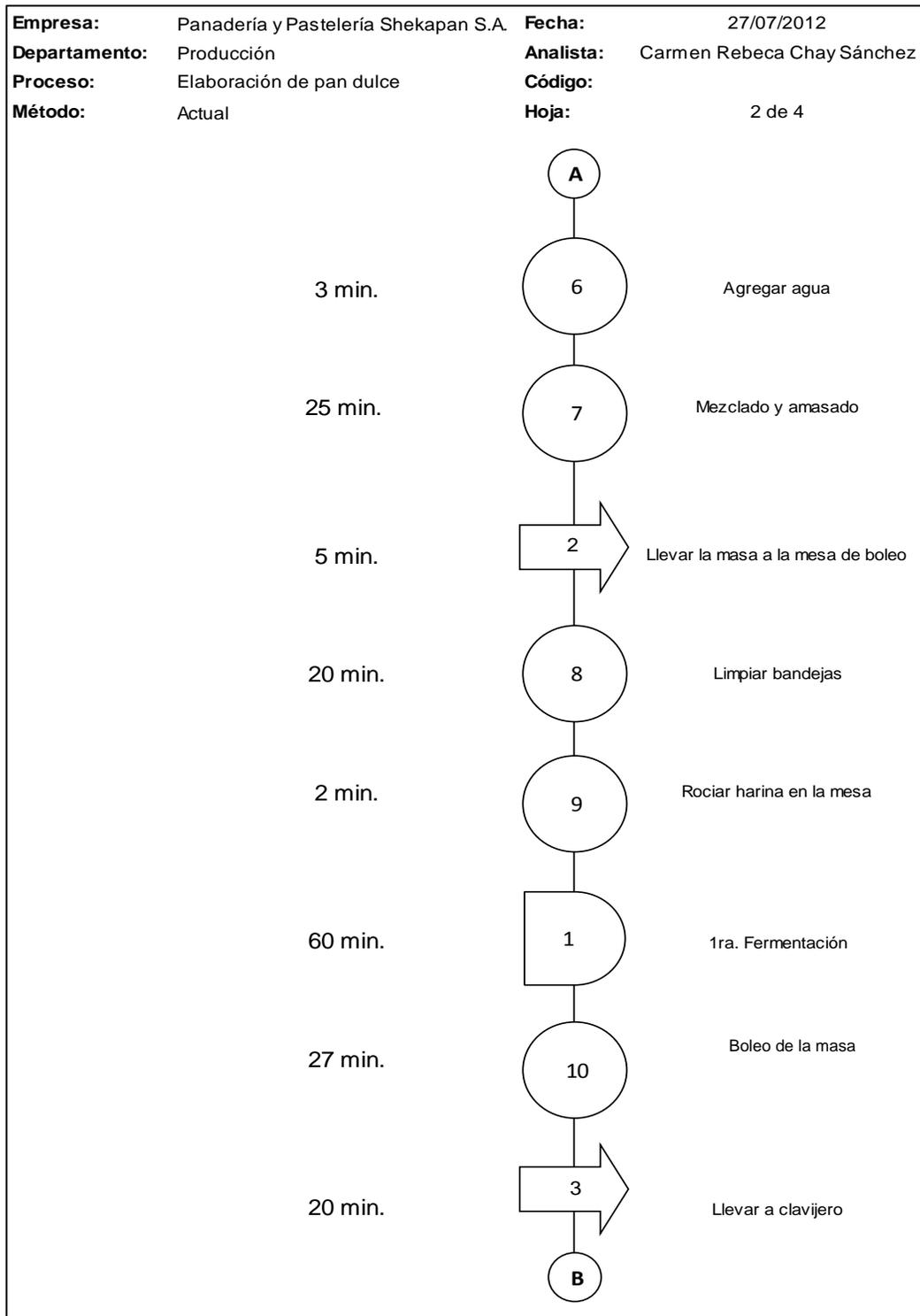
Una vez mezclados los ingredientes se procede a pasar la masa a la mesa de trabajo en donde se bolea o tatea colocando las porciones en bandejas que colocaran en los clavijeros (el personal en línea divide la masa en porciones de aproximadamente 2,5 onzas), luego la deja reposar (primera fermentación), lo que permite que la levadura contenida en la masa haga efecto y esponje la masa, a continuación se toman las bandejas con las piezas ya fermentadas y se procede a formar o figurar el pan (esto depende del tipo de pan que se esté elaborando) y se colocan nuevamente en las bandejas, donde luego se dejaran fermentar por segunda vez, antes de llevarlas al horno para su posterior cocimiento.

El producto se hornea y luego se deja enfriar. En este punto el pan está listo para ser puesto a la venta por lo que a medida que se va necesitando se transporta al área de venta.

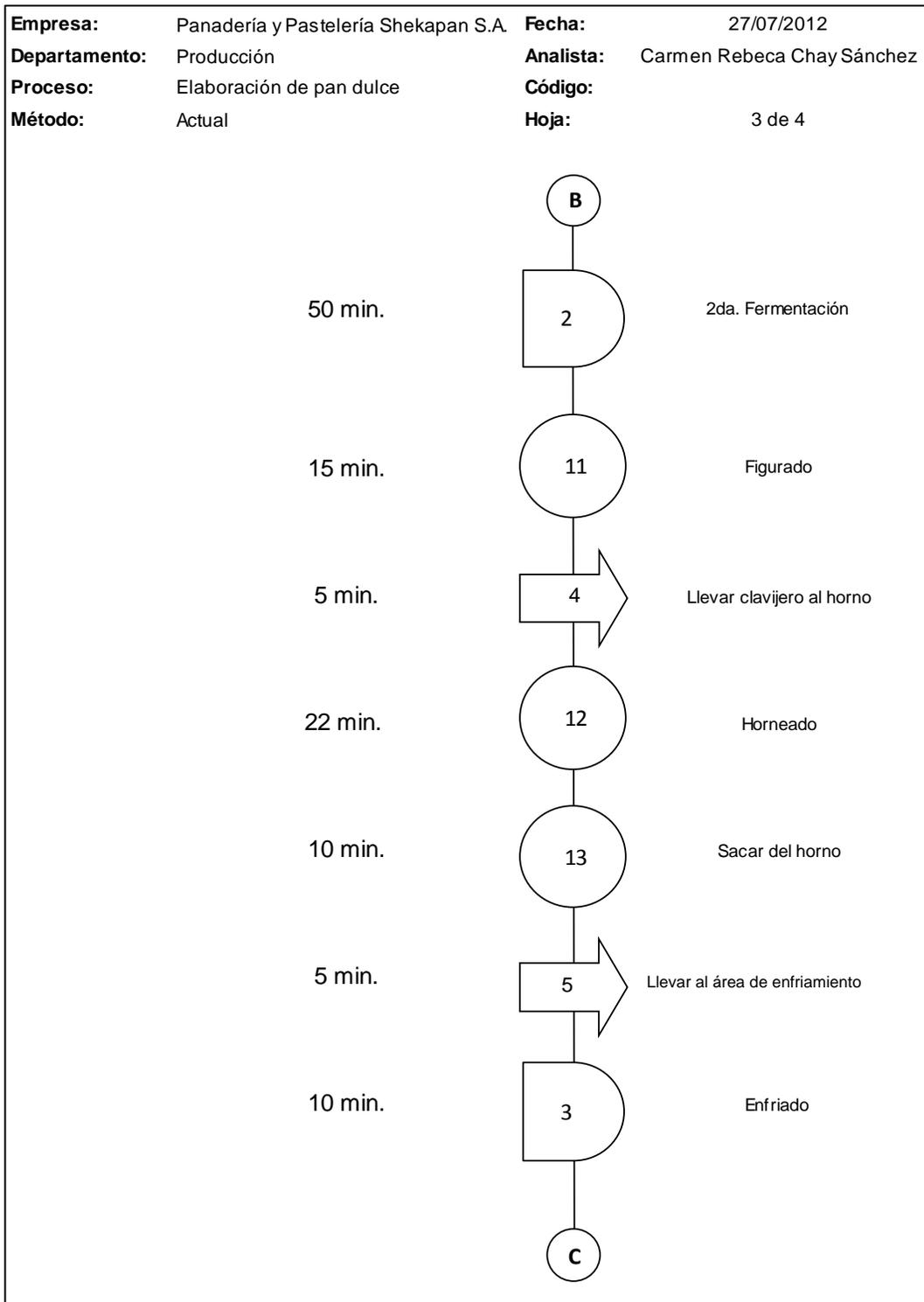
Figura 5. Diagrama de flujo



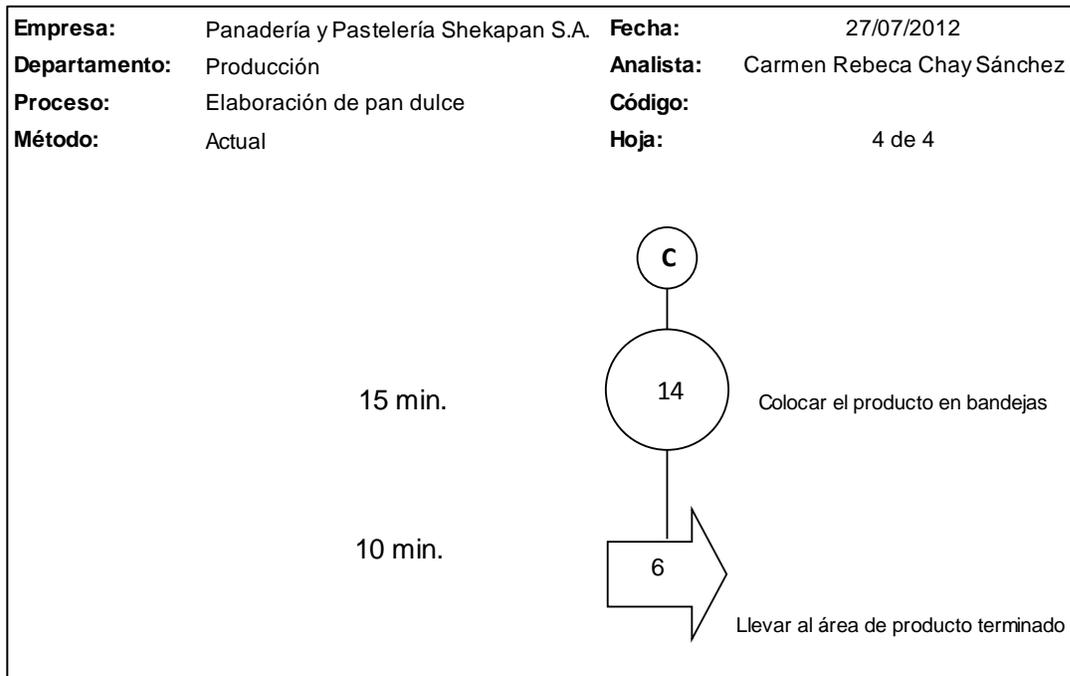
Continuación de la figura 5.



Continuación de la figura 5.



Continuación de la figura 5.



Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Resumen del diagrama de flujo**

RESUMEN			
OPERACIÓN	CANTIDAD		TIEMPO (Min.)
	14		158
	6		65
	3		120
TOTAL	24		343

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Diagrama de recorrido

Es un esquema de distribución de planta en un plano bi o tridimensional a escala, que muestra dónde se realizan todas las actividades que aparecen en el diagrama de procesos.

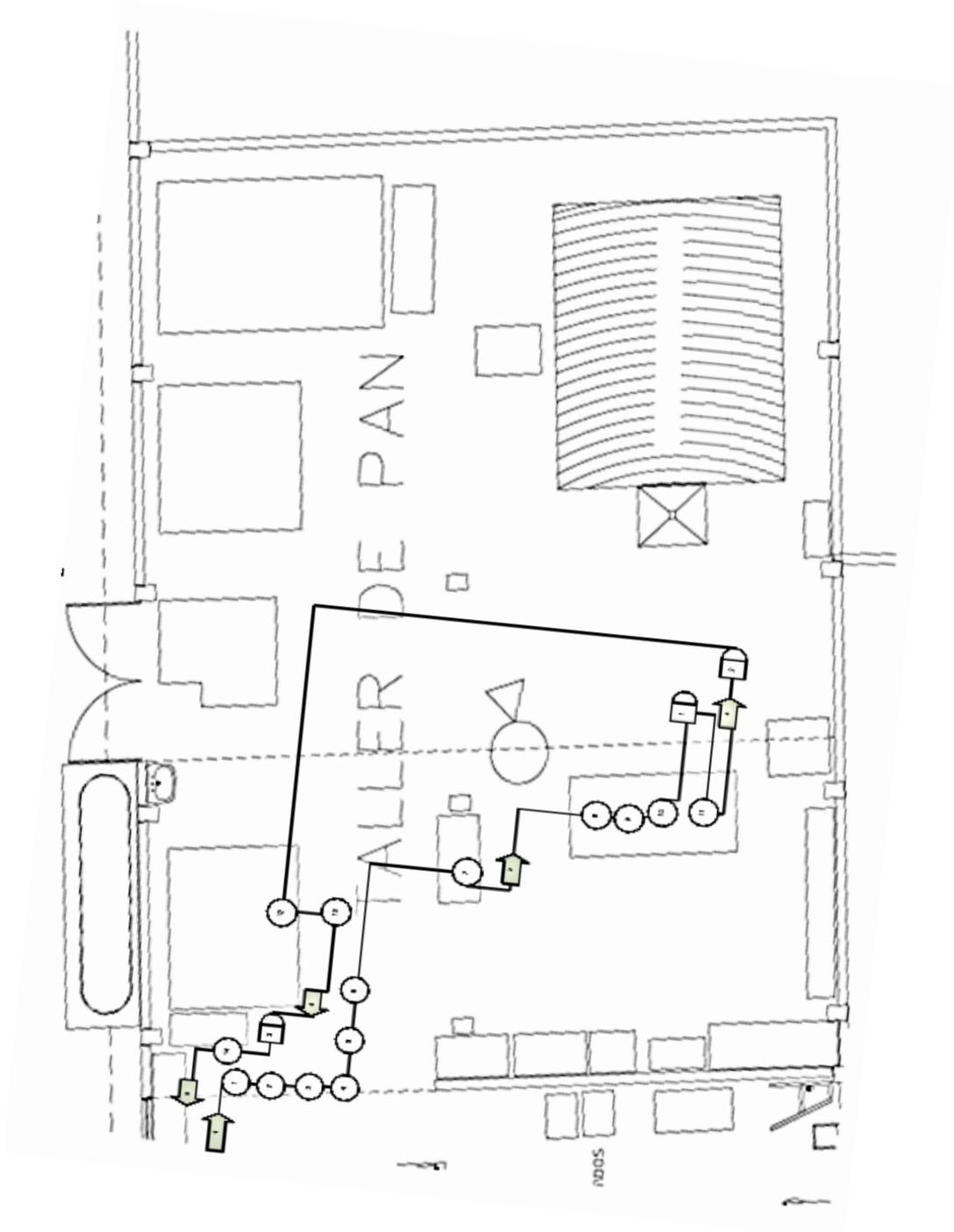
La ruta de los movimientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente y numerada, de acuerdo con el diagrama de operaciones de proceso.

Se elabora con base en un plano a escala del taller de pan 1, en donde se da la circulación del proceso, utilizando los mismos símbolos empleados en el diagrama de flujo de operaciones.

2.2.3.1. Diagrama de recorrido del proceso de producción de pan popular

En el diagrama de recorrido del proceso de elaboración de pan popular se establece el orden en que se realizan todas las operaciones del proceso, en este diagrama se incluyen todas la operaciones, las demoras y los transportes, con esto de determina cómo se deben mover el producto dentro de la línea y a su vez se puede apreciar el aprovechamiento del área del taller.

Figura 6. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

2.3. Equipo

La industria panificadora ha crecido de manera significativa por lo que para la elaboración de sus productos es necesario contar con instrumentos y equipos especialmente desarrollados para su uso en este medio. Por ello, para la elaboración de los productos se cuenta con los siguientes equipos:

2.3.1. Báscula

Aparato para medir pesos, formado por una bandeja o plataforma donde se coloca lo que se quiere pesar y un indicador que marca el peso. La báscula a utilizar debe ser una que haya sido creada para su uso en la industria alimenticia, es decir, que su uso no suponga algún tipo de contaminación del producto final.

Figura 7. **Báscula**



Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan S. A.

2.3.2. Mezcladora

Una mezcladora, es un electrodoméstico que permite batir o mezclar los elementos blandos, esponjar y emulsionar la mezcla. Actualmente, se cuenta con 2 mezcladoras o batidoras de diferentes capacidades.

Figura 8. **Mezcladora**



Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan S. A.

2.3.3. Mesas de trabajo

Se cuenta con mesas de trabajo hechas de madera y con una cubierta de fórmica. Estas tienen una altura de 90 centímetros, un ancho de 120 centímetros y largo de 3 metros. Lo que permite que cada persona en línea tenga un área de trabajo adecuada para la realización de su trabajo.

Figura 9. **Mesa de trabajo**



Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan S. A.

2.3.4. Clavijeros

Los clavijeros son estanterías de metal o acero inoxidable móviles, los cuales se utilizan para colocar el producto durante la fermentación, así como, para el horneado. Cada clavijero tiene una capacidad de 40 bandejas. Además, de que algunos son utilizados para la colocación de producto en proceso (las piezas que van al horno) y otros que son utilizados para producto final (piezas de pan que ya han sido horneadas y que solo necesitan enfriar, antes de ser llevadas al área de ventas).

Figura 10. **Clavijero**



Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan S. A.

2.3.5. Hornos

Shekapan cuenta con 5 hornos de los cuales uno es artesanal y cuatro rotatorios. Lo que permite que todos sus productos sean horneados, de acuerdo con sus características específicas.

Además, de que la variedad de hornos permite que sean procesados varios productos al mismo tiempo y en tiempos diferentes.

Figura 11. Horno



Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan S. A.

2.4. Productividad actual

La productividad es definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

2.4.1. Estudio de tiempos del proceso de producción de pan popular

Esta técnica de organización sirve para calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido.

El procedimiento técnico empleado para calcular los tiempos de trabajo consiste en determinar el denominado tiempo estándar, entendiendo como tal, el tiempo que necesita un trabajador calificado para ejecutar la tarea a medir, según un método definido.

El estudio de tiempos de elaboración de pan popular o dulce, se encuentra en el apéndice 1.

2.4.2. Identificar las principales actividades del proceso

Al realizar el estudio de tiempos en la elaboración de pan popular, se definen las siguientes actividades principales en el proceso:

- Pesar harina
- Pesar y agregar azúcar
- Pesar y agregar manteca
- Pesar y agregar levadura
- Pesar y agregar sal
- Agregar agua
- Mezclado y amasado
- Limpieza de bandejas
- Rociar harina en la mesa

- Boleo de la masa
- Figurado
- Horneado
- Sacar del horno
- Colocar el producto en bandejas

De lo anterior, se determina que para aumentar la producción sin afectar el carácter artesanal del producto, se debe automatizar la operación del boleo de la masa. Con esto se logrará estandarizar el peso y tamaño del producto final, además de reducir las quejas del consumidor.

2.4.3. Capacidad instalada actual

La capacidad instalada de la línea de producción de pan popular es de 1052 libras al día.

Con un rendimiento de 2301 unidades por Bach de 150 libras

Se tiene que se producen = $(1052/150) \times 2301 = 16\ 137,67$

Lo que equivale a 16137 unidades al día.

Si se determina el costo por unidad como:

Costo de materia prima	Q0, 40
<u>Costo de mano de obra directa</u>	<u>Q0, 03</u>
Costo de fabricación	Q0, 43
<u>Costos indirectos de fabricación</u>	<u>Q0, 10</u>
Costo total	Q0, 53

El precio a la venta por unidad es de 0,65 centavos de quetzal.

Se obtiene una utilidad = (precio – costo total)/Costo total

Utilidad = (0,65 – 0,53) = 0,12

% de utilidad por unidad es = 18,46%

Lo que significa que si se trabaja un promedio de 360 días al año, esto equivale a una producción anual de 5 809 320 unidades.

Ingreso anual = (5 809564) (0,65) = Q3 776058

Utilidad anual = Q697 060,30

2.4.4. Personal en la línea

Para la elaboración de pan popular la línea actual cuenta con cuatro operarios de los cuales uno es el experto y es el encargado de realizar el pesado de todos los ingredientes para la posterior mezcla y amasado de los ingredientes.

2.4.5. Cálculo de productividad

Para determinar la productividad actual se toman los datos históricos de producción (apéndice 4), que permitirá contar con el promedio de producción diario, en libras de producto procesado.

Para el cálculo de la productividad actual se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Capacidad instalada}}{\text{Núm.operarios*tiempotrabajado}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{16\ 137}{(4)(7)+(4)(8)}$$

De lo cual se determinó lo siguiente:

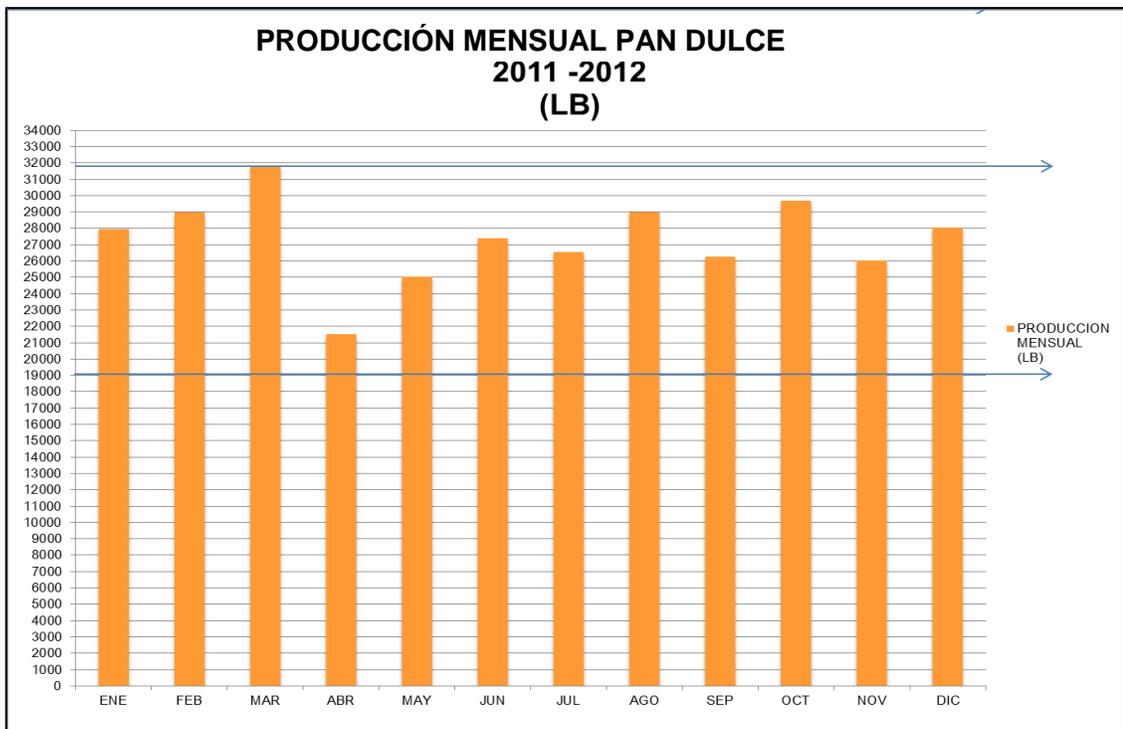
Promedio de producción diario = 16 137 unidades

Productividad actual = 268 u/hH

2.5. Demanda actual

Se puede decir que la demanda se refiere a la cantidad de producto que la gente está dispuesta a obtener. En este caso, al analizar los registros de producción se puede observar el comportamiento de la demanda a través del tiempo.

Figura 12. Gráfica del comportamiento de la demanda actual



Fuente: elaboración propia.

2.5.1. Proyección de la demanda actual

Para determinar la demanda actual se hará uso de los datos históricos de producción.

De lo anterior se tiene:

Tabla VI. **Proyección de la demanda**

	Día	Noche	Producción diaria
Producción (libras)	527	525	1052
Unidades	8084	8053	16137
No. operarios	4	4	8

Fuente: elaboración propia.

Con lo que se obtiene:

Demanda anual = producción diaria en unidades * 360 días

Demanda anual = 16 137 u/día * 360 días

Demanda anual = 5809 320

Demanda anual es igual a 5 809 320 unidades al año aproximadamente.

2.5.2. Proyección de la demanda histórica

El comportamiento de la demanda del pan popular a través del tiempo será poco variable debido a su consumo masivo. Por lo que se pueden tomar

los datos de producción de períodos similares anteriores para determinar la demanda, como se hizo anteriormente.

2.6. Conclusiones generales

Después, de realizado el estudio de tiempos y el análisis de productividad, se puede concluir que la operación que se puede automatizar sin afectar la naturaleza artesanal del producto es el tanteo o boleado. Además, elimina la variación en el peso y por lo tanto, las quejas por variación de tamaño y confusión con los precios.

Al contemplar un incremento del 100 % anualmente en la producción, se estudia la capacidad del nuevo equipo y el cumplimiento de la demanda futura.

3. AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Al estudiar el comportamiento de la demanda de productos de Panadería y Pastelería Shekapan, S. A. se puede determinar que el producto de mayor consumo es el pan popular, es por ello, que la propuesta de automatización se hace para dicha línea. Y con esto mejorar la utilización de las materias primas y la mano de obra.

Como se determinó anteriormente, la operación a mejorar será la de tanteo o boleado, para lo cual se propone la implementación de un equipo de división y boleado de la masa, lo que le permitirá a Panadería y Pastelería Shekapan, S. A. cumplir con las necesidades de producción.

3.1. Opciones del mercado para la adquisición del equipo

Para la adquisición del equipo a implementar se evalúan las opciones que el mercado tiene, tomando en cuenta que el proveedor deberá cumplir con requerimientos adicionales a los que el equipo ofrece.

A continuación se enlistan las condiciones que deben tomarse en cuenta al momento de estudiar las opciones disponibles.

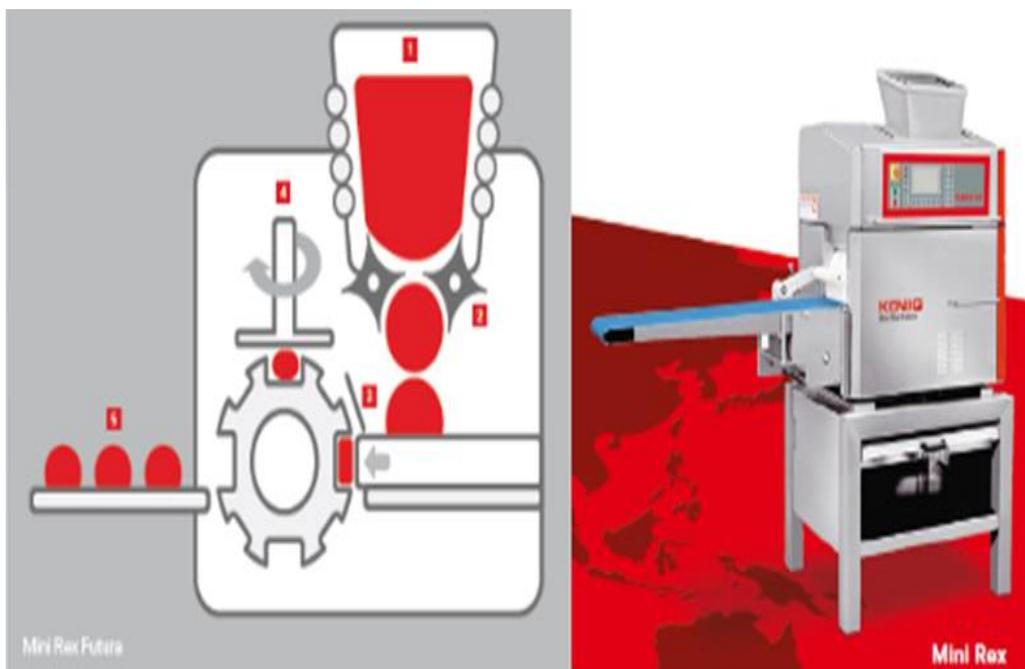
- Traslado al interior del país
- Disponibilidad de los suministros (lubricantes, aceites, etcétera)
- Distribuidor de confianza
- Servicio de mantenimiento disponible
- Facilidades de pagos

Teniendo en cuenta estas condiciones y los requerimientos de producción, en el mercado se encuentran estas opciones:

Opción A: Mini rex futura

Es un sistema compacto que cuenta con 2 bandas automáticas divisoras boleadoras.

Figura 13. **Sistema mini Rex**



Fuente: El programa Rex- Información general. p.2.

Características:

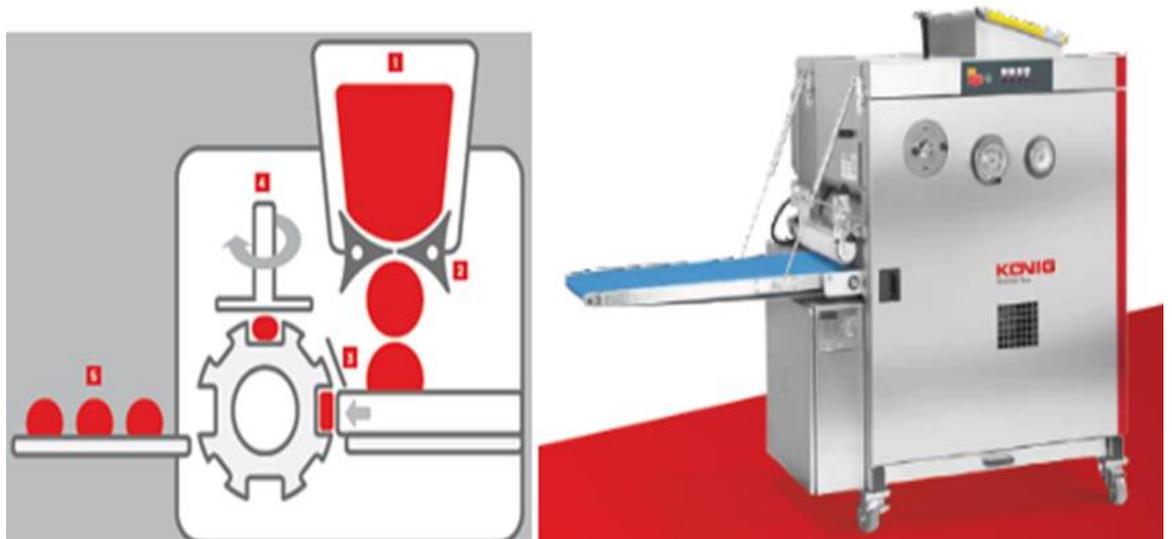
- Peso aproximado: 350 kilogramos
- Fuente de alimentación nominal: 0,75 kilowatts

- Control del relé
- Tambor plástico
- Máximo de 25 golpes por minuto

Opción B: Classic Rex Futura

Es un sistema versátil, que a diferencia de la opción A puede variar el número de bandas (3, 4, 5 y 6 bandas) y con ello cambiar su capacidad de producción.

Figura 14. **Sistema Classic Rex Futura**



Fuente: El programa Rex- Información general. p.4.

Características:

- Peso aproximado: 600 kilogramos
- Fuente de alimentación nominal: 2 kilowatts

- Control del relé
- Repisas intercambiables de tambor plástico
- Máximo de 25 golpes por minuto

3.1.1. Análisis comparativo de las opciones existentes

En esta etapa se evalúan las dos opciones de acuerdo a la capacidad de producción, tomando en cuenta la producción diaria actual de 16 137 unidades.

Unidades de 2 onzas que equivalen a 56,699 gramos.

Opción A:

Tabla VII. Capacidad de acuerdo al peso opción A

Weight ranges depending on dough consistency	Rows	max. output pieces/hour	Dividing pistons size	Cam plate	Eccentric	Cross separation dividing drum
13-35G	2	3000	SKG 40	divided	17 - 25	80
17-45G	2	3000	SKG 45	divided	17 - 25	80
22-60G	2	3000	SKG 51	divided	20 - 28	80
25-70G	2	3000	SKG 54	divided	20 - 28	80
28-85G	2	3000	SKG 58	divided	20 - 28	80
40-110G	2	3000	SKG 63	divided	20 - 28	80
52-130G	2	3000	AKG 67	divided	20 - 28	80
55-160G	2	3000	AKG 70	divided	20 - 28	80

Fuente: El programa Rex- Información general. p.2.

De lo que se puede observar una limitación de producción por rangos de peso.

Opción B:

Tabla VIII. **Capacidad de acuerdo al peso opción B**

Weight ranges depending on dough consistency	Rows	max. output pieces/hour	Dividing pistons size	Cam plate	Eccentric	Cross separation dividing drum
20-50G	3\4\5\6	4500/6000/7500/9000	SK 47	rigid	20	70
22-55G	3\4\5\6	4500/6000/7500/9000	SK 51	rigid	20	70
25-65G	3\4\5\6	4500/6000/7500/9000	SK 54	rigid	23	70
35-80G	3\4\5\6	4500/6000/7500/9000	SK 58	rigid	23	70
50-110G	3\4\5\6	4500/6000/7500/9000	SK 63	rigid	25	70
52-115G	3\4\5\6	4500/6000/7500/9000	SK 65	rigid	25	70
55-125G	3\4	4500/6000	SK 67	rigid	27	85
60-135G	3\4	4500/6000	SK 70	rigid	27	85

Fuente: El programa Rex- Información general. p.4.

Al realizar el análisis se determina que la mejor opción es B, debido a que puede cubrir la demanda a largo plazo.

Tiene la ventaja de cubrir la demanda actual con el mínimo de bandas instaladas (3 bandas) y cuando la producción presente incrementos se pueden instalar 3 bandas más, ampliando significativamente la capacidad de producción.

3.1.2. Determinación de la mejor opción

Para establecer cuál de las dos opciones es la que mejor cumple con las características del proceso y la demanda de producto, se realiza un análisis financiero que compara ambas máquinas.

3.1.2.1. Análisis financiero de cada opción

En este análisis se estudian los beneficios netos a una tasa específica (20 %) de las dos opciones para así definir de una forma concreta cuál es la que mejor se adapta a las necesidades del proceso. A continuación, se lleva a cabo un estudio de los factores monetarios que afectaran la decisión de inversión.

- Valor Presente Neto

El Valor Presente Neto (VPN) permite determinar si la máquina 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 máquina tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto.

Si es negativo quiere decir que la máquina reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN.

Evaluación de las dos opciones se hace contemplando un 100% de incremento en la producción.

Lo que significa cumplir con un mínimo de 32 274 unidades al día.

Opción A:

Inversión inicial =	Q853 687,50
Producción diaria =	33 494 unidades

Número de operarios = 8

Valor Presente Neto = Q15 234 597,17

Opción B:

Inversión inicial = Q1 138 250,00

Producción diaria = 33 494

Número de operarios = 8

Valor Presente Neto = Q13 232 164,30

Después de hacer el cálculo del Valor Presente Neto de ambas máquinas, se puede determinar que ambas opciones son adecuadas y que tomar una decisión entre ambas deberá basarse en otras características de las máquinas.

El flujo de caja de cada una de las opciones se encuentra en el (apéndice 2).

- Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno se utiliza como indicador de la rentabilidad de cada una de las opciones de automatización: donde se supone que a mayor TIR, mayor rentabilidad del equipo. Para lo que se comparan estas tasas con la tasa mínima oportunidad del equipo, en este caso 20 %.

Opción A:

TIR	848 %
-----	-------

Opción B:

TIR	671 %
-----	-------

- Relación beneficio/costo

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad.

Opción A:

Relación Beneficio costo	0,18
--------------------------	------

Opción B:

Relación Beneficio Costo	0,16
--------------------------	------

La relación Beneficio Costo de ambas opciones es muy parecida por lo que tomar una decisión no dependerá de este factor.

3.1.2.2. Mejor opción

Después de analizar las condiciones necesarias de ambos equipos y los factores económicos anteriormente indicados se llega a la conclusión de que la mejor opción es la opción B, tanto las condiciones de producción como la creciente demanda del producto determinan como mejor opción la B, ya que es la que mejor se adapta a las necesidades del producto y tiene más versatilidad en su manejo.

3.2. Descripción del equipo

Este equipo ofrece una calidad de diseño y versatilidad que son simplemente incomparables en su alcance teórico. Las tasas de salida de 6 000 piezas por hora (en 4 filas) a 9 000 unidades por hora (en 6 filas).

Características:

- División y redondeo totalmente automatizado
- Tambor extensible lo que permite rangos amplios de peso
- Proceso de masas suaves
- Cumple con los más altos estándares de higiene
- Versiones en 4, 5 y 6 bandas fáciles de activar y desactivar
- Motor totalmente automático B-Tronic
- Capacidad para almacenar 50 programas
- Operación ajustable entre 12 y 25 golpes por minuto

Funcionamiento:

- La masa se introduce en la tolva de eje o de la tolva con rodillos de entrada (opcional). Esto se realiza manualmente o por medio de una tolva con porciones preparadas.
- Las estrellas giratorias de alimentación de masa cortan la masa en porciones adecuadas (porciones de tamaño determinando por peso de la pieza que se quiere obtener), que después se transfieren a la zona de división.
- El control deslizante horizontal empuja la masa en los huecos de rotación de división de tambor. El exceso de masa se elimina por la barra de arrastre y se envía de regreso al área de división.
- Después de que los trozos de masa se han convertido en piezas de tamaño deseado son llevadas a la placa rotatoria por medio de un movimiento de 90 grados antihorario. Esta placa redondea las piezas

mediante un movimiento giratorio constante, la placa debe ser escogida teniendo en cuenta la consistencia de la masa y peso.

- Después de otro giro de 90 °, los trozos de masa se transfieren a la banda de difusión.

La opción de 6 bandas tiene una capacidad de 9 000 piezas por hora, que van en un rango de peso de 35 gramos hasta 110 gramos.

3.3. Especificaciones técnicas

El equipo cuenta con una placa, la cual contiene las especificaciones en cuanto a potencia, frecuencia, emisión de humo, niveles de ruido y otras emisiones. Datos básicos para definir la instalación, los tipos de conexiones, planes de contingencia y las normas de seguridad industrial, entre otras.

Figura 15. Placa de especificaciones técnicas

KÖNIG		KÖNIG MASCHINEN Gesellschaft m.B.H. A-8045 Graz, Stattegger Straße 50 Tel. (0316) 6901, Fax: (0316) 6901-115 email: info@koenig-rex.com internet: http://www.koenig-rex.com	
<input checked="" type="checkbox"/>	Rex Automat	Modell:	CLASSIC REX
<input type="checkbox"/>	Artisan	Type:	FUTURA
<input type="checkbox"/>	Brötchenanlage/Roll plant	No.:	03 0.5834
<input type="checkbox"/>	Kühlsystem / cooling system - ZEOVAC®		2012
<input type="checkbox"/>	Backofen / Baking oven	Anl. Art. Nr.:	
<input type="checkbox"/>	Anlagenkomponente / Plant component	Anl. Masch. Nr.:	
		CE	
P	1.5 kW	U _N	3 x 220 V V I _N 4 A
f	60 Hz		

Fuente: Manual de instrucciones Classic Rex Futura. p.26.

Consumo de potencia: 1.5 kilowatts

Frecuencia: 60 Hertz

Emisión de ruido en el lugar de trabajo

- Marcha en vacío / lugar de trabajo 65 decibeles (A)
- Funcionamiento/ lugar de trabajo 70 decibeles (A)

Otras emisiones:

Es posible la emisión de polvo de harina.

3.4. Planos del equipo

Los planos del equipo contienen los principales componentes externos del equipo lo que facilitará la limpieza y mantenimiento del equipo, así como, la manipulación de la misma durante el proceso de elaboración del pan.

3.6. Análisis y estandarización de proceso automatizado

A continuación, se analizará la nueva línea para determinar los impactos que el nuevo equipo tiene para la empresa, esto ayudará a visualizar fácilmente las ventajas de la implementación.

3.7. Diagramas de procesos mejorados

Al analizar el nuevo proceso de elaboración de pan popular se ha notado una mejora significativa en el rendimiento de la línea, así como, del manejo del producto, reduciendo al mínimo la variación del peso y tamaño del producto.

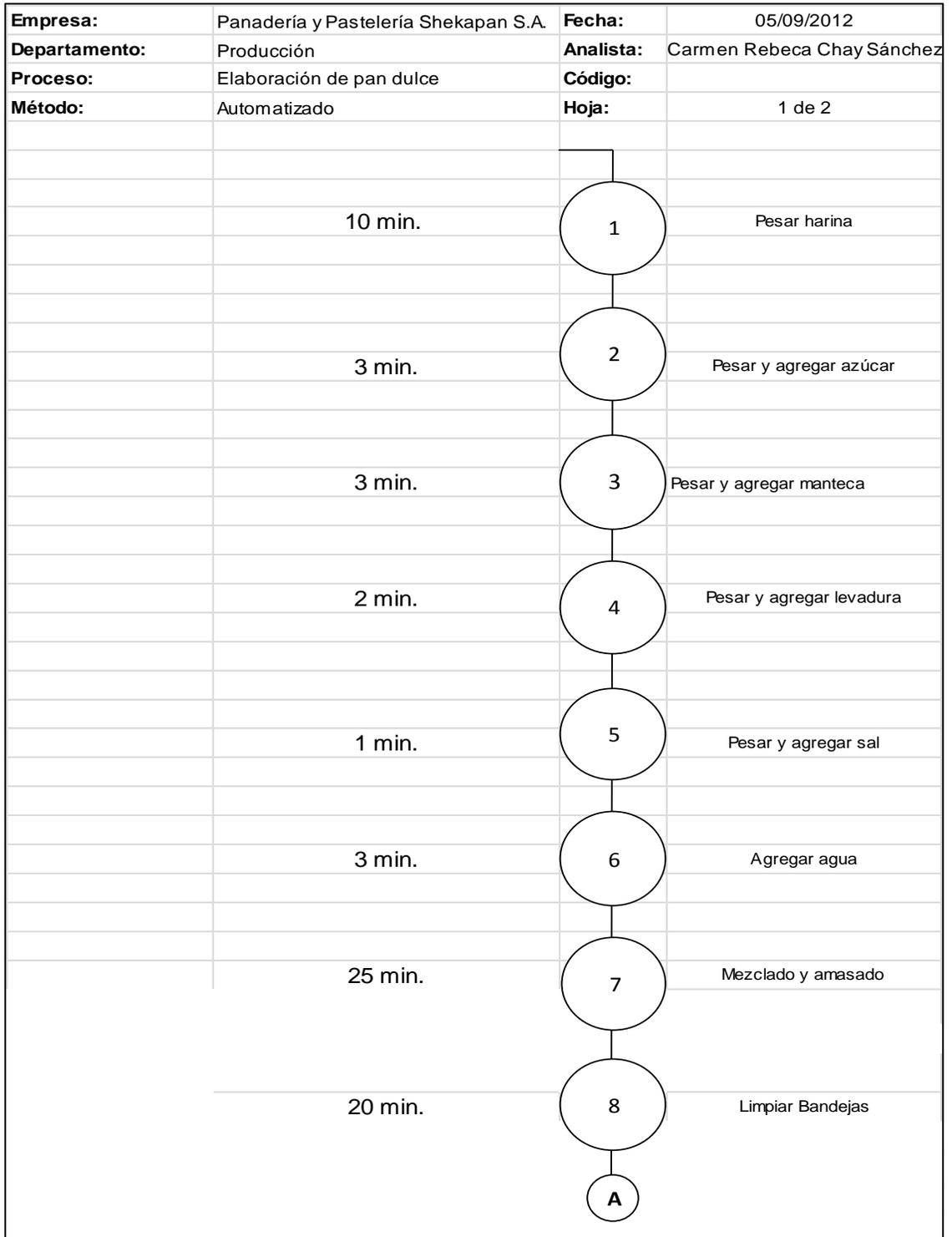
Con la puesta en marcha del equipo automático se darán cambios en relación a las unidades producidas con el nuevo proceso, lo que lleva a realizar un análisis de productividad del método mejorado, tomando en consideración la capacidad instalada del equipo y el personal que formará parte del proceso.

Las nuevas graficas deberán presentar una disminución significativa de tiempo o un incremento de producción.

3.7.1. Diagrama de operaciones

El nuevo diagrama de operaciones deberá reflejar una disminución en el tiempo de elaboración, en este caso específico en la operación de tanteo/boleo, puesto que esta es la operación que se está automatizando.

Figura 18. Diagrama de proceso automatizado



Continuación de la figura 18.

Empresa:	Panadería y Pastelería Shekapan S.A.	Fecha:	05/09/2012
Departamento:	Producción	Analista:	Carmen Rebeca Chay Sánchez
Proceso:	Elaboración de pan dulce	Código:	
Método:	Automatizado	Hoja:	2 de 2
		A	
	2 min.	9	Rociar harina en la mesa
	12.8 min.	10	Boleo de la masa boleo de la masa
	15 min.	11	Figurado
	22 min.	12	Horneado
	10 min.	13	Sacar del horno
	15 min.	14	Colocar el producto en bandejas

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Resumen del proceso automatizado**

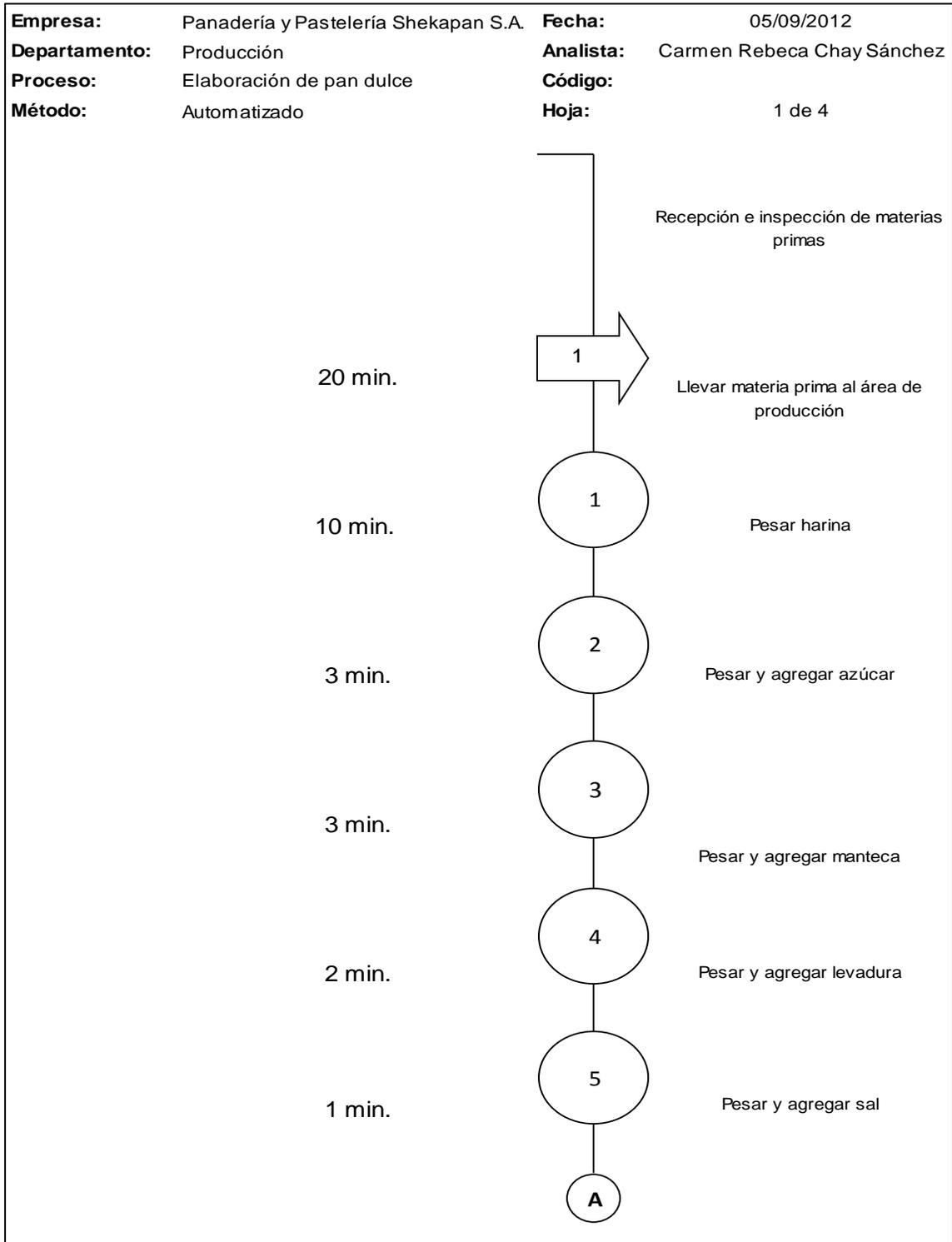
RESUMEN		
OPERACIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (Min.)
	14	144
TOTAL	14	144

Fuente: elaboración propia.

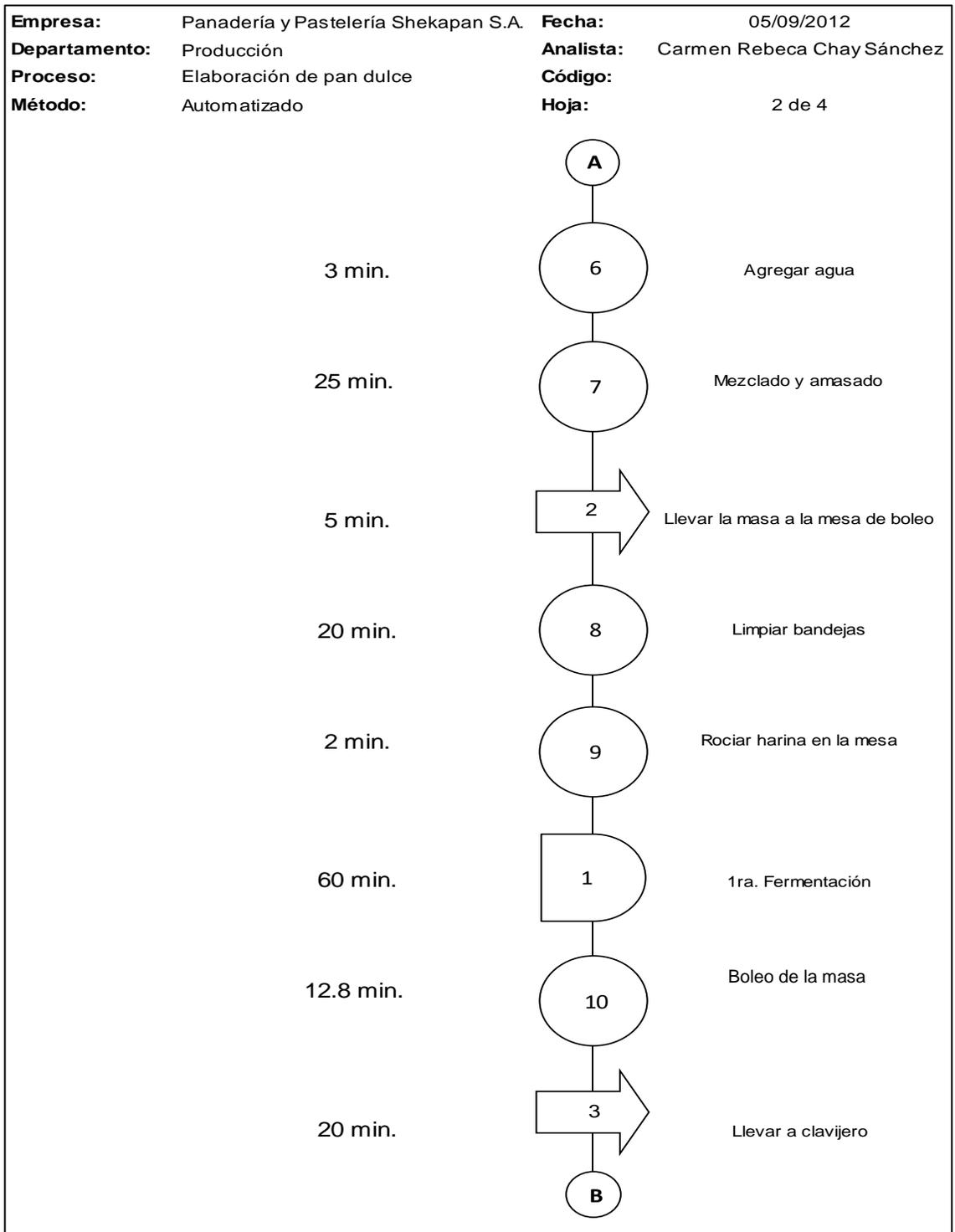
3.7.2. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo del proceso automatizado no presenta mayor diferencia, se utilizó como herramienta para la verificación del proceso y se confirmó que la línea esta balanceada de acuerdo a las necesidades del consumidor.

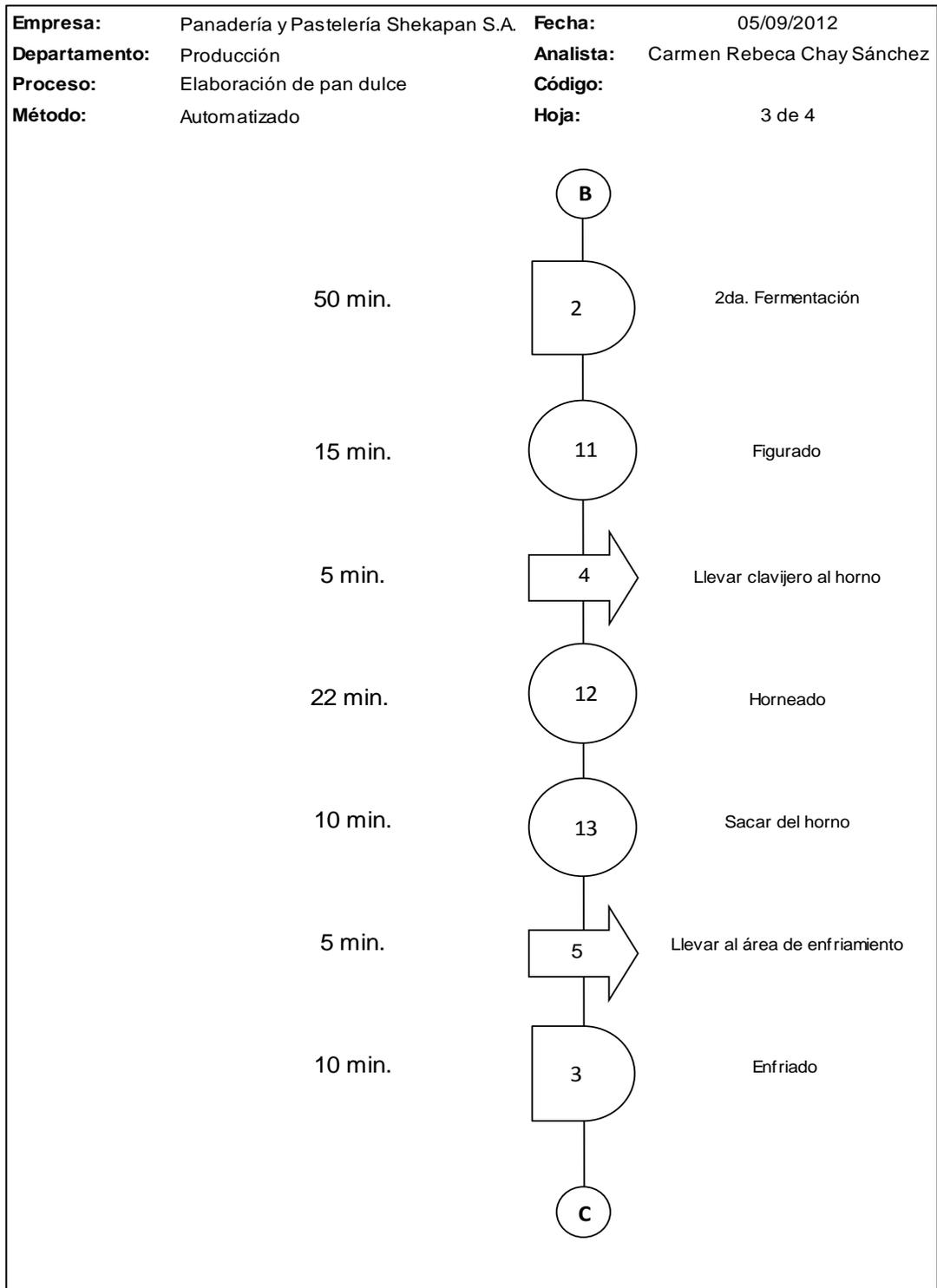
Figura 19. Diagrama de flujo automatizado



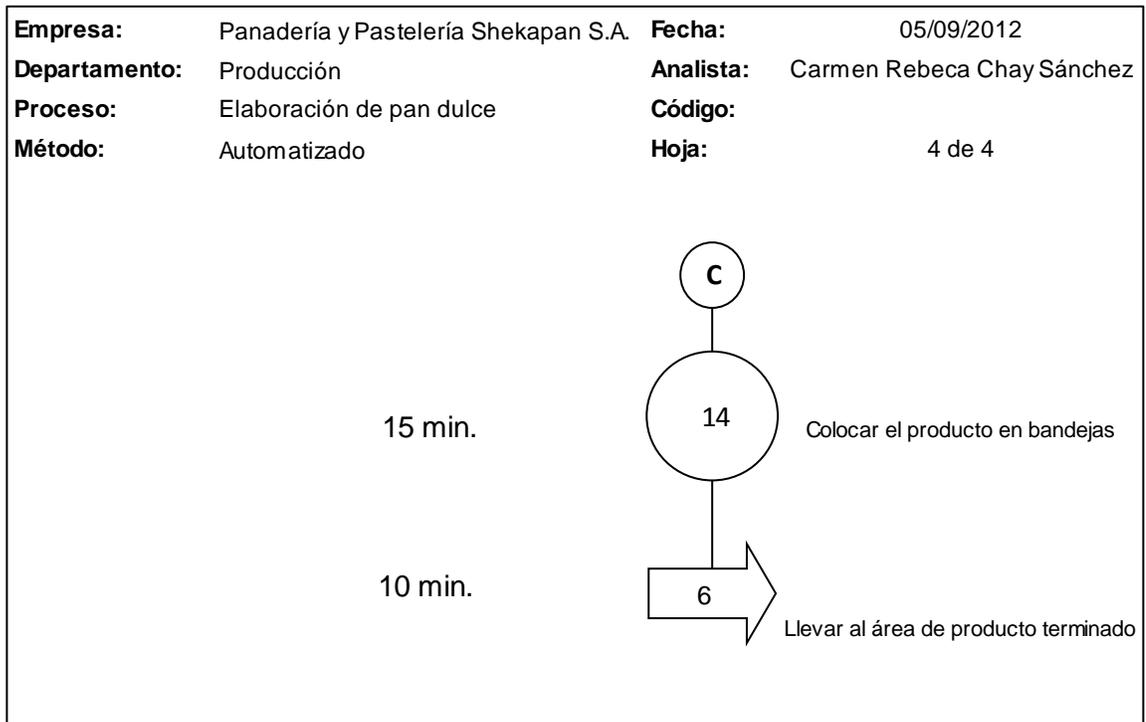
Continuación de la figura 19.



Continuación de la figura 19.



Continuación de la figura 19.



Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Resumen de flujo automatizado**

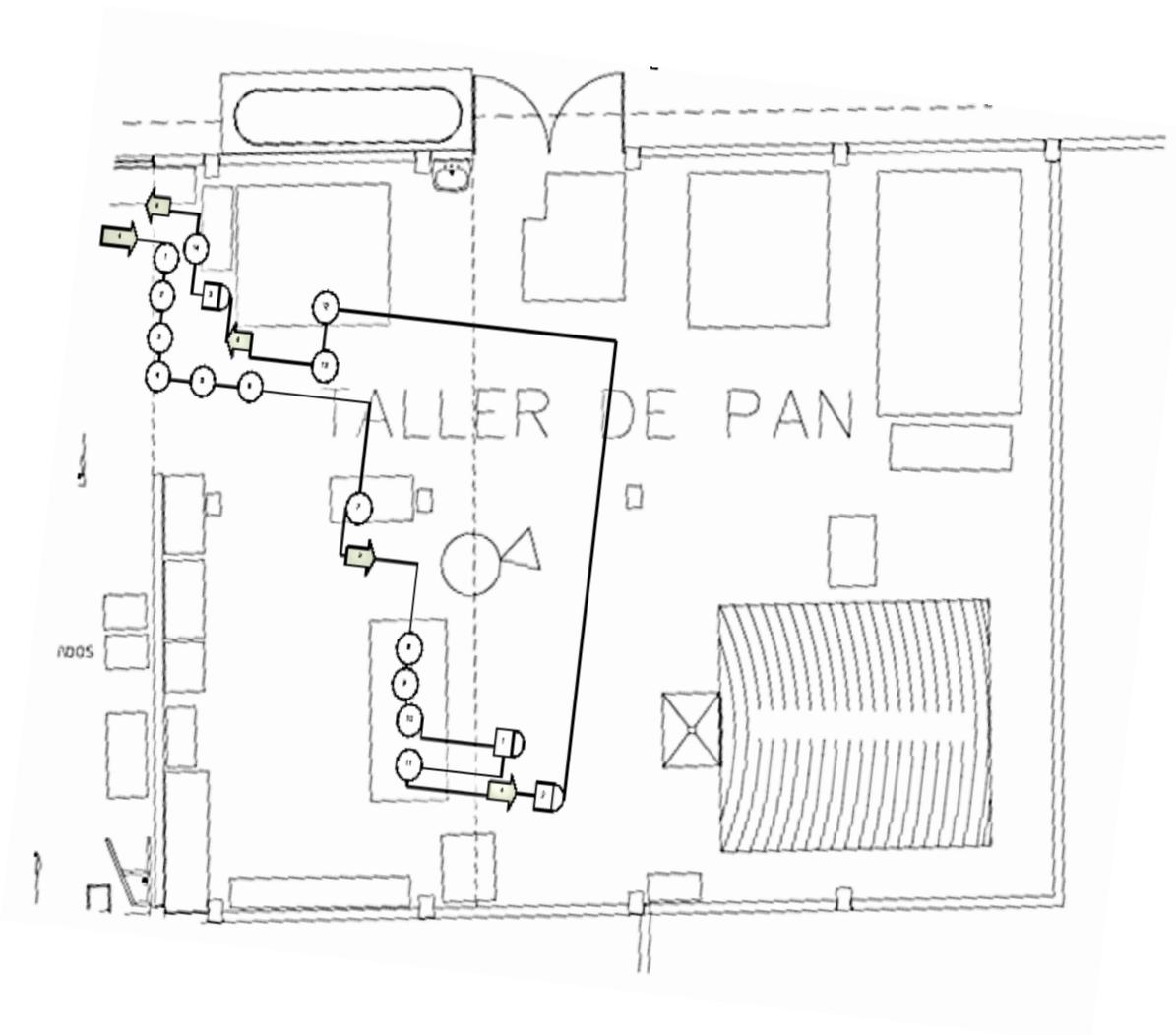
RESUMEN		
OPERACIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (Min.)
	14	144
	6	65
	3	120
TOTAL	24	329

Fuente: elaboración propia.

3.7.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido del proceso automatizado no presenta ningún cambio puesto que no se modificó la ubicación de los componentes, así como, tampoco hay variación en la distribución de los equipos.

Figura 20. Diagrama de recorrido automatizado



Fuente: elaboración propia.

3.8. Productividad

Para definir la nueva productividad del proceso se debe tener en cuenta que dicha productividad será determinada por el uso que se le dará al equipo la capacidad a la que estará siendo utilizado.

3.8.1. Capacidad instalada

La capacidad del equipo es de 9 000 unidades por hora. Inicialmente para lograr el objetivo de duplicar la producción actual, se utilizará el 23,9 % de la capacidad del equipo.

3.8.2. Personal en línea

El personal que se tendrá en la línea es el mismo, es decir 4 personas de las cuales una es la experta y se encarga de las mezclas y pesado de los ingredientes. No está de más, mencionar que el objetivo de la automatización nunca fue reducir la mano de obra, sino más bien, eliminar la variación en el peso de las unidades y como consecuencia eliminar las quejas por confusión de precios.

3.8.3. Cálculo de productividad

La productividad está dada por el número de unidades que se desea producir inicialmente con este equipo. En este caso se busca incrementar la producción en un 100 % lo que significa pasar de 16 137 unidades diarias a 32 274 unidades diarias.

Con el método mejorado se tiene que:

- Capacidad: 32 274 unidades
- Personal en línea: 4 operarios
- Jordana: diurna y nocturna

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Capacidad instalada}}{\text{Núm. operarios} \times \text{tiempo trabajado}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{32\,274 \text{ unidades}}{(4)(8) + (4)(7)}$$

$$\text{Productividad} = 537,9$$

Lo que da como resultado una productividad de 537,9 unidades por hora/hombre.

3.8.4. Análisis comparativo de productividad

Al comparar la productividad actual y la que se obtiene con el nuevo equipo se logra un aprovechamiento de 23,9 % del equipo. La mayor ventaja que se obtiene con la Classic Rex Futura es que tiene la opción de seguir incrementando la producción, ya sea mensual o anualmente, al mismo tiempo que posee la capacidad de producir diferentes piezas, por lo que representa una ventaja competitiva que permitirá la diversificación de los productos y el ingreso a otros mercados si se quisiera ampliar el negocio.

3.8.5. Cálculo de la demanda futura

La demanda futura se determina con base en los datos históricos de producción, ya que el pan popular es un producto que tiene una demanda muy estable. Por lo que se puede asumir un crecimiento en la demanda anual del 100 %.

Esta demanda futura será fácilmente cubierta por el nuevo equipo ya que se iniciaría produciendo 32 274 unidades equivalentes a 23,9 % de su capacidad máxima; que es de 135 000 unidades en un día normal, cubriendo sus dos turnos de trabajo.

3.8.6. Análisis comparativo de la demanda

Las demandas mostrarán un incremento del 100 % anualmente, producción que estará garantizada por la capacidad del nuevo equipo. Se asume este incremento como resultado de la satisfacción del cliente con el tamaño, peso y precio de las unidades. A mayor satisfacción, mayor demanda.

4. MONTAJE E IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA

Para montar el equipo es necesario tener al alcance los planos y especificaciones técnicas, proporcionados por los diseñadores y fabricantes de los componentes del equipo, se interpretan para conocer con claridad y precisión el montaje que se debe realizar.

4.1. Determinación del área donde se realizará el montaje del equipo

Los requerimientos dimensionales, de forma y posición de las superficies de acoplamiento y funcionales, las especificaciones técnicas necesarias de cada pieza se comprueban para conseguir las condiciones y ajustes de montaje.

Para los propósitos de limpieza y mantenimiento, la distancia entre la máquina y la pared y/u otras máquinas debe ser de al menos 60 centímetros (24 pulgadas) en el lado del motor. Además, debe ser dejada a una distancia de al menos 50 centímetros (20 pulgadas) de la parte posterior de la máquina.

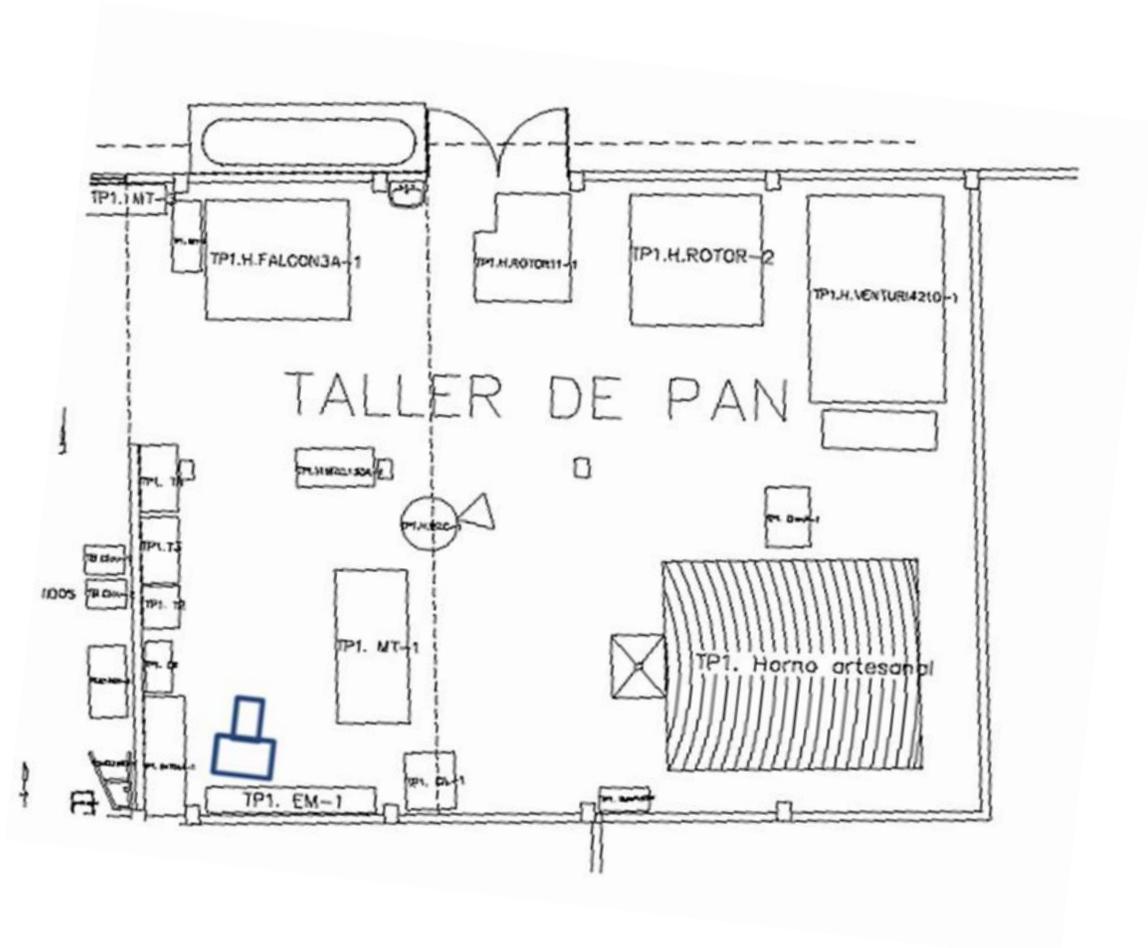
Por otro lado, se deben observar las siguientes condiciones ambientales admisibles:

- Rango de temperatura: entre +15 y +40 grados centígrados
- Humedad relativa del aire: desde 20 % hasta 75 %, no-condensación

4.1.1. Distribución de la planta

La distribución de la planta con el proceso automatizado, no presenta mayor variación debido a que para facilitar la producción fluida el nuevo equipo no es fijo, es decir, se incorpora a la línea cada vez que se trabaja el pan popular, de lo contrario es movida.

Figura 21. Plano taller de pan 1



Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan, S. A.

4.1.2. Definición de la mano de obra

El proveedor seleccionado para garantizar la instalación correcta proporciona el servicio completo de montaje e instalación, por lo que la empresa no necesita de personal especializado extra.

4.1.3. Definición de la herramienta y equipo que se utilizará para la instalación

Una de las ventajas que el proveedor proporciona es contar con personal capacitado para la instalación, quienes cuentan con todas las herramientas necesarias para una instalación exitosa.

4.1.4. Limpieza del área donde se realizará el montaje

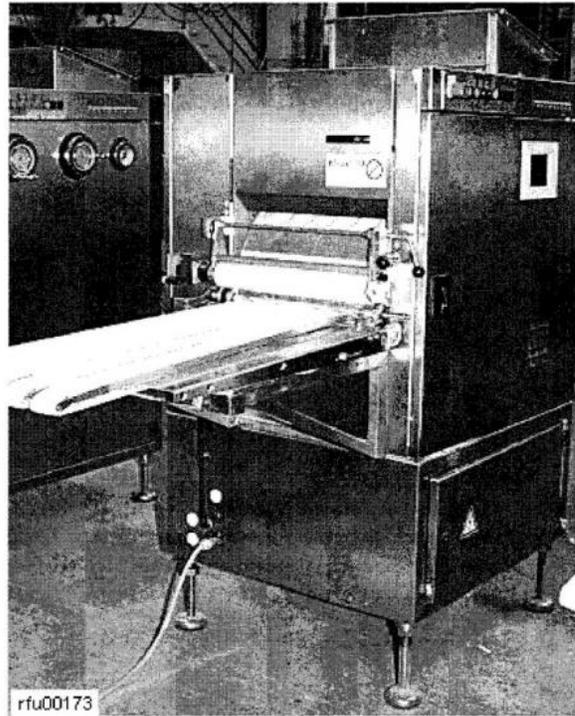
La limpieza es una de las mejores maneras de identificar si un sitio de trabajo es seguro y adecuado para la instalación del nuevo equipo. Se puede determinar cómo los empleados se sienten con respecto a la seguridad con sólo ver sus métodos de limpieza.

Es un factor esencial en un programa de montaje del equipo ya que permitirá identificar los puntos de conexión a corriente y fuentes de voltaje seguras, lo que significa mantener la seguridad en la salud y la producción.

4.2. Montaje del equipo

El montaje del equipo debe tener una secuencia que permita detectar y corregir fallas.

Figura 22. **Divisora boleadora Classic Rex Futura**



Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan S. A.

Para el emplazamiento de la máquina es necesario tomar en cuenta las siguientes indicaciones:

- Es imprescindible que se instale la máquina en un lugar seguro y protegido de la humedad, salpicaduras y goteos de agua. La superficie de soporte debe estar nivelada y ser capaz de soportar el peso de la máquina.
- La máquina no deber ser utilizada para otro propósito que no sea el indicado por el fabricante.

- Asegúrese de que la máquina sólo sea operada o manipulada por personal calificado.
- La introducción de modificaciones no autorizadas o el uso de piezas de repuesto y accesorios adicionales no originales pueden ser causa de incendio, descargas eléctricas o lesiones físicas.

4.2.1. Guía de procedimientos de montaje

- Las piezas o equipos se disponen y ordenan, en función de las secuencia de montaje.
- El montaje se realiza siguiendo los procedimientos establecidos, utilizando las herramientas adecuadas, garantizando que no se produzca deterioro ni merma de las cualidades de los elementos y equipos durante su manipulación para colocarlos en su posición definitiva.
- Los fluidos empleados para el engrase, lubricación del equipo montado se distribuyen adecuadamente en calidad y cantidad, en los lugares requeridos y se comprueba su presencia en los circuitos previstos.
- Las operaciones de regulación y ajuste de las piezas montadas se realizan según procedimientos establecidos, empleando los útiles adecuados para la comprobación o medición de los parámetros.
- Las pruebas funcionales y de seguridad del equipo montado se realizan, comprobando los valores de las variables del sistema, ruidos y vibraciones.

- Se reajustan para corregir las disfunciones observadas siguiendo los procedimientos establecidos, recopilando los resultados en el informe correspondiente con la precisión requerida.
- Los instrumentos de medida se conservan en perfecto estado de uso y se verifican con la periodicidad requerida para mantener su fiabilidad durante su aplicación.
- Las operaciones de mejora de proceso introducidas y observadas durante las operaciones de montaje se registran y se informan debida y oportunamente.
- La secuencia de montaje se establece a partir de planos e instrucciones técnicas del fabricante del equipo en cuanto a método y tiempo.

4.3. Pruebas preliminares

Es muy importante que, antes de arrancar, se realicen algunas revisiones para asegurar que el equipo está en condiciones apropiadas. En el caso de los equipos mecánicos, que tengan aplicados sus lubricantes, que puedan moverse sin mucha resistencia en forma manual, que no tengan fricciones que detengan su movimiento o ruidos que indiquen que tienen alguna pieza floja o algún objeto extraño dentro de los mismos, que los movimientos de los equipos no pongan en riesgo la seguridad de las personas al operarlos.

4.3.1. Calibración del equipo

Antes de la puesta en marcha es necesario ejecutar las siguientes medidas:

- Compruebe si el emplazamiento se ha realizado de la forma completa o conveniente.
- Limpie la máquina si se ha ensuciado durante el transporte.
- Compruebe si las indicaciones en la placa de características o si la tensión y la frecuencia coinciden con la red disponible.
- Asegúrese que la tolva divisora no contiene objetos extraños.
- Realice las comprobaciones generales en la tolva y en las estrellas de alimentación de masa en la zona de accionamiento, así como en la zona de la cinta de separación, para ver si durante el transporte han caído objetos extraños en la máquina y pudieran impedir o perturbar el funcionamiento de la máquina.
- Asegúrese de que la tolva divisora está cerrada y de que el pistón divisor está instalado correctamente.
- Asegúrese de que todas las puertas y cubiertas están cerradas.
- Asegúrese de que el interruptor principal y todos los interruptores de protección de motor están en la posición encendida – ON.

4.4. Programa de capacitación y adiestramiento de personal

Este programa tendrá la finalidad de ampliar las capacidades que el trabajador posee y así, proporcionar beneficios para los empleados y para la empresa.

La capacitación hará que el trabajador sea más competente y hábil. Además, al utilizar y desarrollar las habilidades del trabajador, la empresa entera se vuelve más fuerte, productiva y rentable.

Los programas de adiestramiento constituyen una herramienta para lograr que el personal adquiera los conocimientos necesarios, que le permitan ampliar y desarrollar las aptitudes para ejecutar el trabajo en forma eficiente.

4.4.1. Buenas Prácticas de Manufactura

Las Buenas Prácticas de Manufactura son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación. Contribuyen al aseguramiento de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano. El programa de capacitación y adiestramiento debe incluir conocimientos básicos de:

- Higiene personal

Normas y disposiciones que deben cumplir los trabajadores dentro del taller o planta de proceso, entre las que se pueden mencionar:

La salud personal

Lavado de manos

Uso de uniformes

Ropas protectoras y equipo de protección

Higiene

- Limpieza y desinfección

Normas de limpieza y desinfección de utensilios y del equipo nuevo, además, de reforzar las normas existentes referentes a las instalaciones y áreas externas; con el fin de que los trabajadores conozcan qué se debe limpiar, cómo hacerlo, cuándo y con qué productos y utensilios.

- Normas de fabricación

Las Normas de Fabricación o Procedimientos estándar de operación, se utilizan para garantizar que lo que se está produciendo no se deteriore o contamine y que sea realmente lo que el cliente espera. Estas incluyen las especificaciones de materia prima y procedimientos de fabricación, controles (hojas de registro, acciones correctivas), especificaciones de producto final.

- Equipo e instalaciones

Normas y procedimientos que se deben establecer con respecto al manejo del nuevo equipo y el área donde se instalará (diseño y materiales), distribución de planta, facilidades para el personal y manejo apropiado de desechos.

4.4.2. Uso del equipo

La Classic Rex Futura está diseñada para el preporcionamiento, la división, el boleado y descarga de masas blandas bien fermentadas en un ciclo de trabajo. Está fabricada completamente de acero. Aquellas partes de la máquina que han de estar en contacto con la masa están teflonizadas o fabricadas en acero inoxidable, material sintético resistente al desgaste o de aluminio resistente a la corrosión.

La máquina puede ser utilizada como una máquina divisora y boleadora con una cinta de descargo o como la máquina cabezal de una línea fermentadora.

También puede ser equipada con los siguientes dispositivos:

- Gran tolva de masa
- Triple cinta de salida
- Estaciones de enrollamiento y plegado
- Unidades de depósito y unidades retractiles

Cambiar el número de filas que se procesan es muy sencillo: sólo tiene que ajustar las placas de guía en la salida de la tolva, por lo que solo la cantidad de pasta que se puede procesar en la divisoria es flexible.

Las piezas de masa pesadas son llevadas a la posición de boleado por una rotación adicional del tambor de 90 grados, luego son boleados por medio del dispositivo de boleado del lado superior.

Tras finalizar el proceso de boleado el tambor realiza otra rotación de 90 grados y las piezas de masa son descargadas por el pistón divisor en el punto de descarga, desde donde son transportadas fuera paso a paso por la cinta de salida.

4.5. Programa de mantenimiento del equipo

A continuación se presentan cuadros de mantenimiento y limpieza del equipo, para los que se necesitan establecer las fechas a partir del primer día de uso del equipo.

9.5 CLASSIC REX FUTURA – INTERVALOS DE MANTENIMIENTO

INTERVALO	Diariamente (tras 10 hrs.¹)	Mensualmente (tras 250 hrs.²)	Cada 2 meses (tras 500 hrs.³)	Cada 4 meses (tras 1.000 hrs.⁴)	Anualmente (tras 3000 hrs.⁵)	Tras 10.000 hrs.⁶
CLASSIC REX FUTURA						
Todos los interruptores	Comprobar funcionamiento					
Acetilado*: (*accesorios) Conducciones de aceite y componentes					Comprobar el caudal correcto y limpiar / cambiar en caso necesario	
Revestimiento de teflón de la tolva y estrellas de alimentación de masa					Comprobar y cambiar las estrellas en caso necesario	
Todos los piñones (rodillo alimentación tolva)					Comprobar, reemplazar si es necesario	
Placa base					Comprobar saliente raspador y muelle, reemplazar si es necesario	
Tolva divisora: saliente raspador				Comprobar estado del saliente, reemplazar si es necesario		
Palanca del motor deslizador			Comprobar los cojinetes deslizantes de los rodillos y cambiar si es necesario			
Todos los cojinetes de rodillos					Comprobar y cambiar si es necesario	

KÖNIG Maschinen Gesellschaft m.b.H.
Stattegger Straße 80, A-8045 Graz
Tel.: +43 316 6901.0, Fax: +43 316 6901.115

KÖNIG

01 / 2010

Figura 23. Intervalos de mantenimiento

Continuación de la figura 23.

INTERVALO	Diariamente (tras 10 hrs.)	Mensualmente (tras 250 hrs.)	Cada 2 meses (tras 500 hrs.)	Cada 4 meses (tras 1.000 hrs.)	Anualmente (tras 3000 hrs.)	Tras 10.000 hrs.
Todos los cepillos del espolvoreador y cepillos de limpieza					Comprobar estado de las cerdas y cambiar si es necesario	
Tambor		Comprobar nivel de aceite y rellenar si es necesario (ver manual) KLUEBEROIL 4 UHT-680 o OKS 3730			Comprobar desgaste en la superficie (estrías)	
Juntas de sellado del tambor					Comprobar la estanqueidad y cambiar si es necesario	
Todos los motores reductores, tanto de engranajes rectos como helicoidales de la marca "Watt"		Controlar si hay ruidos extraños y fugas de aceite				Cambio de aceite, véase el capítulo 9.2.1.5
Todas las cintas		Comprobar marcha y tensión de cinta, y retensar si es necesario		Comprobar desgaste y cambiar si es necesario		
Cadenas y ruedas de cadena		Comprobar tensión y lubricación		Comprobar desgaste y cambiar si es necesario		
Tensadores de cadena		Ajustar				
Rodillos de desviación de plástico en la cinta de salida					Comprobar desgaste y cambiar si es necesario	
Rodillo de prensado (acesorio)		Comprobar desgaste de correa de sección circular			Comprobar rodillos de accionamiento por correa de sección circular	

*hrs. = horas de servicio de la instalación

KÖNIG
KÖNIG Maschinen Gesellschaft m.b.H.
Stattegger Straße 80, A-8045 Graz
Tel.: +43 316.6901.0, Fax: +43 316.6901.115

01 / 2010

Fuente: Manual de instrucciones Classic Rex Futura. p.74.

4.5.1. Acciones preventivas

A medida que se utiliza el nuevo equipo se deben tomar en cuenta los siguientes puntos importantes.

Toda acción que involucre al equipo sólo debe ser realizada por personal experto.

Como es bien sabido el mantenimiento preventivo es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de falla y mantener en un nivel determinado a los equipos.

En este caso el mantenimiento preventivo se planifica, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y se calendarizan como ya se indicó anteriormente.

Las actividades a llevar a cabo dentro del mantenimiento del equipo comprenden la inspección y limpieza, engrase y lubricación, reajuste de piezas, hasta el mantenimiento eléctrico.

Figura 24. Intervalos de limpieza

9.4 CLASSIC REX FUTURA – INTERVALOS DE LIMPIEZA

INTERVALO	Diariamente (tras 10 hrs.*)	Semanalmente (tras 50 hrs*)	Mensualmente (tras 250 hrs*)
CLASSIC REX FUTURA			
Rodillo alimentación tolva	Limpiar, Atención: No utilizar instrumentos afilados!	Limpiar los piñones motorizados	
Tolva divisora y sensor de masa	Limpiar		
Tolva divisora: saliente raspador	Limpiar		
Tolva divisora: deslizador	Limpiar, engrasar las superficies de deslizamiento		
Tambor	Fregar la superficie en húmedo y aceitar		
Ranuras entre el tambor y saliente del tambor	Limpiar con un cepillo de limpieza		
Tambor: cepillo de limpieza	Limpiar		
Espolvoreador: pantalla de harina (lámina perforada)	Limpiar		
Espolvoreadores, cepillos espolvoreador		Vaciar, limpiar	
Dispositivo de boleado	Aspirar		
Cinta de separación, cinta de descarga* (*opción)	Aspirar		
Cinta de salida: Eje del raspador, árbol de ajuste* (*opción)	Limpiar		
Portezuela giratoria, rodillo de prerensado (accesorios)	Quitar, limpiar		
Rodillo de prerensado (accesorio)	Limpiar		
Superficies exteriores de la máquina			Limpiar
Accionamiento: todas las piezas móviles, motores			Aspirar
Todos los cajones	Vaciar	Limpiar	
Piezas de selección de hilera (accesorio)	Limpiar		

*hrs. = horas de servicio de la instalación

4.5.2. Acciones correctivas

Una acción correctiva es aquella que se lleva a cabo para eliminar la causa de un problema. Las correcciones atacan los problemas, las acciones correctivas sus causas.

Cuando, el equipo presente una falla se deberá notificar al distribuidor, quien también presta el servicio de mantenimiento y reparación.

Comprende el mantenimiento que se lleva a cabo con el fin de corregir los defectos o fallas que se han presentado inesperadamente en los equipos. Para tener control y registro de las actividades que se llevan a cabo como mantenimiento correctivo se recomienda el uso de un registro como el que se muestra a continuación.

Figura 25. **Registro de trabajo recomendado**

Registro de Orden de Trabajo		No. Reg.
		No. Orden
Fecha:		
Equipo:		
Ubicación del equipo:		
Responsable del equipo:		
Tipo de mantenimiento:	<input type="checkbox"/> Preventivo	<input type="checkbox"/> Correctivo
Inicio del trabajo:		
Fin del trabajo:		
Descripción del trabajo efectuado y los insumos necesarios:		
Próxima Revisión:		
Nombre y firma del responsable		

Fuente: elaboración propia.

4.6. Observación y análisis de procesos

Después de la puesta en marcha, se realizan las observaciones necesarias para determinar los nuevos tiempos de fabricación y además, elaborar los diagramas de procesos del método automatizado o mejorados.

4.6.1. Evaluación del proceso

Al evaluar el nuevo tiempo de fabricación no se observa una disminución tan marcada, a diferencia de la capacidad instalada que se duplica. Esta nueva capacidad de producción es un factor determinante en la recuperación de la inversión.

4.6.2. Normas a seguir

Para que la empresa pueda llevar control del nuevo proceso se deben especificar un formato de producción, registros de limpieza, registro de mantenimiento, programa de capacitación y adiestramiento, demás, de los registros de sugerencias, quejas y reclamos.

4.7. Control

Estos registros le permitirán a la empresa evaluar los resultados e identificar los puntos débiles del nuevo proceso, además, de formar parte del control diario de la línea de producción.

4.8. Costos de montaje e implantación

Los costos de montaje e implementación son parte de las ventajas que ofrece el distribuidor del equipo, además, de ofrecer el servicio de mantenimiento.

4.9. Cronograma de actividades

El cronograma de actividades, establece el tiempo ideal para llevar a cabo todas las actividades relacionadas con la instalación y puesta en marcha del nuevo equipo.

Tabla XI. Cronograma de actividades

Actividad	Días				
	1	2	3	4	5
Montaje del equipo	■				
Calibración		■			
Pruebas preliminares		■	■		
Primera capacitación		■	■	■	
Inducción				■	
Implementación				■	■

Fuente: elaboración propia.

5. SEGUIMIENTO

Para garantizar el éxito de la puesta en marcha del nuevo método es necesario capacitar y adiestrar al personal operativo en las diversas tareas a realizar durante el proceso de elaboración de pan. Se debe tener en cuenta que conforme el proceso se vaya estandarizando se encontrarán fallas y aciertos que permitirán mejorar aún más el proceso.

5.1. Indicadores de productividad

Los indicadores de productividad son aquellas variables que ayudan a la empresa a identificar algún defecto o imperfección que exista cuando se elabora el producto o se ofrece el servicio y de este modo reflejan la eficiencia en el uso de los recursos de la empresa.

5.1.1. Equipo

Cuando se habla del indicador de productividad del equipo, se busca definir una variable que le permita a la empresa saber el nivel de aprovechamiento del nuevo equipo, para evaluar inversiones futuras o simplemente facilitará la toma de decisiones.

5.1.1.1. Capacidad disponible

Este índice es muy importante en este proyecto pues reflejará directamente el aprovechamiento de insumos y de mano de obra, lo que permitirá pronosticar la producción y demanda futura.

Índice de capacidad disponible = unidades producidas / unidades defectuosas.

Índice de capacidad disponible = costo de lo producido / insumos.

Índice de capacidad disponible = unidades producidas/horashombre empleadas.

5.1.1.2. Mantenimiento

En lo que se refiere al mantenimiento, el indicador deberá ser un registro y archivo de órdenes de mantenimiento preventivo y correctivo. Para el cual se sugirió un formato con anterioridad.

Índice de paros por mantenimiento = tiempo muerto por mantenimiento.

5.1.2. Mano de obra

En el caso de la elaboración del pan y en este caso pan popular, se busca conservar un alto nivel de capacitación del personal lo que permitirá mantener la característica artesanal del pan.

No está de más, aclarar que con la implementación de este equipo no se busca reducir el personal en línea, sino aumentar el número de unidades producidas debido a la creciente demanda de este producto.

5.1.2.1. Capacidad

Los indicadores que normalmente se usan para determinar la capacidad de cada empleado son los siguientes:

Índice de capacidad de la MO = Núm. de empleados contratados /núm. de empleados dados de baja.

Índice de capacidad de la MO = utilidad total / total de empleados.

Indicadores que serán útiles más adelante en este proyecto, ya que por el momento solamente se evaluaron los resultados del equipo con respecto a la capacidad actual de la mano de obra.

5.1.3. Instalaciones

Los controles que se deben verificar para constatar la buena condición de las instalaciones son:

- Registro de limpieza diario
- Ficha Buenas Prácticas de Manufactura

Figura 26. Auditoría de BPM

FICHA DE AUDITORÍA A1				
AUDITORÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA				
Auditor: _____			Fecha: _____	
Responsable del área: _____			Hora: _____	
INSTRUCCIONES:				
En la columna de programa afectado se colocará el número del programa de sanitización identificado de la siguiente manera.				
1) Protección al producto				
2) Control de plagas				
3) Prácticas de empleados				
4) Orden				
5) Mantenimiento de equipo y edificios				
En la columna severidad se colocará el grado del mismo u la prioridad para resolver el problema así.				
A) Leve Debe solucionarse en un periodo que no exceda 4 semanas.				
B) Mayor Debe resolverse en un periodo no mayor de 1 semana				
C) Crítico Debe resolverse en un termino no mayor de 24 horas.				
Área/Observación	Recomendación	Responsable	Programa afectado	Severidad

Fuente: elaboración propia.

5.1.3.1. Mantenimiento

Al evaluar el tipo de mantenimiento que se le debe dar a las instalaciones del taller de pan 1, se deben contemplar las nuevas condiciones que se derivan del uso del nuevo equipo.

Dichas condiciones son referentes a:

- Condiciones de la ventilación debidas a que la divisora boleadora genera polvo de harina. Se debe analizar si el sistema de ventilación actual minimiza el polvo que se genera.
- Condiciones de iluminación adecuadas para el correcto manejo del equipo.
- Deterioro del piso debido al transporte o vibración del equipo.

5.1.4. Servicio al cliente

Para evaluar el nivel de satisfacción del consumidor, se debe establecer un registro de control de reclamos que le permita a la empresa una pronta respuesta y resolución de quejas. Además, esto permitirá identificar los puntos débiles del proceso y el servicio.

5.1.4.1. Control de reclamos

El control de reclamos por el tamaño o por el precio de las unidades de pan popular será el indicador a evaluar con el nuevo equipo.

Dicho registro se presentara en la ficha de quejas, reclamos y sugerencias que se presenta a continuación:

Figura 27. **Formato de control de quejas/reclamos/sugerencias**

Formato de Quejas/ Reclamos/ Sugerencias						
Si usted desea depositar una queja, reclamo o sugerencia por favor llene este formato siendo lo más claro posible.						
Información general:			Fecha:	Día	Mes	Año
Tipo de acción:			<input type="checkbox"/> Queja	<input type="checkbox"/> Reclamo	<input type="checkbox"/> Sugerencia	
Información de quien presenta la queja, reclamo o sugerencia:						
Nombre y apellido:						
Número de Teléfono / Celular:						
Número de identificación:						
Dirección:						
Correo electrónico:						
Descripción de la queja, reclamo o sugerencia:						

Fuente: elaboración propia.

De lo anterior, se puede evaluar el índice:

Índice de control de quejas = unidades producidas / unidades defectuosas

Índice control de quejas = unidades vendidas / unidades devueltas

Índice que deberá ser evaluado cada mes, para determinar el nivel de satisfacción del cliente o consumidor.

5.2. Formatos de control

A continuación se hace un listado de los formatos de control sugeridos para el nuevo proceso de elaboración de pan popular:

- Ficha de Buenas Prácticas de Manufactura
- Intervalo de limpieza del equipo
- Intervalo de mantenimiento del equipo
- Formato de quejas, reclamos y sugerencias

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Procedimiento técnico-administrativo que servirá para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá la implementación del equipo en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que dicho proyecto sea aceptado.

6.1. Tipo de equipo

Este equipo está dispuesto para el preporcionado y boleo de masa, de acuerdo al tipo de producto que se elabora, totalmente automático y con la posibilidad de trabajar diversos productos.

6.1.1. Nivel de ruido

El ruido excesivo daña parte del oído interno, lo que provoca pérdida de audición. El ruido no tiene por qué ser excesivamente alto para causar problemas en el lugar de trabajo.

Puede interactuar con otros factores de riesgo e incrementar el peligro a que están expuestos los trabajadores. El ruido en el entorno de trabajo, incluso a niveles muy bajos, puede aumentar el estrés.

Respecto al nivel de presión sonora, los ruidos superiores a los 120 decibeles entran en el denominado umbral del dolor, es decir, son ruidos insoportables que provocan sensación de dolor en el oído humano, son sonidos que superan 1 watt por metro cuadrado de intensidad sonora.

Los efectos en la salud de la exposición al ruido dependen del nivel del ruido y de la duración de la exposición y puede ser temporal o permanente.

Emisión de ruido en el lugar de trabajo es de:

Marcha en vacío / lugar de trabajo 65 decibeles (amperios)

Funcionamiento/ lugar de trabajo 70 decibeles (amperios)

De lo que se puede considerar que el ruido producido por esta máquina entra en un rango de ruido soportable por el ser humano, siempre y cuando se use la protección adecuada.

La protección que se utiliza en estos casos, son orejeras o tapones de goma. Estos se presentan de las siguientes formas:

Figura 28. **Equipo de protección recomendado**



Fuente: Panadería y Pastelería Shekapan S. A.

6.1.2. Vibración

En los procesos industriales es frecuente encontrar equipos que generen, simultáneamente ruido y vibraciones. Los efectos que pueden causar a los trabajadores expuestos son totalmente diferentes. En el caso de las vibraciones afectarán zonas más expuestas del cuerpo, originando respuestas inespecíficas. Los efectos producidos por la acción de las vibraciones sobre el organismo dependen de: zona afectada del cuerpo, características físicas del entorno vibraciones (dirección, frecuencia y amplitud), tiempo de exposición.

El caso de la Classic Rex Futura, posee un nivel bajo de vibración, por lo que se recomienda la verificación de la posición de operación para evitar daños al equipo causados por choque con otros equipos o mobiliario. Además de daños al personal.

6.2. Insumos del equipos

- Lubricante de Cadenas Shell Omala 320 y aceite Klueberoil 4 uh1-680 ó OKS3730.
En caso de ser necesario se usa solamente aceite sintético con USDA-NFS - H1.

Los lubricantes y aceites utilizados han sido específicamente formulados para aquellas aplicaciones donde se requiera un producto de altas características de Extrema Presión (EP).Lubricantes y aceites altamente refinados a los cuales se incorporan aditivos del tipo azufre-fósforo y otros destinados a impartirles propiedades, extrema presión, anticorrosivas, antioxidantes y antiespumantes.

6.3. Manejo de residuos

Los lubricantes y aceites usados pueden contener sustancias dañinas para la salud y/o de difícil biodegradabilidad, de acuerdo con las impurezas que haya recibido en cada aplicación en particular. Deben manipularse y disponerse siguiendo estas indicaciones:

- Protegerse personalmente evitando el contacto repetido y prolongado con la piel, ingestión, etcétera.
- Proteger el medioambiente, no contaminando los drenajes, el suelo, ni los cursos de agua. Evitar derrames y posibilidades de incendio.

6.4. Seguridad e higiene industrial

Al tratarse de un proceso con alta manipulación del producto, se debe tener presente que no presentan riesgos para la salud cuando son usados en las aplicaciones recomendadas y se observan los niveles adecuados de seguridad e higiene personal e industrial.

El personal que opera con lubricantes y aceites debe adoptar hábitos que eviten el contacto repetido y prolongado con la piel, salpicado en los ojos, inhalación o ingestión.

Para minimizar riesgos se deben tomar las siguientes medidas:

- Usar protección en las máquinas para reducir el riesgo de salpicado
- Si el salpicado es inevitable, utilizar según corresponda antiparras de seguridad y ropa impermeable

- Evitar la aspiración de niebla de aceite
- No trasvasar aceites produciendo vacío con la boca
- Lavar la ropa empapada en forma adecuada
- No poner en los bolsillos trapos mojados con aceite
- Lavarse las manos antes de las comidas
- Proteger las manos con cremas adecuadas a tal fin

- Manipulación

Los envases usados para el fraccionamiento y transporte en pequeñas cantidades deben estar limpios y con tapas para evitar las contaminaciones. Para limpiarlos se usarán solventes y trapos adecuados. Los trapos no deben dejar fibras o pelusas que puedan obturar los conductos o filtros de aceite en las máquinas. No usar estopa de algodón o de lana.

Los envases menores no deben abrirse cortando un agujero o toda su tapa si es que el contenido no va a ser utilizado totalmente. Es muy difícil mantener los envases con tapa improvisada porque esto aumenta las probabilidades de contaminación.

Las precauciones para evitar contaminaciones deben ser aún mayores en las grasas que en los aceites ya que en ellas, los contaminantes no pueden decantarse y llegarán inevitablemente a los lubricadores de la máquina.

- Almacenamiento

Los baldes y envases menores deben estar bajo techo, a cubierto de las inclemencias del tiempo, en lugares limpios, frescos, secos y con adecuada ventilación.

De ser inevitable por razones de espacio y por un período limitado, almacenar los envases a la intemperie, estos deben colocarse preferentemente sobre listones y estibados en posición horizontal de modo que el lubricante cubra interiormente y selle los tapones.

Esto evita no sólo la acumulación de agua de lluvia y polvo sobre el cabezal, sino también el efecto de respiración, es decir, que por las diferencias de presión en el espacio vacío del envase debidas a diferencias de temperatura, se desaloje aire durante el día y se absorba durante la noche introduciendo humedad.

Deberá además evitarse todo contacto de los envases con sustancias corrosivas y revisarlos periódicamente para detectar posibles pérdidas y además asegurar que las identificaciones permanezcan legibles.

Cuando se reciban lubricantes a granel, también será aconsejable que los tanques de almacenamiento estén bajo techo. Aún en estas condiciones es posible que se vaya acumulando lentamente la humedad que condensa sobre las paredes metálicas, relativamente más frías y por lo tanto, se los deberá purgar y limpiar periódicamente.

6.4.1. Medidas de contingencia

Las medidas de contingencia son un conjunto de normas y procedimientos que, basado en el análisis de riesgos, permite a la empresa actuar durante y después de un evento de contaminación o emergencia, de manera rápida y efectiva.

Específicamente se describen los peligros que este proyecto puede generar:

- Peligros debidos a componentes mecánicos

Todas las puertas y cubiertas relacionadas con la seguridad están fijadas con tornillos o cuentan con un seguro eléctrico.

Si se realizan trabajos de modificación o de mantenimiento se pueden producir lesiones en los pies por la caída de componentes pesados de la máquina. Por esta razón debe instruirse al personal de servicio sobre la normativa de seguridad laboral y de prevención de accidentes y, en caso necesario, comunicarse a este la obligatoriedad de llevar ropa de protección correspondiente. Para este caso el equipo de protección recomendado son zapatos de seguridad.

- Peligros debidos a componentes eléctricos

En máquinas con convertidores de frecuencia puede haber aun paso de corriente durante algunos minutos por los convertidores tras la desconexión. Por lo que se recomienda que la manipulación del equipo sea efectuada con un lapso de tiempo durante el cual el equipo descansa y libere la corriente.

- Peligros originados por vapores, humo y polvo

Debido a los requisitos tecnológicos de la masa, es preciso emplear espolvoreadores de harina. Por lo tanto, debe contarse con la presencia de polvo de harina en el aire en las cercanías de la máquina.

En cualquier caso, la presencia de este polvo de harina debe darse en la menor proporción posible. Además, de buscar una fuente de ventilación cercana para facilitar la disipación del polvo.

- Peligros debidos a influencias térmicas

Pueden surgir peligros de este tipo en todos los motores. Por esta razón, no toque nunca los motores.

- Peligros debidos a la falta de medidas higiénicas

Este tipo de peligros pueden producirse sólo si no se observan las medidas de limpieza establecidas por el fabricante.

Se debe tener presente que el daño que puede ser causado en la industria de proceso de alimentos por microorganismos debido a condiciones higiénicas insuficientes.

CONCLUSIONES

1. Después de evaluar las condiciones del proceso de producción de pan popular se identifican las operaciones de tanteo/boleo y figurado como los puntos críticos del proceso.
2. Para establecer la solución se evaluará la necesidad de la empresa de conservar su carácter artesanal, por lo que, se determina que el tanteo/boleo representa la operación a automatizar, ya que al sustituir al operario por el equipo no se sacrifica esta característica del pan.
3. Al estudiar las opciones que el mercado ofrece se elige como equipo a comprar una divisora boleadora, equipo que se encuentra disponible en distintos modelos y capacidades.
4. Al hacer el estudio de línea de producción de pan popular automatizada se obtiene una disminución en el tiempo de producción, además de reflejar un aprovechamiento del equipo de 26% con una producción que presenta un incremento anual de 100%.
5. Las condiciones necesarias para el montaje e instalación de la divisora boleadora Classic Rex Futura, se establecieron mediante el uso del manual de instalación y montaje, además, de contar con el servicio técnico del proveedor.

6. Para la determinación del programa de mantenimiento del equipo se toman en cuenta los lineamientos del fabricante en cuanto al mantenimiento y los períodos recomendados entre uno y otro.

7. Para lograr el desempeño efectivo tanto del equipo como del personal, se determinaron los nuevos lineamientos a seguir basándose en los posibles riesgos que este equipo representa. De tal manera que se define el equipo de protección a usar para operar la máquina además de la manipulación apropiada del equipo y el manejo de sus insumos y posibles residuos.

RECOMENDACIONES

1. Establecer un ciclo de supervisión constante de los registros de producción, para determinar la que tanto se está utilizando el nuevo equipo y así lograr un mejor aprovechamiento de los recursos.
2. Trabajar en el desarrollo de nuevos productos a elaborar con el nuevo equipo o adecuar algunos de los productos existentes, para hacer uso de todas las características de producción de la Classic Rex Futura. Se debe tomar en cuenta que esta máquina tiene capacidad para procesar distintos tipos de masa.

BIBLIOGRAFÍA

1. CANTER, Larry W. *Manual de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. 2ª. ed. Madrid: McGraw-Hill, 1998.841p. ISBN: 9788448112516.
2. GALLO VELÁSQUEZ, Otto Enrique. *Guía de buenas prácticas de manufactura para una panadería tradicional*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 85p.
3. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. Pantoja Magaña, José (rev.). 2ª. ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p. ISBN: 9701046579.
4. GODÍNEZ GALLO, Mauro Alfredo. *Diseño e implementación de un sistema de control de calidad en Panificadora Shekapan, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente, 2007. 78 p.
5. MILIAN FORTIN, Alex Iván. *Automatización de una línea de costura de pantalones de vestir, para incrementar su productividad*. Trabajo de graduación Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 102 p.

6. NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial, métodos y movimientos*. García Díaz, María Dolores (trad.).9ª ed. México: Alfaomega, 1996. 880 p. ISBN: 970-15-0217-5.
7. ROCA RECINOS, Allen Raúl Gustavo. *Ampliación y automatización del sistema de Distribución de red contra incendio de una planta de Panificación*. Trabajo de graduación Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 78 p.
8. ROJAS TORRES, María Yessenia. *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental*. Trabajo de Graduación Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2003. 89 p.
9. SOLIS DEL VALLE DE LEON, Martha María. *Marco empresarial para la constitución de una empresa en la industria panificadora*. Trabajo de graduación Contaduría Pública y Auditoría. Universidad Francisco Marroquín, Facultad de Contaduría pública y auditoría, 2002. 118 p.
10. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 3ª. ed. Guatemala: Imprenta Universitaria. 1998. 135 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Tiempo estándar

La necesidad de automatizar el proceso parte de la variación del peso en las unidades de pan, lo que genera una confusión de precios y por lo tanto una inconformidad con el consumidor. Basados en lo anterior y tomando en cuenta que el producto debe conservar su carácter artesanal. El punto a automatizar será el tanteo / Boleo.

Cálculo del tiempo estándar

	Operación	Tc	Factor de Valoración	Tn	Suplementos	Ts (seg.)	Ts (seg.)
1	pesar harina	9,98	0,85	8,49	1,1	9,33	10,00
2	pesar y agragar azúcar	3,26	0,75	2,45	1,14	2,79	3,00
3	pesar y agregar manteca	3,12	0,75	2,34	1,14	2,67	3,00
4	pesar y agregar levadura	2,09	0,75	1,57	1,19	1,86	2,00
5	pesar y agregar sal	1,21	0,75	0,91	1	0,91	1,00
6	agregar agua	3,01	0,98	2,95	1	2,95	3,00
7	mezclado y amasado	25,10	0,98	24,60	1	24,60	25,00
8	limpieza de bandejas	20,20	0,99	19,99	1	19,99	20,00
9	rociar harina	2,35	0,85	2,00	1	2,00	2,00
10	boleo	13,58	1,94	26,34	1	26,34	27,00
11	figurado	7,50	1,90	14,25	1	14,25	15,00
12	horneado	24,81	0,88	21,83	1	21,83	22,00
13	sacar del horno	10,09	0,90	9,08	1	9,08	10,00
14	colocar producto en bandejas	15,12	0,95	14,36	1	14,36	15,00

TST=	152,97	158,00
------	--------	---------------

Fuente: elaboración propia.

Cálculos que se utilizan para determinar los puntos críticos que existen en el proceso actual y con base en ellos elegir en qué punto se realizará la automatización.

Apéndice 2. Flujo de caja de las opciones disponibles

Mini Rex

Año	1	2	3	4	5
Producción anual	Q 7 837 596	Q 15 675 192	Q 31 350 384	Q 62 700 768	Q 125 401 536
Costo de operación	Q 6 752 390,4	Q 13 504 780,8	Q 27 009 561,6	Q 54 019 123,2	Q 108 038 246,4
Utilidad anual	Q 1 085 205,6	Q 2 170 411,2	Q 4 340 822,4	Q 8 681 644,8	Q 17 363 289,6
	Inversión inicial		Q 853 687,50		
	Rentabilidad		0,2		
	Valor Presente Neto		Q 15 234 597,17		
	Relacion B/C		0,16		

Classic Rex Futura

Año	1	2	3	4	5
Producción anual	Q 7 837 596	Q 15 104 232	Q 30 208 464	Q 60 416 928	Q 120 833 856
Costo de operación	Q 6 752 390,4	Q 13 504 780,8	Q 27 009 561,6	Q 54 019 123,2	Q 108 038 246,4
Utilidad anual	Q 1 085 205,6	Q 1 599 451,20	Q 3 198 902,40	Q 6 397 804,80	Q 12 795 609,60
	Inversión inicial		Q 1 138 250		
	Rentabilidad		0,2		
	Valor Presente Neto		Q 13 232 164,30		
	Relacion B/C		0,12		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Tiempo de recuperación de la inversión**

- Proceso Automatizado con demanda constante:

Inversión Inicial	Q1 138 250
Producción Diaria	16747
Precio de venta	Q0,65
Costo unitario	Q0,56
Utilidad anual	Q542602,80

El tiempo de recuperación de la inversión con la demanda constante es de 26 meses.

- Proceso Automatizado con demanda variable

Inversión Inicial	Q1 138250
Producción Diaria	33494 unidades
Precio de venta	Q0,65
Costo unitario	Q0,56
Utilidad Anual	Q1 085 205,60

El tiempo de recuperación de la inversión con una demanda variable es de 13 meses, en este caso se pronostica un incremento del 100 % en la producción.

Se aumenta el rendimiento por batch en 3 %, además de que la utilidad nos permite recuperar la inversión en 13 meses.

Permite a la empresa eliminar las quejas por variación de peso y tamaño, en este producto.

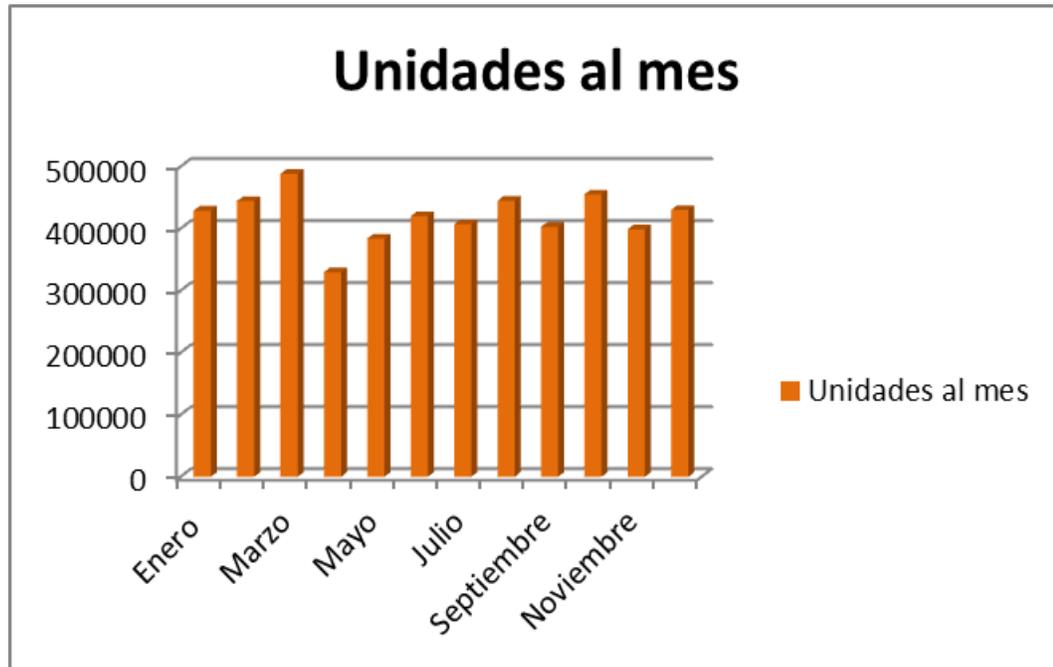
Se estudia la posibilidad de procesar diferentes tipos de masa con esta boleadora para aumentar el rendimiento en otros productos.

Apéndice 4. Producción mensual

Mes	Producción mensual libras	Producción mensual unidades	Producción mensual Q
Enero	27 967	429 014	278 858,96
Febrero	28 975	444 477	288 909,73
Marzo	31 833	488 318	371 406,84
Abril	21 500	329 810	241 376,50
Mayo	25 025	383 884	249 524,28
Junio	27 379	419 994	272 996,01
Julio	26 527	406 924	264 500,72
Agosto	29 000	444 860	289 159,00
Septiembre	26 250	402 675	261 738,75
Octubre	29 675	455 215	295 889,43
Noviembre	26 000	398 840	259 246,00
Diciembre	28 029	429 965	279 477,16

Fuente: elaboración propia.

La gráfica de producción anual se genera a partir de los registro de producción diaria en ambos turnos.



Fuente: elaboración propia.

