



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

**INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA LÍNEA PRODUCTORA DE FIDEO TIPO CHAO MEIN  
PARA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS S.A.**

**Byron Ronald Selkin Aldana**

Asesorado por la Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar

Guatemala, noviembre de 2012



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. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

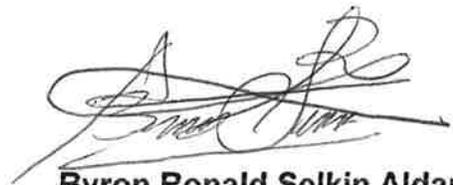
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jerez González
EXAMINADORA	Inga. Karla María Lucas Guzmán
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## 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:

**INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA LÍNEA PRODUCTORA DE FIDEO TIPO CHAO MEIN  
PARA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 06 de agosto de 2010.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Byron Ronald Selkin Aldana', with a long horizontal stroke extending to the right.

**Byron Ronald Selkin Aldana**

Guatemala 8 de junio de 2011

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 INTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA LÍNEA PRODUCTORA DE FIDEO TIPO CHAO MEIN PARA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS S.A., elaborado por el estudiante Byron Ronald Selkin Aldana, con carné 2002-12552, previo a obtener el título de ingeniero Industrial.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos de 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,

  
*Nora Leonor Elizabeth García Tobar*  
*Ingeniera Industrial*  
*Colegiado No. 8121*  
Ing. Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Colegiado No. 8121  
ASESOR



REF.REV.EMI.102.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA LÍNEA PRODUCTORA DE FIDEO TIPO CHAO MEIN PARA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Byron Ronald Selkin Aldana**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Werner Renato Beltethón García  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

*Ing. Werner Renato Beltethón García  
Colegiado No. 4497*

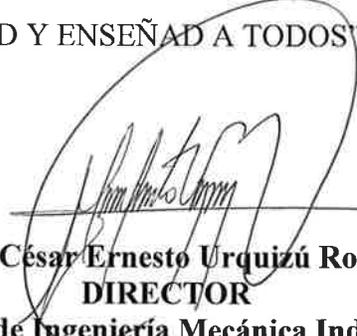
Guatemala, mayo de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA LÍNEA PRODUCTORA DE FIDEO TIPO CHAO MEIN PARA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Byron Ronald Selkin Aldana**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



Guatemala, noviembre de 2012.

/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 618 .2012

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: **INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA LÍNEA PRODUCTORA DE FIDEO TIPO CHAO MEIN PARA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS S.A.,** presentado por el estudiante universitario: **Byron Ronald Selkin Aldana,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 26 de noviembre de 2012.

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Gracias por la vida y por ser la guía en mi camino.
- Mis padres** José Selkin y Marta Aldana. Por la ayuda y el amor brindado a través de las diferentes etapas de mi vida. Gracias por el apoyo incondicional en mi estudio superior.
- Mi esposa** Flor López de Selkin. El amor de mi vida, gracias por estar a mi lado, te amo con todo mi corazón, lo logramos mi amor.
- Mi hija** Dánae Selkin. Eres lo mejor de mí, espero dejar huella para que puedas seguir mis pasos, te amo mi chaparrita.
- Mi hijo** Byron Selkin Jr., tu mamita y yo esperamos muy pronto tu llegada, serás parte de una familia llena de amor.
- Mis hermanos** Lluvia, Bill, Nadia, Laudie, Tammy y José Selkin. Gracias por ayudarme en cada etapa de mi vida, aunque parezca muy pequeña significa mucho para mí.

**Mis amigos**

Marlon Argueta, Francisco Reyes y Héctor Sey.  
Sabemos que juntos podemos lograr cualquier cosa.

**Mi asesora**

Ingeniera Nora García. Gracias por su apoyo y conocimiento.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS .....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. POLÍTICAS DE LA EMPRESA, CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO Y UBICACIÓN DE PLANTA.....	1
1.1. Políticas de la empresa .....	1
1.1.1. Objetivos de la empresa .....	1
1.1.1.1. General .....	1
1.1.1.2. Específicos .....	2
1.1.2. Definición de la misión .....	2
1.1.3. Definición de la visión .....	2
1.1.4. Definición de la meta.....	2
1.2. Características generales del producto .....	3
1.2.1. Descripción de la materia prima .....	3
1.2.2. Descripción y características del producto .....	5
1.2.3. Descripción del mercado.....	6
1.3. Ubicación de la planta .....	7
1.3.1. Localización y ubicación de la planta .....	7
1.3.2. Distribución de la planta.....	8
1.3.3. Historial de producción.....	9

2.	SITUACIÓN ACTUAL EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN .....	13
2.1.	Maquinaria y equipo .....	13
2.1.1.	Descripción de la maquinaria .....	13
2.1.1.1.	Mezcladora.....	13
2.1.1.2.	Laminadora uno .....	14
2.1.1.3.	Laminadora dos.....	15
2.1.1.4.	Cortadora .....	16
2.1.2.	Distribución de la maquinaria .....	16
2.1.3.	Descripción del equipo .....	17
2.2.	Proceso de producción .....	17
2.2.1.	Descripción del proceso de producción .....	17
2.2.2.	Estudio de tiempos para la línea actual .....	19
2.2.2.1.	Mezcladora.....	19
2.2.2.1.1.	Carga .....	19
2.2.2.1.2.	Operación .....	20
2.2.2.1.3.	Descarga.....	21
2.2.2.2.	Laminadora uno .....	22
2.2.2.3.	Laminadora dos.....	23
2.2.2.4.	Cortadora .....	24
2.2.2.5.	Pesado .....	25
2.2.2.6.	Moldeado .....	26
2.2.3.	Definición de la eficiencia .....	27
2.2.3.1.	Teórica .....	27
2.2.3.2.	Real.....	28
2.2.4.	Diagrama de flujo de operaciones .....	30
2.2.5.	Diagrama de recorrido.....	31
2.2.6.	Diagramas bimanuales.....	32
2.2.7.	Diagrama hombre máquina .....	33
2.2.8.	Análisis del cuello de botella.....	34

2.3.	Hornos a gas.....	35
2.3.1.	Horno uno .....	35
2.3.2.	Horno dos .....	37
2.3.3.	Cilindros.....	38
3.	PROPUESTA.....	41
3.1.	Finalidad de la propuesta de la instalación de la nueva línea..	41
3.2.	Diagrama de recorrido .....	42
3.2.1.	Tiempo total del ciclo .....	43
3.2.2.	Tiempo productivo de la máquina .....	47
3.2.3.	Tiempo productivo del operario.....	48
3.2.4.	Porcentaje de utilización del operario .....	49
3.2.5.	Porcentaje de utilización de la máquina .....	50
3.3.	Ejecución del estudio para la instalación de la maquinaria.....	51
3.3.1.	Construcción de diagramas de recorrido.....	52
3.3.2.	Realización de matriz de origen a destino.....	53
3.3.3.	Generación de distribuciones alternas .....	54
3.3.4.	Evaluación de las opciones.....	58
3.3.5.	Presentación de la mejor opción .....	58
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	59
4.1.	Instalación de laminadora .....	59
4.1.1.	Instalación eléctrica .....	59
4.1.2.	Ubicación .....	61
4.1.3.	Pruebas .....	62
4.2.	Instalación de mezcladora.....	63
4.2.1.	Instalación eléctrica .....	63
4.2.2.	Ubicación .....	64
4.2.3.	Pruebas .....	65

4.3.	Instalación de cortadora .....	66
4.3.1.	Instalación eléctrica .....	66
4.3.2.	Ubicación .....	67
4.3.3.	Pruebas .....	68
4.4.	Capacitación de personal .....	69
5.	RETROALIMENTACIÓN PARA LA MEJORA CONTINUA .....	71
5.1.	Auditoría de la instalación de maquinaria .....	71
5.1.1.	Revisión de la instalación de maquinaria .....	72
5.1.2.	Reportes de la instalación .....	74
5.1.2.1.	Evaluación .....	75
5.1.2.2.	Resultados .....	75
5.1.2.2.1.	Ventajas y desventajas .....	76
5.1.2.2.2.	Riesgos .....	77
5.1.2.3.	Documentación de resultados .....	77
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	79
6.1.	Problemas que afecta al medio ambiente .....	79
6.1.1.	Producto desechado en el área de producción .....	80
6.1.2.	Empaque desechado de la materia prima .....	81
6.1.3.	Deterioro de bandejas para la colocación de fideo .....	81
6.2.	Medidas de Mitigación .....	82
6.2.1.	Disminución de desechos en el área de producción .....	82
6.2.2.	Reutilización del empaque desechado de la MP ...	83
6.2.3.	Reciclaje de las bandejas .....	83

CONCLUSIONES .....85  
RECOMENDACIONES.....87  
BIBLIOGRAFÍA.....89  
ANEXOS .....91



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Bolsa de polipropileno de 50 libras harina dura. ....	4
2.	Diferentes presentaciones.....	6
3.	Vista aérea.....	8
4.	Distribución de la planta .....	9
5.	Mezcladora.....	14
6.	Laminadora uno .....	15
7.	Laminadora dos .....	15
8.	Cortadora .....	16
9.	Área de producción .....	17
10.	DOP .....	18
11.	DFOP para la elaboración de fideo .....	30
12.	Diagrama de recorrido.....	31
13.	Diagrama bimanual para moldeo.....	32
14.	DHM de mezcladora.....	33
15.	Horno uno .....	36
16.	Encendido horno uno .....	36
17.	Horno dos .....	37
18.	Encendido horno dos .....	38
19.	Cilindros de 250 y 500 galones. ....	39
20.	Recorrido actual .....	42
21.	DHM – mezcladora – pasta – cortadora actual.....	43
22.	DHM – mezcladora – pasta – cortadora – propuesto 1.....	45
23.	DHM – mezcladora – pasta – cortadora – propuesto 2.....	46

24.	Recorrido propuesto 1 .....	52
25.	Recorrido propuesto 2 .....	52
26.	Instalación propuesto 1 .....	55
27.	Instalación propuesto 2.....	57
28.	Conexión alta tensión laminadora.....	61
29.	Ubicación de laminadora 1 y 2.....	62
30.	Conexión baja tensión mezcladora .....	64
31.	Ubicación de mezcladora.....	65
32.	Conexión baja tensión cortadora .....	67
33.	Ubicación de cortadora .....	68
34.	Formato para evaluación de operarios de maquinaria .....	74

## TABLAS

I.	Micro nutrientes.....	4
II.	Producción de enero 2011.....	9
III.	Producción de febrero 2011 .....	10
IV.	Producción de marzo 2011.....	10
V.	Producción de abril 2011 .....	10
VI.	Producción de mayo 2011 .....	11
VII.	Producción de junio 2011 .....	11
VIII.	Resumen producción primer semestre 2011 .....	11
IX.	Carga de mezcladora, batch de 50 libras .....	19
X.	Operación de mezcladora, batch de 50 libras.....	20
XI.	Descarga de mezcladora, batch de 50 libras.....	21
XII.	Tiempos de laminadora uno, batch de 50 libras .....	22
XIII.	Tiempos de laminadora dos, batch de 50 libras.....	23
XIV.	Tiempos de cortadora, batch de 50 libras.....	24
XV.	Tiempos de pesado, batch de 50 libras .....	25
XVI.	Tiempos de moldeado, batch de 50 libras .....	26

XVII.	Resumen de eficiencias .....	29
XVIII.	Tiempo productivo de las máquinas métodos propuestos.....	47
XIX.	Tiempo productivo de los colaboradores métodos propuestos.....	48
XX.	Porcentajes de los colaboradores métodos propuestos .....	49
XXI.	Porcentajes de las máquinas métodos propuestos .....	50
XXII.	Traslados de MP y pasta actual .....	53
XXIII.	Costo de manejo de materiales de la distribución actual.....	54
XXIV.	Costo de manejo de materiales para la propuesta 1 .....	55
XXV.	Costo de manejo de materiales para la propuesta 2 .....	57
XXVI.	Materiales eléctricos .....	60
XXVII.	Material eléctrico para una laminadora .....	60
XXVIII.	Material eléctrico para mezcladora .....	63
XXIX.	Material eléctrico para cortadora.....	66
XXX.	Formato para auditoría de instalación .....	73
XXXI.	Ventajas y desventajas en la instalación.....	76
XXXII.	Desechos en la producción.....	80



## GLOSARIO

<b>DFOP</b>	Diagrama de flujo de operaciones del proceso.
<b>DHM</b>	Diagrama hombre máquina.
<b>DOP</b>	Diagrama de operaciones del proceso.
<b>HP</b>	Horse power = caballos de fuerza.
<b>MP</b>	Materia prima.
<b>PHVA</b>	Ciclo de Deming. Planificar, hacer, verificar, actuar.
<b>Rpm</b>	Revoluciones por minuto.
<b>RTCA</b>	Reglamento técnico centroamericano de alimentos.
<b>Tafetán</b>	Tejido entrecruzado, para que resulte en forma de malla.



## RESUMEN

La empresa se fundó en 1975, iniciando con una cortadora accionada manualmente por medio de una manivela, una mezcladora manual y una laminadora, el horno que se utilizaba en ese entonces era calentado por medio de leña; utilizando alrededor de 300 leños por cosida. La producción diaria era de once quintales y medio, con esto se empezó a introducir el producto en los principales mercados municipales de la capital y sur de Guatemala, ampliándose posteriormente al nororiente del país.

La producción del fideo tipo chao mein en la empresa Los Chinitos no ha tenido cambios significativos y lleva 30 años produciendo este tipo de chao mein casi de la misma forma, no se ha realizado ningún estudio ingenieril, solamente algunas mejoras en las máquinas.

La visita de los clientes se realiza cada 30 días, esto es debido a que la capacidad productora de la línea actual es de 20 quintales diarios y no se tiene producto disponible para poder visitar a los clientes en un lapso menor de tiempo, la consecuencia es que se pierden clientes.

Actualmente la demanda de este producto ha crecido ampliamente; prácticamente lo que se produce se vende, entonces la planificación a corto plazo es aumentar la producción por medio de otra línea, y no solamente instalar la maquinaria y que funcione; se desea tener un estudio ingenieril que respalde el método a utilizar, para tener una producción eficiente y económica; ¿y por qué no? también pensar en tener doble jornada en esta línea.

Se realizó inicialmente un estudio de tiempos en la línea actual, estos datos se pueden verificar de la tabla VIII a la XV, esto servirá para analizar la eficiencia de cada máquina, se puede determinar por simple inspección que hay procesos que son de tipo intermitente; este es un indicador que la línea tiene un problema en su proceso continuo. Seguidamente la construcción del diagrama hombre máquina de la línea actual.

Para optimizar los tiempos, se procedieron a construir los diagramas hombre máquina propuestos, esto con la finalidad de crear los diagramas de recorrido, teniendo el diagrama actual y dos propuestos, se procedió a considerar los costos de manejo de materiales, la línea actual revelo costos sumamente altos; los cuales eliminándolos generarían una producción en menor tiempo, ahorro y por lo tanto ganancia para la empresa.

Se analizó la instalación de la maquinaria que se adecuara más al método de producción por proceso y lógicamente que el costo de manejo de materiales fuera menor. La propuesta número dos tiene una peculiaridad en el movimiento de los colaboradores, porque ya solamente dos tendrían un recorrido, pero sin ningún producto en proceso que trasladar, esto evitará que el producto caiga al suelo y se convierta en desperdicio.

La instalación de la maquinaria no fuese total si no se realiza la instalación eléctrica, se pueden observar los diagramas y los materiales que se necesitan para la conexión de cada una. Por último se debe realizar un seguimiento para la mejora continua que ayudará a verificar por medio de formularios y reportes si la línea es óptima o se puede realizar todavía una mejora.

# OBJETIVOS

## General

Implementar la creación de una nueva línea de producción de fideo tipo chao mein para aumentar la eficiencia con un nuevo diseño, reduciendo el tiempo de elaboración, los desperdicios que ésta genera y optimizar la distribución de la maquinaria.

## Específicos

1. Diseñar la nueva línea de producción.
2. En un lapso no mayor de seis meses alcanzar la capacidad productora de veinte quintales; aumentando la eficiencia en un 20%.
3. Disminuir en un 10% el tiempo de elaboración en el área de producción.
4. Disminuir de 25 libras a 20 libras los desperdicios que se generan en el área de producción.
5. Definir el peso del fideo en 4,5 onzas.



## INTRODUCCIÓN

La fabricación de fideo tipo chao mein en Guatemala tuvo sus inicios con migrantes de origen asiático, se desarrolló en una forma artesanal y con fundamentos puramente empíricos, poco a poco se ha ido desarrollando y transmitiendo esos conocimientos a connacionales guatemaltecos. En Productos Alimenticos Los Chinitos no es la excepción, todos los procesos que se realizan se han aprendido con los años y transmitidos de la misma forma a los colaboradores.

Surge la propuesta de instalar una Laminadora Grande; ésta requiere la colocación de un Motor de 5 HP, sus respectivas poleas, cadena y faja, tiene una longitud de tres metros de largo por 0,65 metros de ancho se necesita una conexión de energía eléctrica de 220 voltios. Una mezcladora con capacidad de 50 libras por carga; ésta trabaja con un motor de 3 HP, luego se procederá a instalar la laminadora pequeña, la cual tiene 2,30 metros de largo por 0,65 metros de ancho; trabajando con un motor de 5 HP, y por último la cortadora, la instalación de ésta requiere una modificación adecuada, ya que se requiere que el desperdicio sea mínimo; la cual trabaja con un motor de 3 HP. Para toda la maquinaria se requiere una instalación eléctrica de 220 voltios, para los motores eléctricos.



# **1. POLÍTICAS DE LA EMPRESA, CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO Y UBICACIÓN DE PLANTA**

Se definirán todos los aspectos en cuanto a políticas, objetivos, características, las cuales no estaban predisuestas con anterioridad, esto se realizará con base en lo que desee el representante legal de la empresa.

## **1.1. Políticas de la empresa**

La empresa se compromete a elaborar el chao mein, con las mismas características que el consumidor está acostumbrado. Que sus colaboradores estén comprometidos en cada proceso de producción; pudiendo así seguir siendo una marca líder en el mercado.

### **1.1.1. Objetivos de la empresa**

Se definirán los objetivos con base en lo que el representante legal de la empresa desea.

#### **1.1.1.1. General**

Producir chao mein de alta calidad para certificarse bajo la Norma ISO 22,000:2005 y lograr mayor competitividad y distribución en el mercado nacional.

### **1.1.1.2. Específicos**

- Producir chao mein de alta calidad a un precio que esté al alcance del consumidor.
- Certificarse bajo la norma ISO 22,000:2005
- Incrementar la producción para distribuir a nivel nacional.

### **1.1.2. Definición de la misión**

Somos una organización dedicada a la elaboración de fideo tipo chao mein de alta calidad, promoviendo la satisfacción del cliente, el mejoramiento continuo, el trabajo en equipo, para seguir siendo la opción de preferencia de los consumidores.

### **1.1.3. Definición de la visión**

Ser la empresa numero uno de Guatemala en la elaboración de chao mein, expandiendo su distribución a nivel nacional y centroamericano.

### **1.1.4. Definición de la meta**

Ampliar la organización por medio de la inversión privada; generando de esa manera el continuo desarrollo del país, creando nuevas fuentes de empleo y así elaborar el mejor fideo tipo chao mein de Guatemala.

## **1.2. Características generales del producto**

Una de las características del chao mein, es que mantiene su consistencia cuando se agrega en agua hirviendo y puede tardar en cocción hasta cinco minutos. El producto no se quiebra con facilidad en su empaque ya que mantiene una flexibilidad alta, esto para que el consumidor pueda adquirir cualquier presentación.

### **1.2.1. Descripción de la materia prima**

La materia prima utilizada es harina dura la cual cuenta con los siguientes ingredientes:

- Harina de trigo
- Peróxido de benzoilo
- Enzimas ácido ascórbico
- Azodicarbonamida
- Hierro
- Niacina
- Tiamina
- Riboflavina
- Ácido fólico

También se utiliza agua potable; cumpliendo con los requisitos microbiológicos de la NORMA COGUANOR NGO 29 001. La presentación utilizada es la bolsa de polipropileno de 50 libras de harina dura Virgen de Covadonga.

Figura 1. Bolsa de polipropileno de 50 libras harina dura



Fuente: catálogo Los Chinitos, fecha: 19 de abril de 2011.

Los porcentajes de los micro nutrientes que contiene la misma se describen en la tabla uno.

Tabla I. **Micro nutrientes**

<b>Micro nutrientes</b>	<b>Nivel mínimo (mg/kg de harina)</b>
Hierro	55,0
Niacina	55,0
Tiamina (Vitamina B-1)	6,2
Roboflavina (Vitamina B-2)	4,2
Ácido fólico	1,8

Fuente: Molinos Modernos, S.A.

### **1.2.2. Descripción y características del producto**

El producto final es fideo tipo chao mein, este producto se obtiene de la mezcla de la harina dura y de agua potable, llevándola en el proceso de laminado, cortado, pesado, precosido y secado, para luego empacarlo.

La característica principal del producto es que al cocinarlo por cinco minutos este se mantiene suelto y con una resistencia muy alta, la cual impide que se torne pegajoso.

Tiene las siguientes presentaciones:

- ½ libra de chao mein de 1½ X 1 mm, en bolsa SW Lope transparente de 7 ½ " X 11 ½ " X 0,0015 con etiqueta de 10 ½ X 13 ½ cm, con fondo amarillo, leyenda, marca y dibujo de los chinitos degustando el chao mein.
- ½ libra de chao mein de 1½ X 1 mm, en bolsa SW Lope transparente de 7 ½ " X 11 ½ " X 0,0015 con etiqueta de 10 ½ X 13 ½ cm, con fondo amarillo, leyenda, marca y dibujo de los chinitos degustando el chao mein, incluye sobrecito de salsa soya con 10 ml.
- ½ libra de chao mein de 1½ X 1 mm, en bolsa SW Lope transparente de 7 ½ " X 10" x 0,00125 con impresión en la bolsa, fondo amarillo y naranja, 2 dragones, leyenda, marca y dibujo de los chinitos degustando el chao mein.

Figura 2. **Diferentes presentaciones**



Fuente: catálogo Los Chinitos, 20 de abril de 2011.

### 1.2.3. **Descripción del mercado**

El mercado al cual está dirigido el fideo tipo chao mein, es a toda persona que visite los mercados municipales en los cuales se distribuya el chao mein, en la ciudad capital se pueden mencionar los siguientes mercados:

- El Guarda zona 11
- San José Mercantil zona 7
- Barrio la Gerona zona 1
- La Palmita zona 5
- Central de la cabecera municipal de Mixco
- La Reformita zona 12, entre otros

En el interior de la república se atienden los mercados:

- Costa Grande en el departamento de Escuintla

- Municipal del municipio de Gualán en el departamento de Zacapa
- Municipal de Tiquisate en el departamento de Escuintla
- Municipal de Cuilapa del departamento de Santa Rosa
- Supermercado El Punto de la distribuidora Santa Marta en el departamento de El Progreso, entre otros.

La venta final se tiene a un precio accesible de Q 8,00 por libra o Q 4,00 para media libra, los hábitos de compra de los consumidores varían en función de las épocas; para el primer trimestre de cada año hay un aumento del 10% en los pedidos, para el segundo y tercer trimestre los pedidos disminuyen en un 5%, para el cuarto trimestre los pedidos aumentan en un 25%.

El producto se ha comercializado por medio de la venta personal, de esa manera se crea una relación con los clientes, una imagen favorable y se da la compra fácil, el canal de distribución utilizado es el de productores minoristas consumidores, en el cual los minoristas se encargan de realizar los pedidos y de vender el producto al consumidor final.

### **1.3. Ubicación de la planta**

Debido a los inicios de la planta ésta se ubicó en Villa Nueva, el terreno en la cual está construida es de 1 000 metros cuadrados, la edificación se ha ido ampliando con forme ha sido necesario.

#### **1.3.1. Localización y ubicación de la planta**

La planta de producción se encuentra ubicada en la tercera avenida, nueve guion trece, zona cinco, colonia Enriqueta, municipio de Villa Nueva, del departamento de Guatemala.

Figura 3. **Vista aérea**



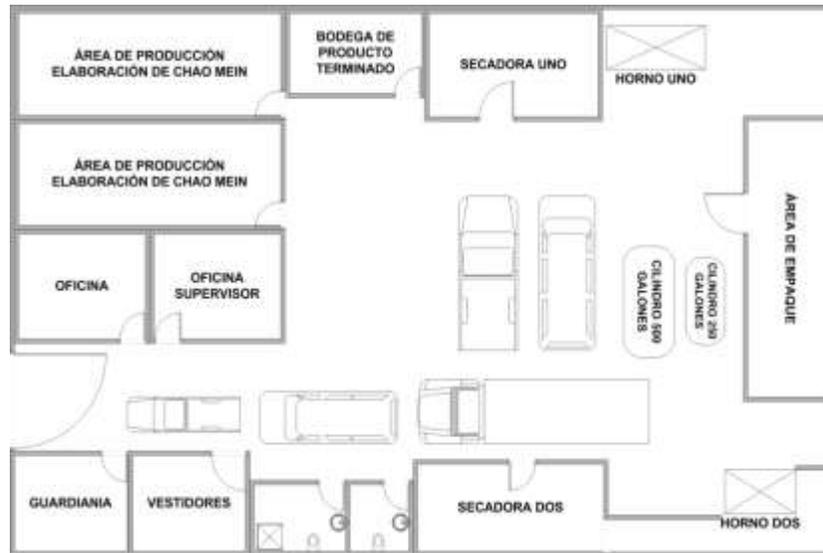
Fuente: <http://earth.google.es/> 23 de marzo de 2009.

### **1.3.2. Distribución de la planta**

La figura número cuatro muestra como está distribuida la planta actualmente, la misma cuenta con dos áreas de producción, la que se ubica a la par de la oficina es donde se encuentra la maquinaria nueva.

Se puede observar que físicamente se cuenta con dos hornos, dos secadoras y dos cilindros para gas licuado de petróleo. Esto se dio paulatinamente para que la producción se pudiera duplicar, en lo que respecta a la bodega de producto terminado; esta no ha tenido modificación alguna, debido a que con la producción normal solamente se mantiene a un veinticinco por ciento de su capacidad y al aumentar la producción se pretende que ésta llegue a un setenta y cinco por ciento de utilización.

Figura 4. Distribución de la planta



Fuente: elaboración propia. Escala 1:250.

### 1.3.3. Historial de producción

En las tablas número II a la VII, están los datos de producción de chao mein, para el primer semestre del 2011, función de peso arrobas (@).

Tabla II. Producción de enero 2011

ENERO DE 2011							
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	PROM.	
82	80	78	81	78	81	80,00	
78	81	79	79	78	78	78,83	
79	79	79	79	78	78	78,67	
77	81	79	79	80	79	79,17	
78						78,00	
<b>TOTAL</b>	<b>394</b>	<b>321</b>	<b>315</b>	<b>318</b>	<b>314</b>	<b>316</b>	<b>394,70</b>

Fuente: Los Chinitos inventario de enero 2011.

Tabla III. **Producción de febrero 2011**

<b>FEBRERO DE 2011</b>						
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	PROM.
	80	80	80	79	80	78,80
80	78	80	79	80	80	79,50
81	80	81	81	81	81	80,83
81	55	80	81	77	80	75,67
79						78,00
<b>TOTAL</b>	<b>321</b>	<b>293</b>	<b>321</b>	<b>321</b>	<b>317</b>	<b>394,80</b>

Fuente: Los Chinitos inventario de febrero 2011.

Tabla IV. **Producción de marzo 2011**

<b>MARZO DE 2011</b>						
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	PROM.
	80	56	79	78	78	74,20
81	55	78	81	80	81	76,00
82	80	82	80	76	80	80,00
81	79	80	81	79	80	80,00
77	77	77	79			77,50
<b>TOTAL</b>	<b>321</b>	<b>371</b>	<b>373</b>	<b>400</b>	<b>313</b>	<b>387,70</b>

Fuente: Los Chinitos inventario de marzo 2011.

Tabla V. **Producción de abril 2011**

<b>ABRIL DE 2011</b>						
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	PROM.
				80	75	77,50
62	56	80	81	81	81	73,50
81	80	81	80	81	80	80,50
81	80	80				80,33
81	80	81	80	80	80	80,33
<b>TOTAL</b>	<b>305</b>	<b>296</b>	<b>322</b>	<b>241</b>	<b>322</b>	<b>392,20</b>

Fuente: Los Chinitos inventario de abril 2011.

Tabla VI. **Producción de mayo 2011**

<b>MAYO DE 2011</b>							
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	PROM.	
82	80	80	80	78	80	80,00	
80	56	78	78	79	80	75,17	
81	79	79	80	79	82	80,00	
79	55	80	78	79	79	75,00	
80	79					79,50	
<b>TOTAL</b>	<b>402</b>	<b>349</b>	<b>317</b>	<b>316</b>	<b>315</b>	<b>321</b>	
					<b>321</b>	<b>389,70</b>	

Fuente: Los Chinitos inventario de mayo 2011.

Tabla VII. **Producción de junio 2011**

<b>JUNIO DE 2011</b>							
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	PROM.	
		79	79	79	80	79,25	
79	78	56	78	80	79	75,00	
56	79	81	55	78	56	67,50	
82	79	79	80	77	78	79,17	
57	55	80	78			67,50	
<b>TOTAL</b>	<b>274</b>	<b>291</b>	<b>375</b>	<b>370</b>	<b>314</b>	<b>293</b>	
					<b>293</b>	<b>368,40</b>	

Fuente: Los Chinitos inventario de junio 2011.

Tabla VIII. **Resumen producción primer semestre 2011**

<b>Producción arrobas - mes</b>		
	Arrobas	Promedio total
Enero	1 978	394,67
Febrero	1 894	394,80
Marzo	2 097	387,70
Abril	1 802	392,17
Mayo	2 020	389,17
Junio	1 917	368,42
<b>TOTAL</b>	<b>11 708</b>	<b>387,90</b>

Fuente: elaboración propia.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN**

Por simple inspección en la línea de producción, se puede observar que hay tiempos muertos muy grandes en varias de las operaciones que se realizan, esto se demostrará en las secciones siguientes.

### **2.1. Maquinaria y equipo**

En total se utilizan cuatro máquinas las cuales se describirán detalladamente a continuación.

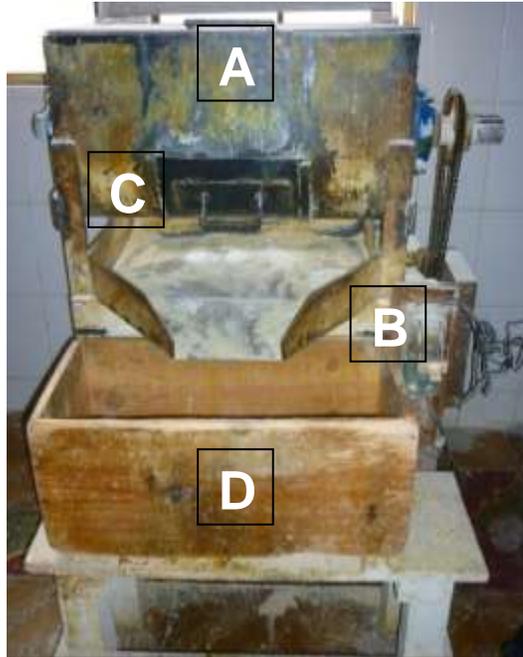
#### **2.1.1. Descripción de la maquinaria**

Para la elaboración del chao mein se inicia utilizando la mezcladora, ésta crea una masa de alta consistencia, para luego transportarla a la laminadora uno, la cual hace una tela denominada pasta (luego de varias pasadas), se transporta a la laminadora dos para que la pasta disminuya de grosor y por último se transporta a la cortadora para que en ella se produzca el fideo.

##### **2.1.1.1. Mezcladora**

La función principal es mezclar 50 libras de harina dura con seis litros de agua potable, para producir la masa que posteriormente se transformará en pasta. La máquina opera a 150 revoluciones por minuto, para cargar la misma se debe de levantar la puerta en A, encenderla en B por medio del interruptor tipo cuchilla. Para descargarla se retira la esclusa en C para que caiga el producto y de esa forma se puede depositar la masa en D (ver página 14).

Figura 5. **Mezcladora**

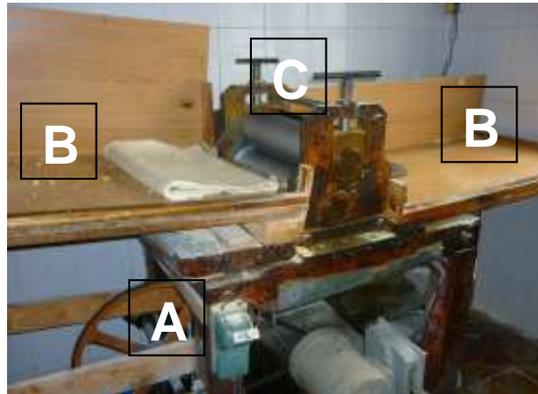


Fuente: catálogo Los Chinitos.

### **2.1.1.2. Laminadora uno**

Aquí se elabora la pasta, introduciendo masa a través de los cilindros de acero inoxidable; se realiza en varias ocasiones para crear una pasta homogénea. La laminadora opera a 110 revoluciones por minuto, se enciende en A por medio del interruptor de cuchilla, el área B es la mesa de trabajo; en esta se coloca la pasta para poder introducirla en C donde se ubican los cilindros de acero inoxidable, los mismos se deben de graduar por medio de dos palancas ubicadas sobre de ellos (ver figura 6).

Figura 6. **Laminadora uno**

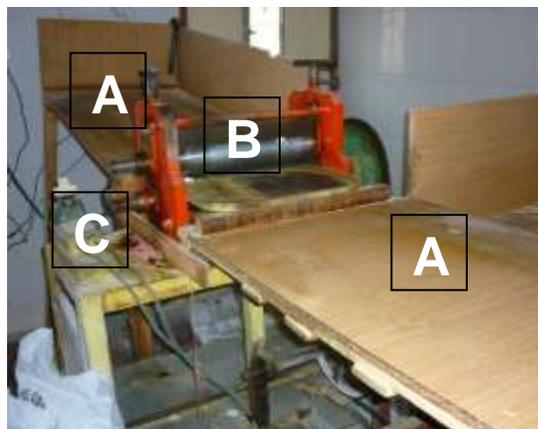


Fuente: catálogo Los Chinitos.

### 2.1.1.3. **Laminadora dos**

La operación que se realiza aquí es disminuir el grosor de la pasta hasta 1 milímetro (luego de dos pasadas). Esta máquina opera a 85 revoluciones por minuto, el área A es la mesa de trabajo, la pasta se introduce a través de los cilindros de acero inoxidable en B, se activa mediante el interruptor de tipo cuchilla en C.

Figura 7. **Laminadora dos**

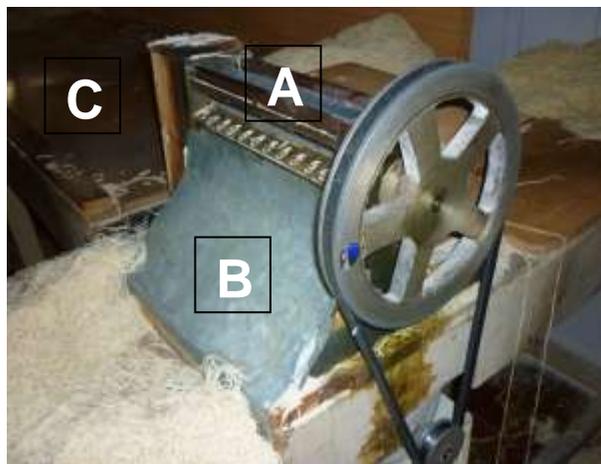


Fuente: catálogo Los Chinitos.

#### 2.1.1.4. Cortadora

Esta máquina es la encargada de cortar la pasta en hilos el cual se denomina fideo del tipo chao mein. La cortadora opera a 440 revoluciones por minuto, tiene dos cilindros de acero inoxidable en A; cada cilindro tiene 100 ranuras perpendiculares a la superficie para que se entrelacen y puedan cortar la pasta. En B ya sale el fideo cortado y en C es la mesa de trabajo donde se coloca para que posteriormente se pueda pesar.

Figura 8. Cortadora

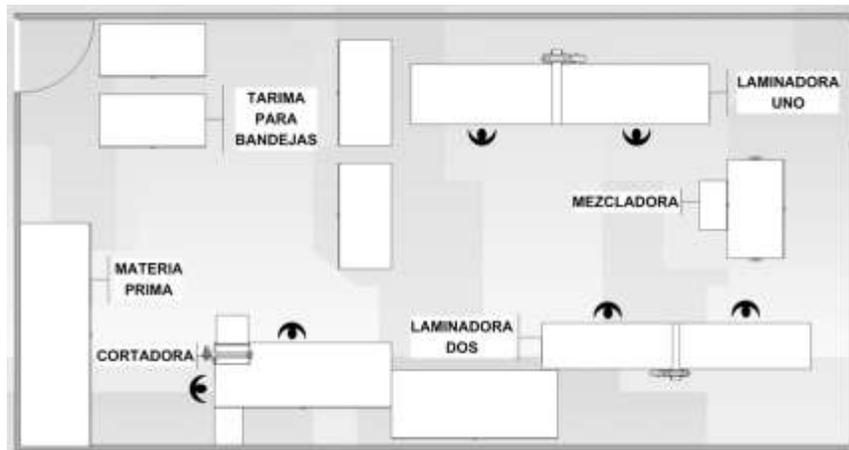


Fuente: catálogo Los Chinitos.

#### 2.1.2. Distribución de la maquinaria

La figura muestra como están distribuidos los diferentes puntos de trabajo en el área de producción (ver figura 9).

Figura 9. Área de producción



Fuente: elaboración propia. Escala 1:75.

### 2.1.3. Descripción del equipo

El equipo utilizado es una pesa análoga con capacidad máxima de dos libras, ésta se utiliza para que el colaborador pueda pesar las cuatro onzas que contiene una maletía, también se utilizan espátulas, sirven para remover la masa que se pega en todo el interior de mezcladora.

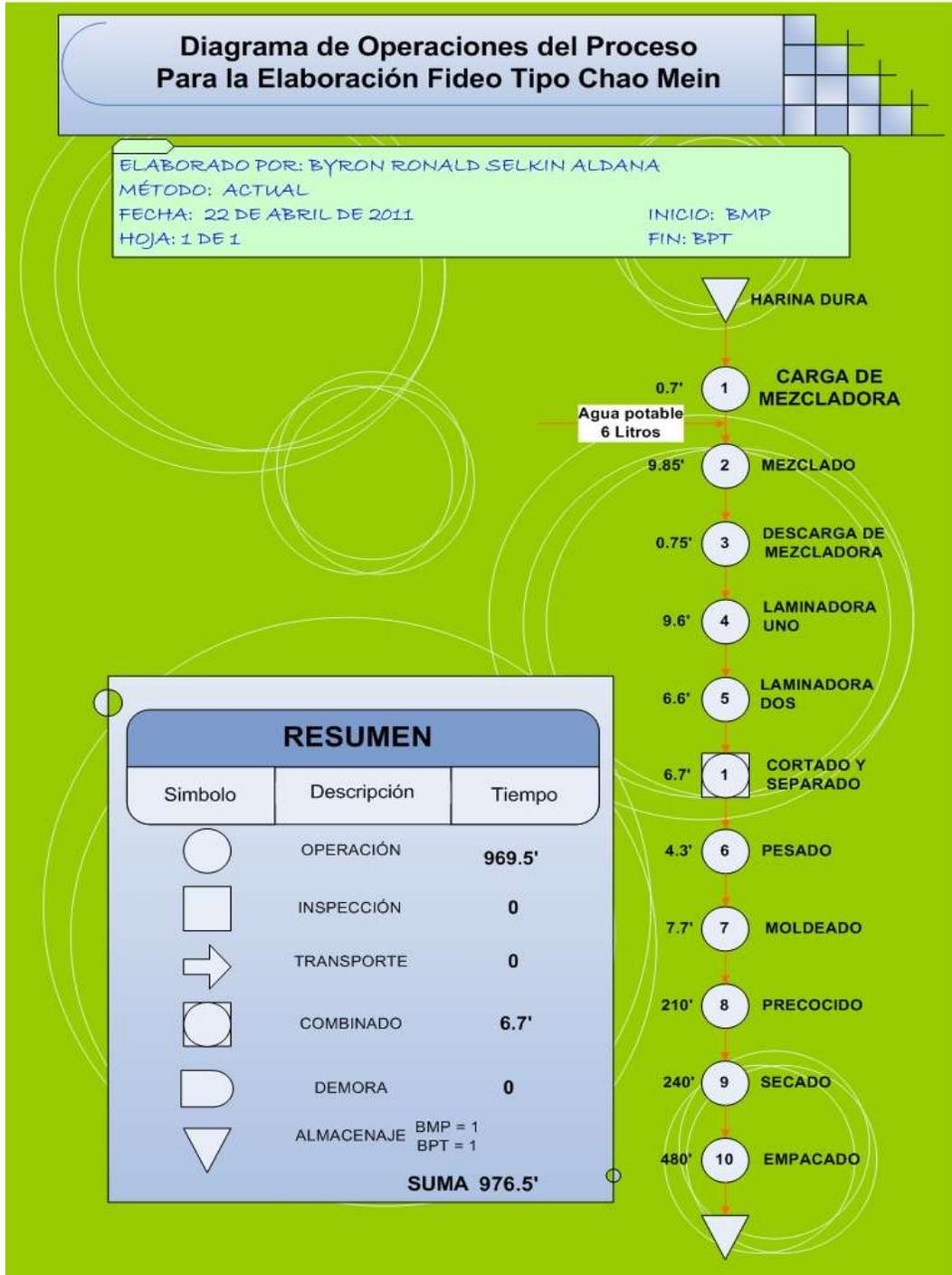
## 2.2. Proceso de producción

La producción de chao mein es de tipo artesanal, por ello se deberá de realizar el estudio de tiempos respectivo.

### 2.2.1. Descripción del proceso de producción

Para una mejor comprensión del proceso de producción se elaboró el diagrama de operaciones de proceso que detalla los pasos y tiempos que se deben de seguir para poder elaborar el chao mein (ver figura 10).

Figura 10. DOP



Fuente: elaboración propia.

## 2.2.2. Estudio de tiempos para la línea actual

Debido a que no se cuenta con un estudio previo en la línea de producción, se medirán los tiempos correspondientes de 20 batch, de todas y cada una de las operaciones que se realizan con las máquinas.

### 2.2.2.1. Mezcladora

Para la mezcladora se requieren tres operaciones, la primera es la carga, la segunda es la marcha de la maquina y la tercera es la descarga.

#### 2.2.2.1.1. Carga

Esta operación es muy rápida, se realiza en un promedio de 42 segundos por cada batch de 50 libras cada uno.

Tabla IX. Carga de mezcladora, batch de 50 libras

No.	SEGUNDOS
1	45,49
2	41,89
3	40,41
4	41,58
5	41,60
6	41,01
7	42,66
8	49,32
9	40,50
10	46,86
11	39,91
12	38,29
13	45,18
14	39,60
15	42,25
16	37,84
17	44,64
18	41,49
19	37,03
20	41,58
<b>PROMEDIO</b>	<b>42,00</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.1.2. Operación

El tiempo promedio en que se realiza la operación de mezclado son 9,9 minutos, esto varia en función del tiempo que se emplea en la operación de la laminadora uno y dos, si existe algún atraso en cualquiera de las dos anteriores se extenderá el tiempo en ésta.

Tabla X. **Operación de mezcladora, batch de 50 libras**

No.	MINUTOS
1	10,43
2	10,15
3	9,73
4	9,50
5	9,58
6	11,15
7	9,71
8	9,98
9	9,68
10	10,18
11	9,48
12	9,26
13	9,56
14	9,33
15	9,68
16	9,95
17	10,66
18	10,10
19	9,75
20	9,96
<b>PROMEDIO</b>	<b>9,90</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.1.3. Descarga

Esta operación es muy rápida, se realiza en un promedio de 37 segundos y no tiene mayores contratiempos.

Tabla XI. Descarga de mezcladora, batch de 50 libras

No.	SEGUNDOS
1	44,72
2	40,05
3	34,74
4	37,48
5	45,13
6	39,42
7	35,50
8	42,30
9	32,17
10	37,17
11	31,86
12	36,22
13	36,81
14	34,42
15	34,11
16	34,24
17	34,47
18	34,60
19	36,40
20	39,55
<b>PROMEDIO</b>	<b>37,00</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.2. Laminadora uno

En la laminadora uno, se registraron los tiempos de 20 batch de 50 Lb. cada uno, los datos varían en función del tamaño del batch porque en ocasiones la pasta puede ser pequeña y se puede cronometrar un tiempo de nueve minutos y tres segundos, también puede ser bastante grande y tener un tiempo de diez minutos con treinta y cinco segundos; pero la operación se realiza en 9 minutos con 38 segundos por batch.

Tabla XII. **Tiempos de laminadora uno, batch de 50 libras**

No.	MINUTOS
1	9,35
2	9,55
3	9,83
4	9,61
5	9,83
6	9,05
7	9,76
8	9,78
9	9,53
10	9,66
11	9,76
12	9,68
13	10,13
14	10,58
15	9,60
16	9,23
17	8,81
18	9,05
19	9,86
20	10,05
<b>PROMEDIO</b>	<b>9,64</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.3. Laminadora dos

Como se mencionó en la laminadora uno, en la laminadora dos también influye el tamaño de la pasta, porque al ser mas grande llevará más tiempo y claro está que al ser de tamaño menor su tiempo se reducirá, para esta máquina se determinó un tiempo de operación promedio de seis minutos y 35 segundos en una muestra de veinte batch de producción.

Tabla XIII. **Tiempos de laminadora dos, batch de 50 libras**

No.	MINUTOS
1	6,93
2	6,85
3	6,48
4	6,35
5	6,05
6	6,25
7	6,43
8	6,76
9	6,78
10	7,21
11	6,26
12	6,40
13	6,55
14	6,38
15	6,36
16	6,50
17	6,75
18	7,00
19	7,01
20	6,48
<b>PROMEDIO</b>	<b>6,59</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.2.4. Cortadora

Para realizar la medición de tiempos en la cortadora, se requiere cronometrar cada sección que se corta, se sumaron todos y cada uno de los tiempos; se realizó el promedio respectivo y como resultado se obtuvo que la máquina opera durante 2,59 minutos equivalente a 155,28 segundos.

Tabla XIV. **Tiempos de cortadora, batch de 50 libras**

No.	SECCIONES CORTADAS - SEGUNDOS							TOTAL
1	25,83	27,36	27,27	26,23	25,60	14,04	59,10	205,43
2	20,92	21,10	21,51	20,16	19,35	23,89	29,20	156,13
3	19,89	20,11	21,15	20,11	18,49	18,13	18,22	136,10
4	14,86	14,69	14,85	14,67	14,08	13,63	14,58	101,36
5	11,74	13,95	13,36	13,59	14,04	13,86	17,19	97,73
6	21,51	21,07	19,54	17,77	16,65	17,54	27,45	140,53
7	16,06	21,10	20,02	18,40	18,67	18,22	17,41	129,88
8	43,47	42,50	41,30	24,30	14,85	17,05	15,52	198,99
9	30,11	24,43	25,47	24,08	24,39	30,55	16,51	175,54
10	17,82	19,93	19,39	18,99	19,35	19,80	20,07	135,35
11	12,91	16,47	16,33	21,73	20,29	19,62	18,94	126,29
12	19,88	19,75	18,63	19,35	19,57	19,12	19,89	136,19
13	25,70	26,95	25,51	23,08	22,81	10,71	15,39	150,15
14	19,57	22,32	22,32	21,19	22,54	22,63	17,18	147,75
15	35,14	34,42	29,92	24,88	25,30	20,52	22,30	191,48
16	35,05	34,15	29,74	18,75	19,66	18,25	25,22	180,82
17	14,22	17,32	20,02	22,54	25,24	24,03	25,33	148,70
18	34,42	32,13	28,93	26,41	20,88	14,76	10,80	168,33
19	27,13	27,00	24,57	23,31	22,14	20,20	21,21	165,56
20	31,63	30,82	27,63	26,14	34,33	30,24	35,45	213,24
	<b>PROMEDIO</b>							<b>155,28</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.5. Pesado

El pesado se realiza de forma manual, en los resultados obtenidos influye el tamaño de la pasta cortada y las habilidades del pesador; pero aún de esta forma se promedió un tiempo de cuatro minutos y 16 segundos.

Tabla XV. **Tiempos de pesado, batch de 50 libras**

No.	MINUTOS
1	5,00
2	4,36
3	4,06
4	4,36
5	4,41
6	3,95
7	4,46
8	4,56
9	4,26
10	4,18
11	3,80
12	3,96
13	3,95
14	4,23
15	3,48
16	4,25
17	4,21
18	4,36
19	4,35
20	4,33
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,28</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.6. Moldeado

El tiempo de moldeado tiene mucha variación, pero como se ha mencionado esto va en función del tamaño de la pasta y de las secciones que se logren realizar en el cortado, esto definirá la cantidad de maletías que se deban de moldear. En promedio la operación se realiza en 7,72 minutos, pero en ocasiones el moldeo no se termina y se debe de esperar a la siguiente pasta para poder moldearlo todo.

Tabla XVI. **Tiempos de moldeado, batch de 50 libras**

<b>No.</b>	<b>MINUTOS</b>
1	7,53
2	7,38
3	7,20
4	6,78
5	8,76
6	7,50
7	7,55
8	6,81
9	7,26
10	8,61
11	7,30
12	7,35
13	8,55
14	8,83
15	8,30
16	6,85
17	6,56
18	7,93
19	9,33
20	8,13
<b>PROMEDIO</b>	<b>7,72</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3. Definición de la eficiencia

La eficiencia se puede definir como, obtener un resultado minimizando la utilización de recursos, debido a esto se realizaron los estudios de tiempos para determinar, con exactitud la eficiencia a la que cada una de las máquinas están produciendo.

Los cálculos de la eficiencia real y teoría se procederán a calcular a continuación, con los resultados obtenidos se pretende mostrar las diferencias porcentuales a las que trabajan las máquinas actualmente y lo que podrían realizar aumentando el tiempo de utilización efectiva para cada una.

#### 2.2.3.1. Teórica

$$\text{Laminadora uno} = \frac{60 \text{ minutos}}{(10 \text{ minutos} * \text{pasta})} = 6 \text{ batch/h}$$

$$\text{Laminadora dos} = \frac{60 \text{ minutos}}{(7 \text{ minutos} * \text{pasta})} = 8 \text{ batch/h}$$

$$\text{Mezcladora} = \frac{60 \text{ minutos}}{(10 \text{ minutos} * \text{pasta})} = 6 \text{ batch/h}$$

$$\text{Cortadora} = \frac{60 \text{ minutos}}{(2,5 \text{ minutos} * \text{pasta})} = 24 \text{ batch/h}$$

$$\text{Pesado} = \frac{60 \text{ minutos}}{(4,5 \text{ minutos} * \text{pasta})} = 12 \text{ batch/h}$$

$$\text{Moldeado} = \frac{60 \text{ minutos}}{(7,75 \text{ minutos} * \text{pasta})} = 8 \text{ batch/h}$$

### 2.2.3.2. Real

$$\text{Laminadora uno} = \frac{60 \text{ minutos}}{(10 \text{ minutos} * \text{pasta} + 5 \text{ minutos})} = 4 \text{ batch/h}$$

$$\text{Laminadora dos} = \frac{60 \text{ minutos}}{(10 \text{ minutos} * \text{pasta} + 5 \text{ minutos})} = 4 \text{ batch/h}$$

$$\text{Mezcladora} = \frac{60 \text{ minutos}}{(10 \text{ minutos} * \text{pasta} + 7 \text{ minutos})} = 4 \text{ batch/h}$$

$$\text{Cortadora} = \frac{60 \text{ minutos}}{(2,5 \text{ minutos} * \text{pasta} + 7,75 \text{ minutos})} = 6 \text{ batch/h}$$

$$\text{Pesado} = \frac{60 \text{ minutos}}{(4,5 \text{ minutos} * \text{pasta} + 9 \text{ minutos})} = 5 \text{ batch/h}$$

$$\text{Moldeado} = \frac{60 \text{ minutos}}{(7,75 \text{ minutos} * \text{pasta} + 9 \text{ minutos})} = 3 \text{ batch/h}$$

Laminadora uno

$$\text{Eficiencia} = \frac{4 \text{ batch/h}}{6 \text{ batch/h}} * 100 = 66,67\%$$

Laminadora dos

$$\text{Eficiencia} = \frac{4 \text{ batch/h}}{8 \text{ batch/h}} * 100 = 50 \%$$

Mezcladora

$$\text{Eficiencia} = \frac{4 \text{ batch/h}}{6 \text{ batch/h}} * 100 = 66,67 \%$$

Cortadora

$$\text{Eficiencia} = \frac{6 \text{ batch/h}}{24 \text{ batch/h}} * 100 = 25 \%$$

Pesado

$$\text{Eficiencia} = \frac{5 \text{ batch/h}}{12 \text{ batch/h}} * 100 = 41,67 \%$$

Moldeado

$$\text{Eficiencia} = \frac{3 \text{ batch/h}}{8 \text{ batch/h}} * 100 = 37,5 \%$$

Tabla XVII. **Resumen de eficiencias**

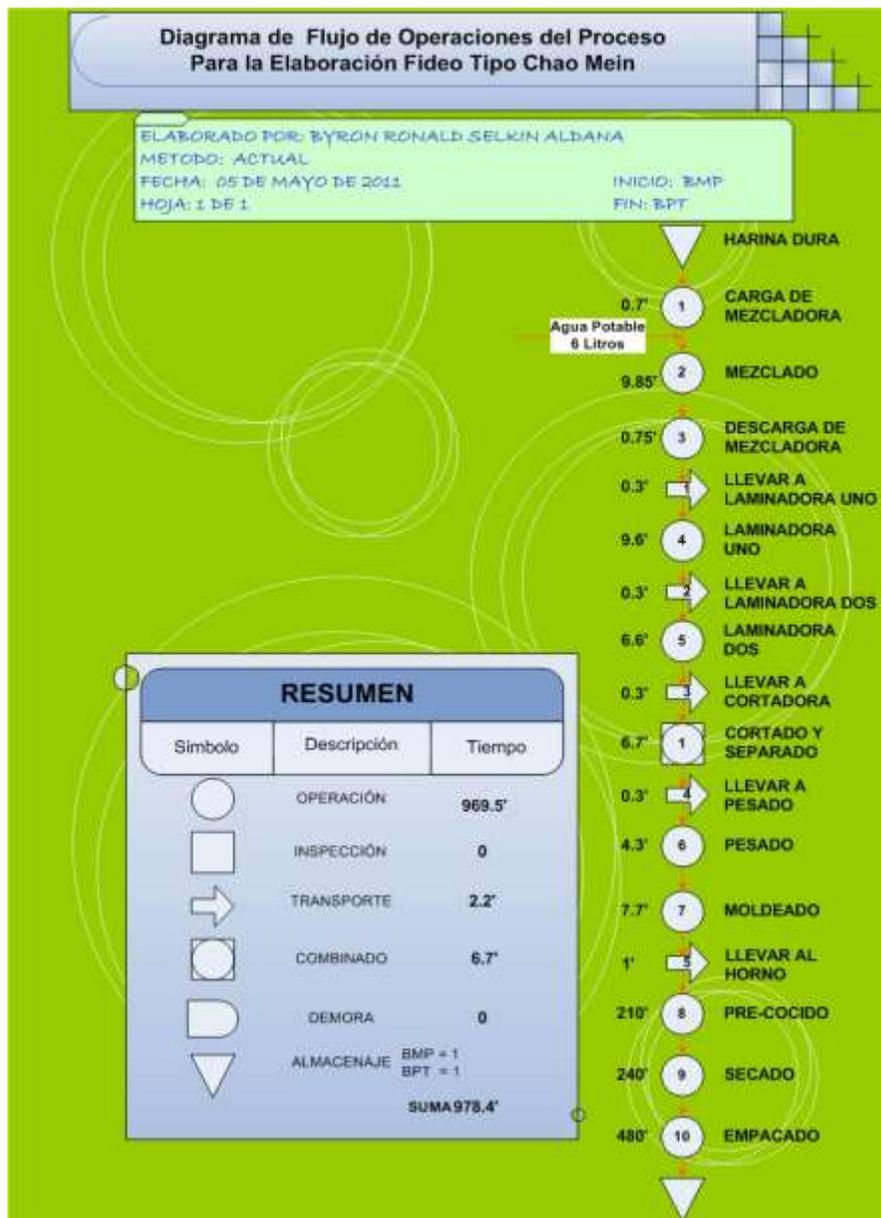
Operación	Eficiencia teórica	Eficiencia real	Diferencia porcentual
<i>Laminadora uno</i>	6 batch / h	4 batch / h	<b>66,67%</b>
<i>Laminadora dos</i>	8 batch / h	4 batch / h	<b>50,00%</b>
<i>Mezcladora</i>	6 batch / h	4 batch / h	<b>66,67%</b>
<i>Cortadora</i>	24 batch / h	6 batch / h	<b>25,00%</b>
<i>Pesado</i>	12 batch / h	5 batch / h	<b>41,67%</b>
<i>Moldeado</i>	8 batch / h	3 batch / h	<b>37,50%</b>

Fuente: elaboración propia.

## 2.2.4. Diagrama de flujo de operaciones

A continuación se presenta el DFOP, para conocer el proceso a fondo.

Figura 11. DFOP para la elaboración de fideo

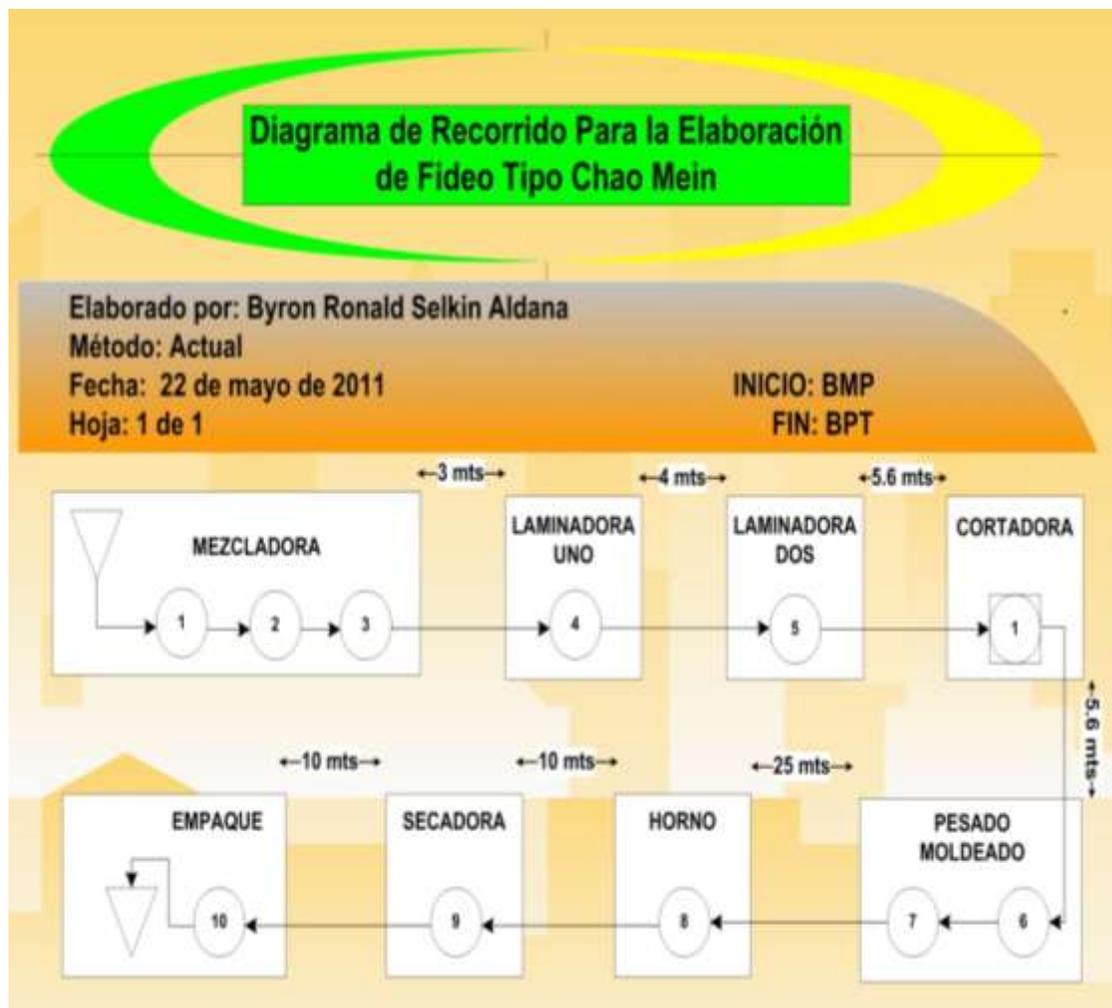


Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5. Diagrama de recorrido

En el siguiente diagrama se puede observar el recorrido que realiza la elaboración del chao mein dentro del área de producción, el precocido, secado, empaclado y puesto en bodega de producto terminado.

Figura 12. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

## 2.2.6. Diagramas bimanuales

Para poder realizar el diagrama siguiente se realizó una exhaustiva investigación por observación utilizando como apoyo una cámara de video para determinar con exactitud los tiempos cronometrados.

Figura 13. Diagrama bimanual para moldeo



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.7. Diagrama hombre máquina

En este diagrama está involucrado el ayudante del maquinista, que carga y descarga la mezcladora, también opera la laminadora uno.

Figura 14. DHM de mezcladora



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.8. Análisis del cuello de botella**

Al estudiar el proceso de producción se puede afirmar que numéricamente la cortadora es el cuello de botella, pero se verá que sucede con ella, esta máquina trabaja a 440 revoluciones por minuto esto quiere decir que es la máquina con mas revoluciones por minuto en el proceso, entonces indica que si se tuviera en cola esperando varias pastas para ser cortadas, no se retrasaría porque en una hora podría cortar en promedio 24 pastas, eso quiere decir que la máquina tiene mucho tiempo muerto y se debe de modificar el proceso para que se aproveche al máximo.

Ahora bien por otro lado se tiene el moldeado, éste es el último paso antes de llegar al horno para su cocimiento. Al observar y verificar que es lo que sucede con este proceso, se toma en cuenta que hay dos moldeadores y cuando se termina de pesar, este mismo se incorpora para moldear, ahora bien se tiene una eficiencia del 37,5% en esta operación, sin embargo todas las operaciones anteriores deben de terminar para poder llegar al moldeado, en el moldeado varía el tiempo en que se realiza el proceso por el tamaño de la pasta, si la pasta es muy grande no se termina de moldear toda, ya que la siguiente pasta ya está lista para su corte y se utiliza el mismo espacio para este proceso.

Esto quiere decir que no se puede seguir moldeando y se debe dejar una cantidad considerable de fideo sin moldear, esto genera más trabajo para el moldeo de la siguiente pasta, de esa forma se incrementa el tiempo del ciclo y no se termina de moldear; entonces siempre se acumula fideo, de esta manera se crea el cuello de botella, para que esto no suceda se debe de disminuir el ritmo de producción, de esa manera se podrán evitar perdidas de tiempo e incremento en los tiempos muertos de las máquinas.

Una mejor forma para que el moldeo no se vuelva cuello de botella es que cada pasta que se produzca tenga el mismo tamaño y así se pueda incrementar la eficiencia en cada proceso para que se trabaje de mejor manera y no se retrase la producción.

### **2.3. Hornos a gas**

Existen dos hornos en utilización, el horno uno tiene una capacidad de siete quintales y medio, el horno dos de seis quintales, cada uno tiene diferentes tiempos cocción esto debido al tamaño y la capacidad de bandejas que tienen cada uno, a continuación se describirán detalladamente.

#### **2.3.1. Horno uno**

En su interior en C contiene un perol de acero, el cual se le agregan 1,250 litros de agua, abajo del mismo se encuentra el quemador, al encenderlo se espera el tiempo estimado para que hierva el agua y el fideo se cocine con el vapor del mismo. La capacidad del horno son siete quintales y medio, en B se colocan en su interior las bandejas en tres filas, en las dos filas del fondo se colocan 60 bandejas en cada una y en la del frente se colocan 55 bandejas, se cierra en A cuando esta lleno y listo para encenderlo.

Al tener listo el horno se procede a encender el quemador, introduciendo un chispero en A y luego girando la perilla en B, este trabaja durante cinco horas, después de apagarlo se deja reposar por 15 minutos, para luego abrir la puerta (ver figura 16).

Figura 15. **Horno uno**



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Encendido horno uno**



Fuente: elaboración propia.

### 2.3.2. Horno dos

En su interior en B contiene un perol de acero, el cual se le agregan 1,050 litros de agua abajo del mismo se encuentra el quemador, al encenderlo se espera el tiempo estimado para que hierva el agua y el fideo se cocine con el vapor del mismo. La capacidad del horno son seis quintales, en A se colocan en su interior las bandejas en tres filas, en las dos filas del fondo se colocan 45 bandejas en cada una y en la del frente se colocan 40 bandejas, se cierra la puerta C cuando está lleno y listo para encenderlo. El horno dos difiere del horno uno en su capacidad ya que el tamaño de este último es mayor, pero debido a eso tiene mayor tiempo de operación y consumo de gas.

Figura 17. Horno dos



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Encendido horno dos**



Fuente: elaboración propia.

### **2.3.3. Cilindros**

Para abastecer de gas propano a los quemadores de los dos hornos se tienen instalados dos cilindros uno de 250 galones de capacidad y otro de 500 respectivamente; cualquiera de los dos puede abastecer al horno uno y dos, esto se debe a la conexión de tuberías y llaves de paso que contiene, se requirió de esta manera debido a nivel de galones que cada cilindro posea en determinado momento. De esa manera alimentar a los dos hornos de manera simultánea o independiente (ver figura 19).

Figura 19. **Cilindros de 250 y 500 galones**



Fuente: elaboración propia.



### **3. PROPUESTA**

Se pretende que la producción de la nueva línea sea eficiente, esto se logrará al realizar una comparación de las opciones; para determinar la que tenga el menor costo asociado, de esta manera se procederá a realizar la instalación.

#### **3.1. Finalidad de la propuesta de la instalación de la nueva línea**

El objetivo principal es realizar una instalación eficiente de la maquinaria para reducir el tiempo de operación, eliminando las actividades de transportes innecesarios del producto en proceso y minimizando el esfuerzo realizado por los colaboradores en la producción.

Se eliminan los costos de los traslados, tanto de la materia prima, como del producto en proceso, en un día normal de producción las pasta se traslada en promedio 250 veces.

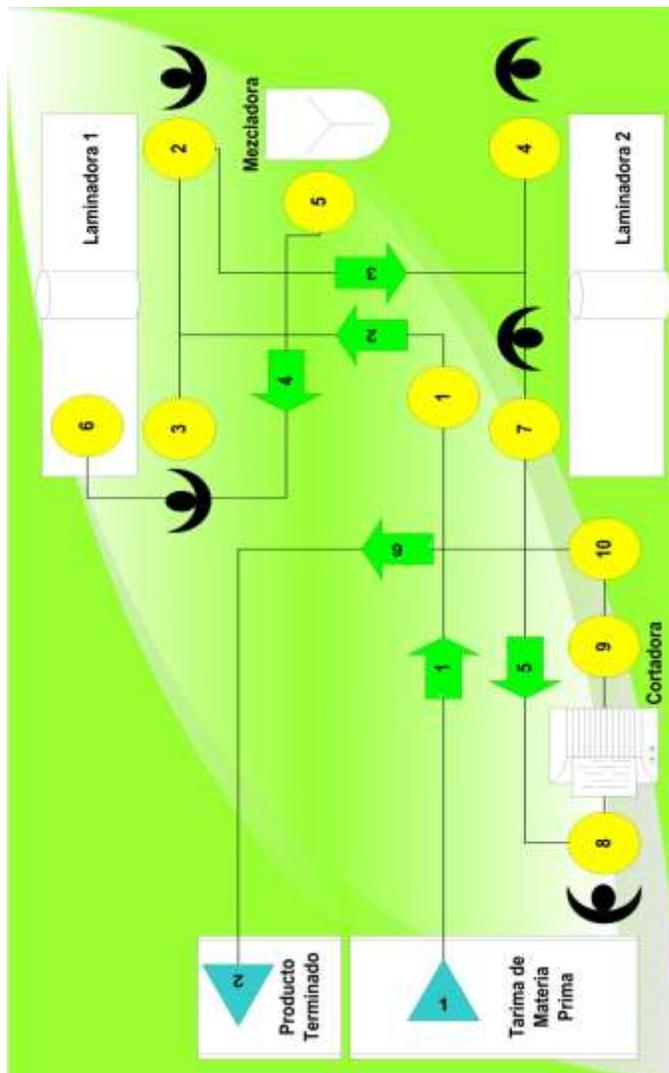
La calidad del producto se mejorará, debido a que habrá disminución del esfuerzo por parte de los colaboradores por lo tanto se concentrarán en su labor diaria.

Al eliminar las actividades de transporte: se eliminan los problemas dorso lumbares, el manipuleo de la materia prima al lugar de la operación, el manejo de las bandejas porque se pueden lastimar unos a otros al realizar los movimientos que se requieran, disminución del cansancio y desesperación por parte de los colaboradores.

### 3.2. Diagrama de recorrido

El recorrido que realiza el producto en proceso se muestra en el diagrama, éste es para un batch. En un día regular de producción se realizan 40 batch por los seis transportes, da como resultado 240 trasportes/día.

Figura 20. Recorrido actual



Fuente: elaboración propia.









### 3.2.2. Tiempo productivo de la máquina

En la tabla XVIII se pueden verificar los tiempos tabulados de los tres diagramas anteriores, debido a las características del ciclo de producción muy típico del chao mein, solamente de esta forma se pueden observar las diferencias en los tiempos de las diferentes máquinas utilizadas.

Al realizar el estudio de tiempos se revelan los tiempos muertos de las máquinas, también los tiempos de ocio que a simple inspección no se percatan y da la sensación de que todos cumplen sus tareas.

Tabla XVIII. **Tiempo productivo de las máquinas métodos propuestos**

<i>Método</i> / <i>Máquina</i>	Tiempo productivo de la Máquina	Tiempo total del ciclo
Actual - laminadora 1	19 m 30 s	25 m 40 s
Actual - laminadora 2	11 m 35 s	25 m 40 s
Actual - mezcladora	19 m 50 s	25 m 40 s
Actual - cortadora	5m	25 m 40 s
Propuesto 1 - laminadora 1	19 m 30 s	24 m 30 s
Propuesto 1 - laminadora 2	11 m 35 s	24 m 30 s
Propuesto 1 - mezcladora	19 m 30 s	24 m 30 s
Propuesto 1 - cortadora	6 m 20 s	24 m 30 s
Propuesto 2 - laminadora 1	19 m 30 s	23 m 10 s
Propuesto 2 - laminadora 2	13 m 10 s	23 m 10 s
Propuesto 2 - mezcladora	19 m 30 s	23 m 10 s
Propuesto 2 - cortadora	13 m 10 s	23 m 10 s

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.3. Tiempo productivo del operario

Los datos de la tabla XIX se obtuvieron de los diagramas hombre máquina anteriores, se pueden observar las variaciones de los tiempos productivos de cada colaborador.

Los tiempos obtenidos en la propuesta dos, denota que los colaboradores estarán operando en su mayoría de tiempo, esto generará un aumento de la producción y la disminución de costos al emplear menos tiempo en cada ciclo.

Tabla XIX. **Tiempo productivo de los colaboradores métodos propuestos**

<i>Método</i> / <i>Colaborador</i>	Tiempo productivo del operario	Tiempo total del ciclo
Actual - maquinista	25 m 20 s	25 m 40 s
Actual - ayudante	23 m 10 s	25 m 40 s
Actual - maquinista jr.	21 m 10 s	25 m 40 s
Actual - pesador	22 m 30 s	25 m 40 s
Actual - moldeador	20 m 30 s	25 m 40 s
Propuesto 1 - maquinista	24 m 30 s	24 m 30 s
Propuesto 1 - ayudante	23 m 10 s	24 m 30 s
Propuesto 1 - maquinista jr.	21 m 10 s	24 m 30 s
Propuesto 1 - pesador	22 m 0 s	24 m 30 s
Propuesto 1 - moldeador	21 m 50 s	24 m 30 s
Propuesto 2 - maquinista	19 m 30 s	23 m 10 s
Propuesto 2 - ayudante	23 m 10 s	23 m 10 s
Propuesto 2 - maquinista jr.	22 m 30 s	23 m 10 s
Propuesto 2 - pesador	23 m 10 s	23 m 10 s
Propuesto 2 - moldeador	23 m 10 s	23 m 10 s

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.4. Porcentaje productivo del operario

En la tabla XX se muestran los porcentajes para cada colaborador y para cada método empleado, se puede resaltar que los porcentajes del ayudante, pesador, moldeador se han aprovechado al máximo, sin embargo el maquinista disminuye su porcentaje, esto es debido a la espera de la descarga y carga de la mezcladora. Debido a que se pretende reducir los costos en general, es más rentable que el maquinista tenga un tiempo de ocio para que así las máquinas reduzcan los tiempos muertos asociados a ellas.

Tabla XX. **Porcentajes de los colaboradores métodos propuestos**

Método - colaborador	Operación	Porcentaje
Actual - maquinista	25,10 ÷ 25,2	99,60%
Actual - ayudante	23,05 ÷ 25,2	91,47%
Actual - maquinista jr.	21,05 ÷ 25,2	83,53%
Actual - pesador	22,15 ÷ 25,2	87,90%
Actual - moldeador	20,15 ÷ 25,2	79,96%
Propuesto 1 - maquinista	24,15 ÷ 24,15	100,00%
Propuesto 1 - ayudante	23,05 ÷ 24,15	95,45%
Propuesto 1 - maquinista jr.	21,05 ÷ 24,15	87,16%
Propuesto 1 - pesador	22,00 ÷ 24,15	91,10%
Propuesto 1 - moldeador	21,25 ÷ 24,15	87,99%
Propuesto 2 - maquinista	19,15 ÷ 23,05	83,08%
Propuesto 2 - ayudante	23,05 ÷ 23,05	100,00%
Propuesto 2 - maquinista jr.	22,15 ÷ 23,05	96,10%
Propuesto 2 - pesador	23,05 ÷ 23,05	100,00%
Propuesto 2 - moldeador	23,05 ÷ 23,05	100,00%

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.5. Porcentaje de utilización de la máquina

Al analizar la tabla XXI, se revelan que hay valores muy bajos en la utilización de las máquinas, principalmente en la cortadora y la laminadora dos, esto da un indicador de los tiempos muertos que tiene cada máquina, por ejemplo: actualmente la cortadora tiene un tiempo muerto del 80% en cada ciclo y la laminadora dos 55% en el mismo.

Para incrementar los porcentajes de utilización se debe de realizar una reubicación de la maquinaria, para disminuir los costos de producción, el tiempo de producción diario y dar la pauta para que la capacidad productora de la línea aumente.

Tabla XXI. **Porcentajes de las máquinas métodos propuestos**

Método - Máquina	Operación	Porcentaje
Actual - laminadora 1	$19,15 \div 25,2$	75,99%
Actual - laminadora 2	$11,20 \div 25,2$	44,44%
Actual - mezcladora	$19,25 \div 25,2$	76,39%
Actual - cortadora	$5 \div 25,2$	19,84%
<hr/>		
Propuesto 1 - laminadora 1	$19,15 \div 24,15$	79,30%
Propuesto 1 - laminadora 2	$11,15 \div 24,15$	46,17%
Propuesto 1 - mezcladora	$19,15 \div 24,15$	79,30%
Propuesto 1 - cortadora	$5,10 \div 24,15$	21,12%
<hr/>		
Propuesto 2 - laminadora1	$19,15 \div 23,05$	83,03%
Propuesto 2 - laminadora 2	$13,10 \div 23,05$	56,83%
Propuesto 2 - mezcladora	$19,15 \div 23,05$	83,08%
Propuesto 2 - cortadora	$13,10 \div 23,05$	56,83%

Fuente: elaboración propia.

### **3.3. Ejecución del estudio para la instalación de la maquinaria**

Para realizar una instalación eficiente de la maquinaria se realizará el estudio ingenieril correspondiente, de esta manera se maximizara la utilización del tiempo y de la maquinaria.

En el estudio de tiempos realizado y en la elaboración de diagramas se pudo constatar que la cortadora tiene un 20% de eficiencia en la producción y la laminadora dos tiene alrededor del 45%, esto quiere decir que se opera con tiempos muertos muy grandes en relación con el tiempo total del ciclo ya que el objetivo principal de este estudio es aumentar la producción en la jornada actual de trabajo sin disminuir la calidad del producto.

Los traslados que muestran los diagramas revelan el tiempo que se pierde en cada ciclo, esto quiere decir que en la jornada de trabajo se pierde una considerable cantidad de tiempo, asignándole una cantidad monetaria a ese tiempo; se tendrá como resultado el costo de oportunidad, aquí precisamente se pretende aumentar la eficiencia para que el costo asociado disminuya.

El método a utilizar es la producción por proceso, para ello las máquinas deben de ubicarse de tal forma que se cumpla con este requerimiento, el cual tiene como enfoque instalar las máquinas con procesos productivos similares para aumentar su eficiencia y su funcionamiento; de manera que en conjunto la línea de producción tenga una capacidad productora aun mayor de la que actualmente tiene.



### 3.3.2. Realización de la matriz de origen a destino

En la tabla XXII se muestran los viajes que deben de realizar los colaboradores en un día de trabajo, la capacidad productora es de 20 quintales diarios, equivalentes a 40 pastas o 40 sacos de 50 libras cada uno de harina dura.

Tabla XXII. **Traslados de MP y pasta actual**

De → Hacia	Alistar Bolsa	Laminadora 2	Cortadora	Laminadora 1	Moldeo	Tarima PT
<i>Tarima MP</i>	80					
<i>Laminadora 1</i>		40				
<i>Laminadora 2</i>			200			
<i>Mezcladora</i>				80		
<i>Tarima de Bandejas</i>					120	
<i>Moldeo</i>						440

Fuente: elaboración propia.

Ahora que se tienen las cantidades de traslados que se realizan en un día, se procederán a realizar los cálculos para obtener el costo de manejo de materiales, para esto le asignaremos un costo de veinticinco centavos de Quetzal (Q 0,25) para cada transporte que se realice.

A continuación se muestran algunos ejemplos de los cálculos realizados para obtener los resultados de la tabla XXIII.

El costo diario de manejo de MP dentro del área de producción es: Q20,00 el cual se obtiene de la multiplicación de Q 0,25 por 80 veces que se va a la tarima de materia prima y se regresa con una bolsa de 50 libras, esto es:  $Q 0,25 * 80 = Q 20,00$ .

El costo de manejo de materiales de la laminadora dos hacia la cortadora es: Q 0,25 de ir a la cortadora y regresar a la laminadora dos, en el cual se realizan en promedio cinco viajes por cada pasta y 40 pastas por día; equivalen a 200 traslados, esto es:  $Q 0,25 * 200 = Q 50,00$ .

El costo de manejo de materiales de moldeo a tarima de PT es: Q 0,25 de llevar la bandeja hacia la tarima, por 440 traslados que se realizan en el día, esto es:  $Q 0,25 * 440 = Q 110,00$ .

Tabla XXIII. **Costo de manejo de materiales de la distribución actual**

De → Hacia	Alistar Bolsa	Laminadora 2	Cortadora	Laminadora 1	Moldeo	Tarima PT
Tarima MP	Q 20,00					
Laminadora 1		Q 10,00				
Laminadora 2			Q 50,00			
Mezcladora				Q 20,00		
Tarima de Bandejas					Q 30,00	
Moldeo						Q 110,00

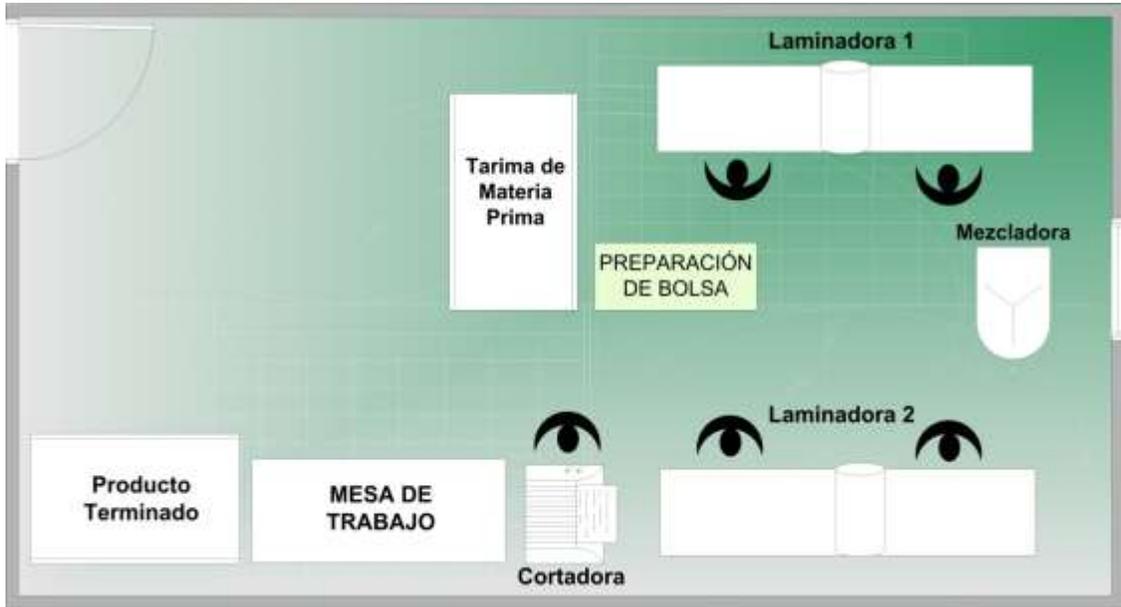
Fuente: elaboración propia.

El costo diario de manejo de materiales se obtiene sumando los costos estimados de cada traslado de la tabla XXIII de la manera siguiente:  $20+10+50+20+30+110 = Q 240$ .

### 3.3.3. Generación de distribuciones alternas

Las distribuciones para la instalación tienen como objetivo minimizar o eliminar los traslados en su mayoría, para ello se crearon los diagramas de recorrido propuesto uno y dos, (ver figura 24 y 25) aquí se presentarán los planos de cómo quedarán instaladas las máquinas.

Figura 26. **Instalación propuesto 1**



Fuente: elaboración propia.

La figura 26 muestra la instalación propuesta número uno, los traslados se redujeron, porque ahora se realizaran cuatro traslados y no seis como está actualmente, el siguiente paso es calcular el costo de manejo de materiales y la matriz resultante.

Tabla XXIV. **Costo de manejo de materiales para la propuesta 1**

De → Hacia	Laminadora 1	Laminadora 2	Moldeo
<i>Alistar Bolsa</i>	Q 20,00		
<i>Laminadora 1</i>		Q 20,00	
<i>Mezcladora</i>	Q 20,00		
<i>Laminadora 2</i>			Q 20,00

Fuente: elaboración propia.

El costo de manejo de materiales se calcula sumando los costos parciales de la tabla XXIV así:  $20 + 20 + 20 + 20 = Q 80,00$ .

Se obtiene una reducción significativa del sesenta y seis por ciento de los costos de manejo de materiales comparados con la distribución actual de la maquinaria, se puede inspeccionar que los traslados son mas cortos y de menor cantidad, porque hay maquinaria que está muy próxima una con la otra, entonces el resultado es una mejor producción en menor tiempo y menor costo.

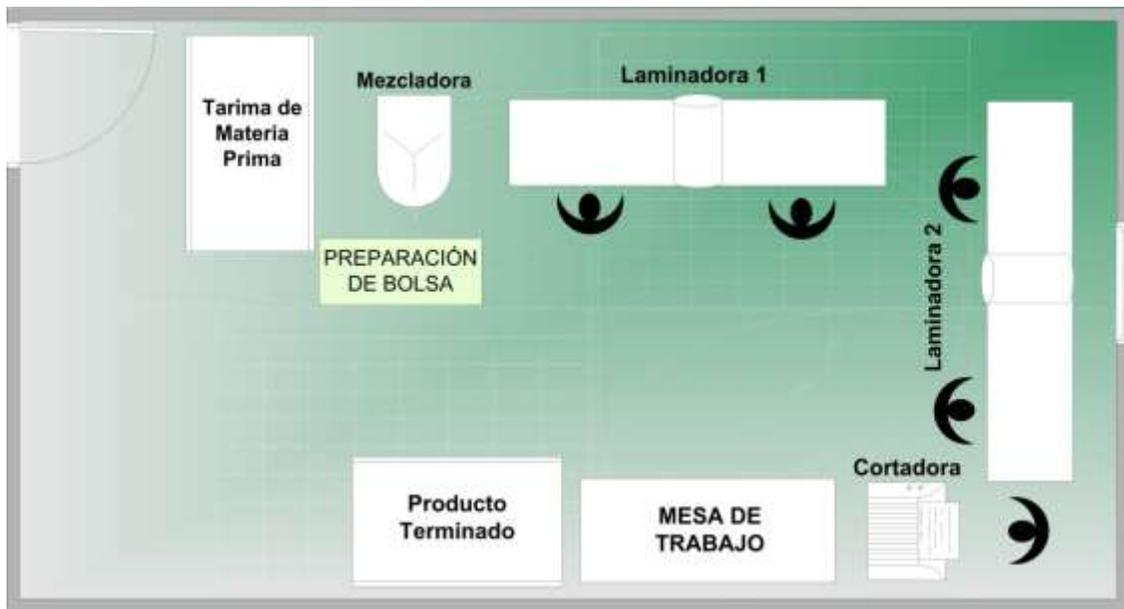
Un claro ejemplo es el traslado que se realiza de la laminadora dos hacia la cortadora, en esta propuesta el traslado se eliminó al tener la cortadora en la posición indicada. Actualmente los traslados al día son alrededor de 200, realizando una medición de rutina podemos ver que son seis metros los que se recorren, para un total de 1 200 metros al día, esto indica que el colaborador camina 1,2 km. por día al realizar esta operación.

Al realizar una estimación para el 2011 los días de trabajo son alrededor de 300 multiplicándolo por 1,2 km., da como resultado 360 kilómetros al año, esto nos revela que es una cantidad muy considerable a eliminar.

Si la maquinaria se instala como en esta propuesta se puede obtener lo siguiente: en primer lugar un ahorro en el tiempo, en segundo un ahorro en el costo de manejo de materiales y por ultimo menor cansancio y mayor optimismo al trabajar por parte del colaborador.

Ahora se examinará la propuesta dos para ver que resultados se obtienen.

Figura 27. **Instalación propuesto 2**



Fuente: elaboración propia.

La figura 27 muestra una mejor ubicación para la instalación de la maquinaria, se procederán a realizar los cálculos respectivos para respaldar esta hipótesis.

Tabla XXV. **Costo de manejo de materiales para la propuesta 2**

De → Hacia	Moldeo
<i>Laminadora 2</i>	Q 20,00
<i>Cortadora</i>	Q 20,00

Fuente: elaboración propia.

El costo de manejo de materiales se calcula sumando los costos parciales de la tabla XXV así:  $20 + 20 = Q 40,00$ .

Al realizar la comparación de resultados con el método actual, se obtuvo que los costos de manejo de materiales disminuyeran en ochenta y tres por ciento.

En esta propuesta se tienen solamente dos recorridos, el que realiza el Maquinista Jr. y el Moldeador, siempre se realizan 80 recorridos para cada uno; que influyen muy poco en el tiempo de producción y sus costos asociados.

#### **3.3.4. Evaluación de las opciones**

Como se mencionó anteriormente que la producción por proceso indica instalar la maquinaria con procesos productivos similares y agregando a ésta los procesos que generen el menor costo posible, se puede verificar que la segunda propuesta tiene menor costo, también que generara una mayor eficiencia y mejores porcentajes de utilización tanto del operario como de la maquinaria.

#### **3.3.5. Presentación de la mejor opción**

La instalación de la maquinaria se debe de realizar como se indica en la figura 27 (ver página 57), debido a que ésta tendrá como resultado el menor costo en el manejo de materiales diario, también un porcentaje mayor de utilización de los colaboradores, de igual forma una considerable mejoría en la utilización de la maquinaria.

Un factor fundamental que no se puede cuantificar es el nivel de motivación que esta instalación tendrá en los colaboradores. Por ello con esta opción se obtendrán beneficios en todo sentido.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

Definida la mejor opción, se procederá a realizar la instalación, cada una de las máquinas requiere diferentes materiales eléctricos para su conexión, esta misma se requiere con un voltaje de 220.

Cuando la instalación de todas las máquinas sea satisfactoria, se debe proceder a realizar una inspección final, para que se realicen las pruebas pertinentes.

Terminadas todas las pruebas, se podrá empezar con la producción para ir adquiriendo ritmo y poder cumplir con las expectativas.

### **4.1. Instalación de laminadora**

La única diferencia entre las dos laminadoras es el radio de los cilindros de acero inoxidable que cada una posee, la laminadora uno tiene un radio de 15 centímetros y la laminadora dos de 10 centímetros respectivamente. Tomando en cuenta este dato técnico tendremos en este apartado la instalación de una laminadora, para la otra debe ser exactamente el mismo procedimiento.

#### **4.1.1. Instalación eléctrica**

La siguiente tabla muestra los materiales eléctricos necesarios para poder instalar todas las máquinas, posteriormente se indicará cual es el necesario para instalar solamente una laminadora y cada máquina independiente.

Tabla XXVI. **Materiales eléctricos**

Material	Cantidad
Tablero semi-industrial tipo AL	1 unidad
Breaker THQL, 2 polos 60 amperios	2 unidades
Breaker THQL, 2 polos 45 amperios	1 unidad
Breaker THQL, 2 polos 30 amperios	1 unidad
Cable THW, AWG 8	50 metros
Switch cerámico de cuchilla, 2 polos, 100 amperios	3 unidades
Switch cerámico de cuchilla, 2 polos, 60 amperios	1 unidades

Fuente: elaboración propia.

Para instalar una laminadora se necesitan los siguientes materiales eléctricos:

Tabla XXVII. **Material eléctrico para una laminadora**

Material	Cantidad
Breaker THQL, 2 polos 60 amperios	1 unidad
Cable THW, AWG 8	10 metros
Switch cerámico de cuchilla, 2 polos, 100 amperios	1 unidad

Fuente: elaboración propia.

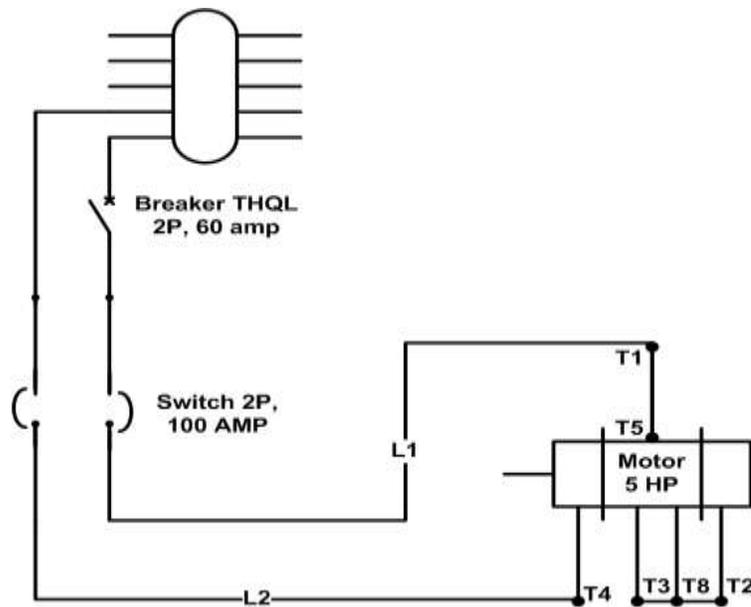
Como se mencionó anteriormente para instalar cada una de las laminadoras se necesitan estos materiales eléctricos, para realizar la conexión del motor de cinco caballos de fuerza se debe de realizar la conexión como muestra la figura 28 (vea página 61), media vez se utilicen los motores de la marca WEG y el modelo IP22.

La nomenclatura utilizada en los motores es la siguiente:

- T1 = Azul
- T2 = Blanco
- T3 = Naranja
- T4 = Amarillo
- T5 = Negro
- T8 = Rojo

Nota: si se desea invertir la rotación del motor se debe de cambiar el T5 por T8.

Figura 28. **Conexión alta tensión laminadora**

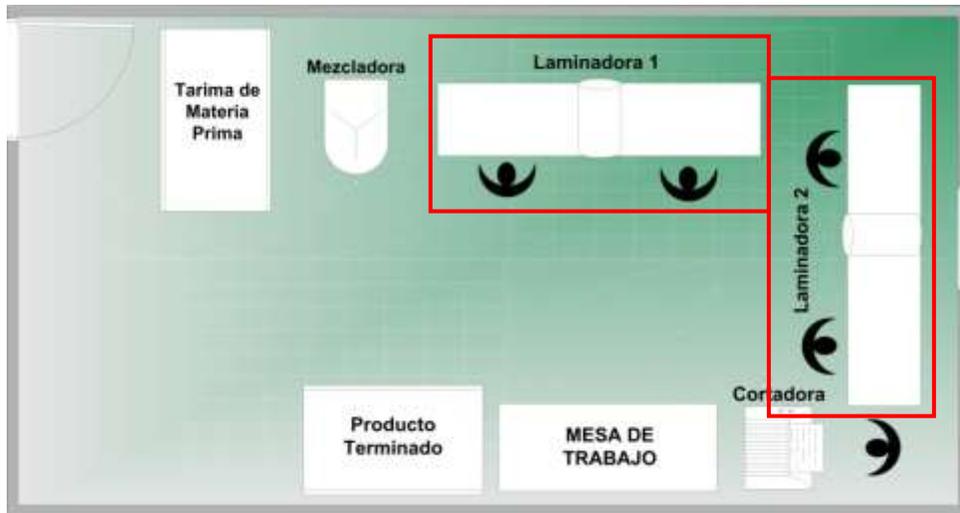


Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. Ubicación

Las dos laminadoras serán ubicadas como muestra la figura 29 (ver página 59), ésta es la ubicación en la cual trabajarán con un 83,08% y 56,83% de eficiencia la laminadora uno y laminadora dos respectivamente.

Figura 29. **Ubicación de laminadora 1 y 2**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.3. Pruebas

Para realizar las pruebas iniciales se deben engrasar debidamente las dos chumaceras que cada laminadora posee, se debe lubricar la cadena con aceite, esto es muy importante no se le debe colocar grasa a la cadena porque a esta misma se le adhiere polvo y contaminante; por último se aceitan los bushing.

Se debe poner en funcionamiento la máquina durante tres horas, luego revisar todas las piezas al tacto para determinar que su temperatura no sea elevada, limpiar la grasa que expiden las chumaceras y limpiar el aceite para volver a repetir el proceso de engrase y lubricación.

Para determinar que el funcionamiento sea el adecuado se deben de medir las revoluciones por minuto en cada máquina, para la laminadora 1 debe tener 85 rpm con una incerteza de  $\pm 5$  rpm y en la laminadora 2 debe ser de 150 rpm  $\pm 10$  rpm. Sí se encuentran dentro del rango de operación se puede indicar que las máquinas están listas para operarse.

## **4.2. Instalación de mezcladora**

La instalación de la mezcladora es relativamente menos complicado que las laminadoras, porque tiene menor tamaño y por lo tanto menor peso, también se puede mencionar que es del tipo semiautomática; quiere decir que se carga, se pone en operación y se descarga, para luego repetir el proceso.

### **4.2.1. Instalación eléctrica**

La siguiente tabla muestra los materiales necesarios para instalar la mezcladora:

Tabla XXVIII. **Material eléctrico para mezcladora**

Material	Cantidad
Breaker THQL, 2 polos 45 amperios	1 unidad
Cable THW, AWG 8	15 metros
Switch cerámico de cuchilla, 2 polos, 100 amperios	1 unidad

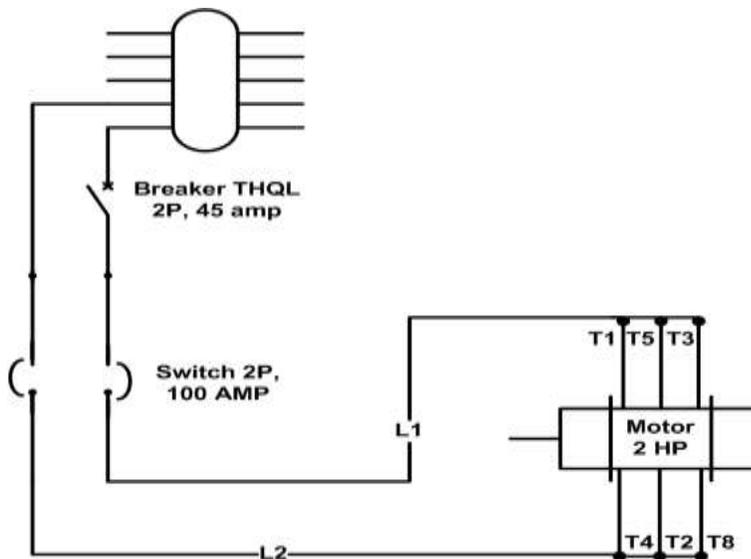
Fuente: elaboración propia.

Esta máquina utiliza un motor WEG IP22 de 2 HP, la nomenclatura utilizada es la siguiente:

- T1 = Azul
- T2 = Blanco
- T3 = Naranja
- T4 = Amarillo
- T5 = Negro
- T8 = Rojo

Nota: si se desea invertir la rotación del motor se debe de cambiar el T5 por T8.

Figura 30. **Conexión baja tensión mezcladora**

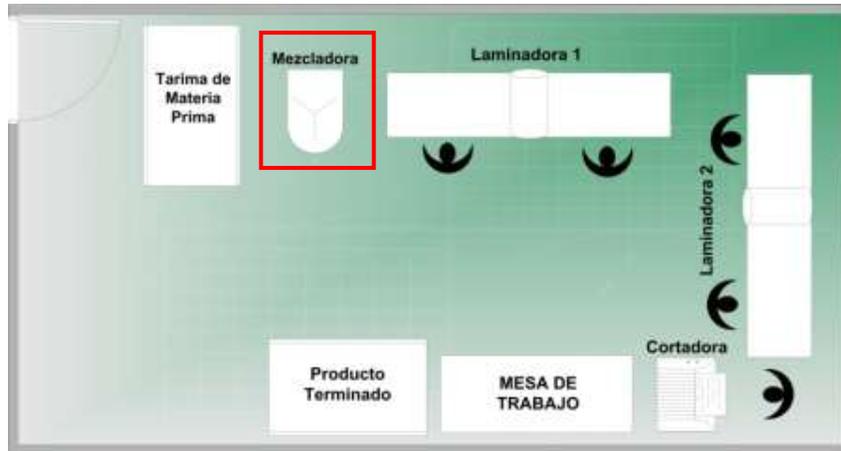


Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2. Ubicación

En la figura 31 (ver página 65) se puede observar encerrado en un rectángulo rojo la ubicación de la mezcladora, como resultado de los estudios anteriores se concluyó que ésta es la mejor ubicación para esta máquina, ya que su factor de utilización es del 83,08%.

Figura 31. **Ubicación de mezcladora**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.3. Pruebas

Para iniciar las pruebas se deben de engrasar las cuatro chumaceras que esta posee, de igual forma se debe de lubricar la cadena, es muy importante que la cadena no sea engrasada porque a la grasa se le adhiere polvo o cualquier contaminante.

Se debe de poner a funcionar y verificar que todas las piezas trabajen bien y que no rocen en ningún lugar. Luego de esta inspección se debe de mantener la máquina funcionando durante tres horas, luego de esto se debe de apagar y verificar al tacto que todas las piezas no tengan temperatura elevada.

Para verificar que la máquina funcione de la forma adecuada se le debe de cargar con las 50 libras de harina dura y agregarle el agua potable para ponerla un funcionamiento durante nueve minutos y cuarenta y cinco segundos, luego descargar la máquina y verificar la consistencia de la masa, si es la requerida, la máquina está lista para su operación.

### 4.3. Instalación de cortadora

La cortadora es la mas pequeña de todas las máquinas, la función principal es la de realizar el corte de la pasta en fideo, se realiza por la interacción de los dos cilindros de acero inoxidable calados con un grueso de 1.5 milímetros que al funcionar realizan la operación de corte.

#### 4.3.1. Instalación eléctrica

Los materiales requeridos para la instalación de la cortadora se muestran en la siguiente tabla.

Tabla XXIX. **Material eléctrico para cortadora**

Material	Cantidad
Breaker THQL, 2 polos 30 amperios	1 unidad
Cable THW, AWG 8	15 metros
Switch cerámico de cuchilla, 2 polos, 60 amperios	1 unidad

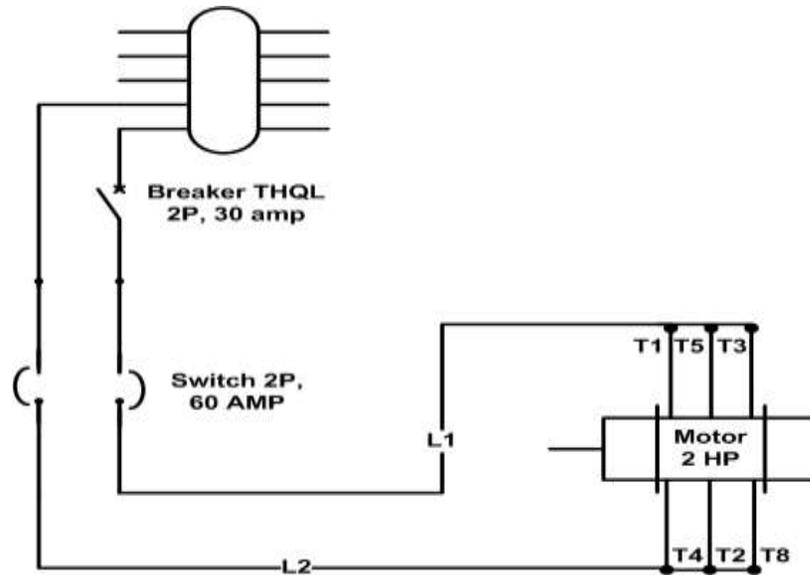
Fuente: elaboración propia.

Esta máquina utiliza un motor WEG IP22 de 2 HP, la nomenclatura utilizada es la siguiente:

- T1 = Azul
- T2 = Blanco
- T3 = Naranja
- T4 = Amarillo
- T5 = Negro
- T8 = Rojo

Nota: si se desea invertir la rotación del motor se debe de cambiar el T5 por T8.

Figura 32. **Conexión baja tensión cortadora**

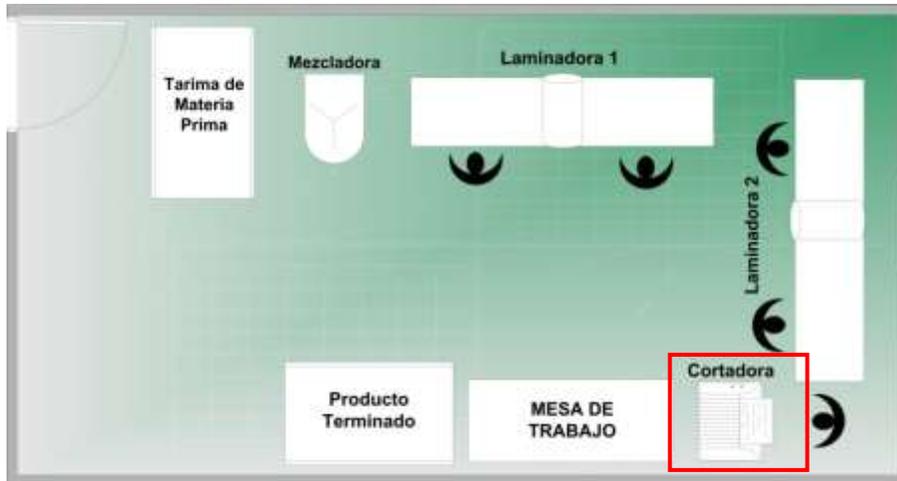


Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.2. **Ubicación**

La figura 33 (ver página 68) muestra dentro de un rectángulo rojo la ubicación de la cortadora. Se determinó que ésta sería la ubicación óptima para que la máquina trabaje con un 56,83% de tiempo de operación, que en comparación con el método actual, se tendrá un incremento muy considerable el cual brindaría una producción mayor.

Figura 33. **Ubicación de cortadora**



Fuente: elaboración propia.

### 4.3.3. Pruebas

La máquina debe de lubricarse adecuadamente en los dos juegos de engranes y ponerla a funcionar durante una hora, luego verificar si las denominadas peinetas no están calentando los cilindros, si es así; se deben aflojar y cambiarles de lugar, es mas bien un tipo de rompecabezas porque se debe de buscar la peineta que mejor encaje en cada posición.

Después de la inspección se debe de lubricar nuevamente, mantenerla en funcionamiento durante cuatro horas; verificar al tacto si los cilindros no están en sobrecalentamiento, si se encuentra todo bien, se debe de realizar un corte con una sección de un metro de largo, para verificar si está realizando el corte.

Si el corte lo realiza de manera correcta, es necesario lubricarla nuevamente y dejarla funcionar durante dos horas, si todo se encuentra bien, se puede indicar que la máquina está lista para su funcionamiento.

#### **4.4. Capacitación de personal**

A cada colaborador que se integre a esta línea de producción se le proporcionará el manual de operación de proceso, el cual detalla el funcionamiento de cada máquina, los tiempos en que estas trabajan, así como el proceso manual que cada uno debe realizar para poder realizar su trabajo.

De igual forma cada colaborador estará una semana en práctica en el puesto asignado, porque no es lo mismo la teoría que la práctica, esto es para que se familiaricen con las máquinas y con el proceso, de igual forma con los movimientos que hay que realizar y cualquier otro detalle que no se indique.

Después de tener todo listo, se inicia con la producción en la nueva línea, es de esperarse que no se trabaje al cien por ciento, pero con el tiempo se irán acoplando todos y cada uno de los colaboradores a sus labores diarias, para que se llegue al ritmo de producción deseado.



## **5. RETROALIMENTACIÓN PARA LA MEJORA CONTINUA**

Como la ingeniería de métodos dicta, que siempre hay una mejor forma de realizar alguna actividad. Para poder mejorar se necesitan registros, datos, anotaciones, que muestren la forma que se realiza la actividad, esta recopilación de información servirá para poder descubrir de qué forma se puede mejorar. Ahora bien, se puede mejorar continuamente retroalimentando lo anteriormente mencionado. De esta manera se realizará cada vez que se encuentre algo relevante que se pueda cambiar en el proceso.

### **5.1. Auditoría de la instalación de la maquinaria**

La auditoria de la instalación de la maquinaria, tendrá como objetivo verificar que cada máquina se encuentre instalada en el lugar que le corresponde, que se opere de forma correcta, de igual manera darle el seguimiento correspondiente al proceso de producción para poder indicar si la instalación fue o no satisfactoria o se puede mejorar el método utilizado.

Para realizar esto se utilizará el ciclo de William Edwards Deming o más comúnmente conocido como el ciclo PHVA, se aplicará de la siguiente forma:

Planificar: la planificación es la fase inicial de todo proyecto, son las notas, los documentos escritos, todo lo que se encuentre elaborado en papel, enfocado a este tema; es el presente trabajo de graduación en el cual se indican los pasos y la metodología a utilizar para instalar satisfactoriamente la maquinaria.

Hacer: se refiere a la instalación física de cada una de las máquinas, de igual forma la instalación eléctrica de alta tensión para las laminadoras y de baja tensión para la mezcladora y cortadora, incluye también las pruebas pertinentes que se deben de realizar a cada máquina.

Verificar: la verificación consiste en una inspección que se realizará periódicamente, anotando y verificando que se cumplan los términos de producción, esta tarea se realizará apoyada con los formularios que se presentarán posteriormente.

Actuar: luego de tener los resultados con los tres pasos anteriores, se procederá a realizar los cambios o correcciones pertinentes, esto para que la producción sea óptima y para que se encuentre dentro de los estándares establecidos.

#### **5.1.1. Revisión de la instalación de la maquinaria**

El formato a utilizar para auditar la instalación de las máquinas es el de la tabla XXX (ver página 73). La forma de llenarlo es la siguiente: se deberá marcar la casilla correspondiente, si la marca fue en "SI" indica que no se debe de realizar ninguna acción, si la respuesta fue "NO" se debe de indicar en las observaciones cual fue la falla, por último si la respuesta fue "Necesita Mejorar" nos indica que la máquina está instalada y funcionando pero no al 100%.

Para obtener una auditoría confiable, este formato lo deben llenar y firmar conjuntamente el colaborador con el supervisor de la línea, para no crear ningún conflicto y de esa manera tener ambas opiniones. No importando si el colaborador trabaja con la máquina o no, porque es mejor tener todas las opiniones posibles.

Tabla XXX. **Formato para auditoría de instalación**

<b>MÁQUINA</b>	<b>Instalación Satisfactoria</b>	<b>Observaciones y/o Recomendaciones</b>
<b>Laminadora 1</b>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Necesita Mejorar	
<b>Laminadora 2</b>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Necesita Mejorar	
<b>Mezcladora</b>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Necesita Mejorar	
<b>Cortadora</b>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Necesita Mejorar	

Fuente: elaboración propia.

El formato para evaluación de operarios de maquinaria se muestra en la figura 34 (ver página 74), es fundamental la evaluación de los operarios a cada una de las máquinas, el objetivo de esto es conocer con mayor certeza si la instalación es eficiente.

El operario tendrá que responder “SI” o “NO” a cada pregunta, es de vital importancia que dejen sus comentarios, porque los operarios de las máquinas tendrán mayor conocimiento si las máquinas funcionan de mejor manera y de mayor beneficio tanto para ellos como para la empresa.

Figura 34. **Formato para evaluación de operarios de maquinaria**

<b>NOMBRE:</b> _____		
<b>MÁQUINA QUE OPERA:</b> _____		
<b>FECHA:</b> _____		
<b>Marque SI o NO a las siguientes preguntas</b>		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Realiza sus labores en menos tiempo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Se redujo la distancia que recorre entre las máquinas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La nueva reubicación de máquinas facilitan su trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Esta motivado en su trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Disminuyo su cansancio físico?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comentarios y/o Observaciones</b>		
_____		
_____		
_____		

Fuente: elaboración propia.

### **5.1.2. Reportes de la instalación**

Los reportes se elaborarán después de haber realizado la auditoría, contendrá los datos mas relevantes de las evaluaciones que se obtuvieron de los colaboradores, de igual forma del supervisor de la línea, también deberá indicar si hay algún método mejor para la ubicación de la maquinaria que la misma auditoría halla revelado.

### **5.1.2.1. Evaluación**

El objetivo de la evaluación es comparar los datos obtenidos de la instalación propuesta contra los datos del método actual, para realizar esta comparación se propone tabular los datos de la tabla XXX (ver página 73) y la figura 34 (ver página 74) también cualquier observación o comentario. Si el resultado es positivo se puede seguir operando con el método propuesto, porque traerá beneficios para los colaboradores y la empresa. Esta evaluación deberá de realizarse trimestralmente.

### **5.1.2.2. Resultados**

Los resultados se obtienen con base en estudio de la productividad de las máquinas y de los colaboradores, también de los registros de producción que se tengan por lo menos de un mes laborado, esto indicará si el método utilizado es el adecuado.

Como tal se espera que la producción se realice en menor tiempo, que las máquinas tengan mayor porcentaje de utilización, de igual forma que los colaboradores tengan un aumento en su porcentaje productivo, sí los resultados generan un costo beneficio positivo, se tendría un indicador de que se puede implementar doble turno, esto se puede dar gracias a la minimización del tiempo del ciclo y mayor utilización de las máquinas así como de los colaboradores.

### 5.1.2.2.1. Ventajas y desventajas

Como en cualquier proyecto existen ventajas y desventajas, en la instalación de la línea de producción se pretende que existan beneficios; para los colaboradores y la empresa. El formato a continuación es de suma importancia porque mostrará en primer plano cualquier problema que afecte a la producción.

Tabla XXXI. **Ventajas y desventajas de la instalación**

No.	Ventaja	No.	Desventaja
1	Los colaboradores tienen menor cansancio físico, porque hay menos traslados	1	Aumento el ruido por la concentración de las máquinas
2	Los colaboradores están motivados porque su tiempo de producción disminuye	2	Menor tiempo para realizar la limpieza
3	El método propuesto cumple con la producción por proceso		
4	Los resultados obtenidos sobrepasan los esperados		

Fuente: elaboración propia.

#### **5.1.2.2. Riesgos**

Un riesgo previsto es la resistencia al cambio que origina el miedo, éste se genera por la incertidumbre que el cambio tenga, porque no se sabe con exactitud si tendrá beneficio, porque rápidamente los colaboradores inducen que si producen en menor tiempo se les exigirá más, que ellos prefieren trabajar tal y como está porque han trabajado de esa manera durante muchos años y funciona, entonces para que cambiarlo.

Este potencial riesgo puede llegar a ahondar en los colaboradores a tal punto que no se lleve a cabo la instalación.

Otro riesgo que es muy probable es el aumento de decibeles que se podrían tener, se daría por la concentración de las máquinas, porque los colaboradores estarían más cerca de las mismas, de igual forma porque las máquinas estarían funcionando mas tiempo.

El aumento del calor por las disposiciones de las máquinas y en los meses de verano, pueden provocar agotamiento por calor.

#### **5.1.2.3. Documentación de resultados**

Este apartado es de suma importancia para la mejora continua, porque se tendrá que llevar un registro de la producción, de los tiempos, del proceso, del ruido, etcétera.

Para la elaboración de este trabajo de graduación no se contaban con registros de producción, esto complicó un poco el desarrollo del mismo, porque se realizó el estudio de tiempos y mediciones, los tiempos muertos, los tiempos de ocio, el estudio de desperdicios que posteriormente se indicarán los resultados.

El beneficio de llevar documentados y registrados todos los movimientos de producción, es que habrá certeza en los datos para un estudio posterior, sí es que se encuentra alguna falla o desventaja en la instalación y utilización de la maquinaria con el método propuesto.

Otro beneficio que se da al documentar, es que se puede mostrar a los colaboradores los progresos que se han dado y gracias a su ayuda se ha mejorado y se puede seguir mejorando.

## **6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Impacto ambiental se define como la consecuencia que produce una determinada acción sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. Debido a esto se debe de realizar un estudio previo para poder mitigar o eliminar los efectos en el medio ambiente.

### **6.1. Problemas que afectan al medio ambiente**

Al tener una producción de cualquier índole; esta misma tendrá algún tipo de desperdicio o desecho el cual dependiendo del tipo de producto que se elabore contaminará el medio ambiente a distintos niveles, se puede contaminar también con los envoltorios o empaques en los que venga contenida la materia prima.

Es muy claro; esto genera un problema ambiental, la cuestión es: ¿Qué hacer con esta contaminación? En la actualidad existen muchas empresas dedicadas al reciclaje que pagan por obtener esos desechos, algunas otras reutilizan los productos desechados sin transformarlos.

Esto es una decisión de la junta directiva o de la alta gerencia, porque en ocasiones recolectar, almacenar, transportar, etc. generará un gasto el cual no agrega valor al producto y se podría estar invirtiendo dinero en algo que no conlleve ningún beneficio, sin embargo por otro lado mantener el planeta tierra, tendrá beneficio para todos.

Enfocados en la producción del chao mein. Se genera desperdicio cuando el producto cae al suelo, el cual es causado por la manipulación de la pasta, corte de la misma y moldeo, también se puede contabilizar la cantidad de bolsas de polipropileno que se desechan, al igual que las bandejas de madera que se utilizan para el traslado del fideo. Estos desechos tendrán una solución en los siguientes apartados.

### 6.1.1. Producto desechado en el área de producción

El desecho que se contabilizarán aquí, es el producto que cae al suelo; este mismo se barre y se recoge, para luego colocarlo en una bolsa plástica. La siguiente tabla indica la cantidad de libras de desecho que se generan diariamente, estas muestras fueron tomadas durante 20 días de producción.

Tabla XXXII. **Desechos en la producción**

No	Libras	Onzas
1	24	0
2	25	4
3	23	12
4	24	12
5	24	13
6	23	13
7	25	4
8	25	3
9	24	15
10	24	8
11	23	14
12	25	2
13	25	2
14	24	15
15	24	9
16	25	12
17	25	6
18	24	13

Continuación de la tabla XXXII

19	24	2
20	24	6
<b>PROMEDIO</b>		
<b>24 libras 10 onzas</b>		

Fuente: elaboración propia.

### **6.1.2. Empaque desechado de la materia prima**

La materia prima tiene como empaque la bolsa de polipropileno, ésta contiene 50 libras de harina dura, como se producen diariamente 20 quintales, equivalentes a 40 bolsas, durante 6 días a la semana entre lunes y sábado, entonces el cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Polipropileno} = 40 * 6 = 240 \text{ bolsas a la semana}$$

### **6.1.3. Deterioro de bandejas para la colocación de fideo**

Para cada producción se necesitan 440 bandejas diarias, están compuestas de un marco de madera y un tafetán de pita amarilla de cuatro hilos. Las bandejas se deterioran por el uso común de transportar el fideo; el mayor deterioro se efectúa dentro del horno en su proceso de cocimiento. Al terminar su tiempo útil estas se desarman y se les quita la pita, para luego desecharlas.

## **6.2. Medidas de mitigación**

Las medidas de mitigación son acciones para aminorar o eliminar el impacto en el medio ambiente por los desechos o desperdicios generados en la producción. A largo plazo estas medidas pueden llegar a ser rentables y de gran beneficio, inclusive evitar cualquier posible demanda ambiental.

En la producción del chao mein, se disminuirá el desperdicio, se verificará el reciclaje de la bolsa de polipropileno y el método de incrementar el tiempo de vida útil de las bandejas.

### **6.2.1. Disminución de desechos en el área de producción**

El promedio mostrado de los desperdicios es de 24 libras con 10 onzas, si el precio de la materia prima de esa cantidad es de Q 145,00 el cual se multiplica por los 20 días tabulados, el resultado se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Valor} = \text{Q } 145,00 * 20 = \text{Q } 2\,900,00$$

Este dato indica que no sólo se genera desperdicio, sino que también pérdida, para mitigar esto, se debe de capacitar a los colaboradores, para que tengan más cuidado con su trabajo y no dejen caer producto al suelo, de igual manera en las mesas de trabajo se deben poner topes a las orillas de las mesas para evitar botarlo.

La mezcla de harina y agua se cataloga dentro de los desechos orgánicos, gracias a ello se tiene un promedio de 3 semanas a 4 meses para biodegradarse, esto quiere decir que el desecho que se genera no tendrá alto

impacto en el medio ambiente y que si se encuentra en condiciones de biodegradación, o mejor dicho en presencia de aire, luz solar y humedad el desecho se incorporará con facilidad al medio ambiente.

### **6.2.2. Reutilización del empaque desechado de la materia prima**

Debido a que la biodegradación del polipropileno lleva muchos años, se realizarán dos acciones:

La primera es vender el ciento de bolsas de polipropileno a veinticinco quetzales, tal y como se investigó, éstas se reutilizarán para comercializar piedrín y arena blanca, entonces de esa manera se dará doble uso a la bolsa.

La segunda es venderla en un centro de reciclaje el cual informa que compran la libra a un quetzal, la libra alcanza 10 bolsas, esto quiere decir que son 10 quetzales en un ciento de bolsas.

La mejor opción es venderlas para la reutilización, ya que con ello se genera un ingreso extra para la empresa.

### **6.2.3. Reciclaje de las bandejas**

Como se mencionó anteriormente el marco de las bandejas es de madera, no genera una contaminación directa, porque es un producto natural, sin embargo se crea el problema de la tala de arboles, idealmente los marcos deberían de ser de otro material, el inconveniente es que debe soportar el peso y el calor, de igual manera se sale del alcance del trabajo de graduación.

La pita utilizada se venderá a una empresa recicladora de plásticos, esta compra la libra a Q 1,50; entonces dependiendo de cómo se retiren las bandejas en mal estado de esa forma se irá quitando la pita de los marcos para obtener por lo menos cien libras y llevarlas a reciclar.

Para disminuir el deterioro de los marcos de madera se debe de cambiar el diseño del mismo, éste debe tener cortes en sus esquinas a 45° y no a 90° como se realiza actualmente, de igual forma se deben de unir las partes con tornillos para madera y no con clavos, porque estos últimos se aflojan y se salen de la madera.

De esa manera se aumentará el tiempo de vida útil de los marcos y así reducir el consumo de madera para los mismos.

## CONCLUSIONES

1. El diseño de la línea de producción conlleva dos aspectos muy importantes: el primero es el costo asociado con ella; éste en el mejor de los casos debe de ser mínimo; sí la línea tiene varios traslados del producto en proceso o de la materia prima el costo aumentará proporcionalmente, el segundo aspecto es la utilización de las máquinas y su eficiencia, ésta debe de tener la mayor eficiencia posible, para que la producción por proceso se lleve a cabo. La figura 27 (ver página 57) muestra el diseño de la línea de producción, tal y como debe de instalarse, al igual que la figura 25 (ver página 52) indica los recorridos que los colaboradores realizarán durante la producción.
2. La eficiencia de la actual línea es del 48%, este indicador que se tiene actualmente es muy bajo, esto se debe a que las máquinas están instaladas de una forma empírica siendo ineficiente, para aumentar este indicador, se instalará cada una de las máquinas como lo indica la propuesta número dos (ver tabla XXI, página 50), al realizar el cálculo de la eficiencia ésta da como resultado un 70%, eso quiere decir que se tiene un aumento del 22% de la eficiencia con respecto a la línea actual de producción. En base a estos cálculos existe una expectativa grande que la línea de producción tendrá su capacidad máxima de 20 quintales diarios en cinco meses, un mes antes de lo previsto.

3. El tiempo actual del ciclo es de 25 minutos con 40 segundos, en la instalación propuesta número dos el tiempo del ciclo será de 23 minutos con 10 segundos; esto quiere decir que el tiempo del ciclo se reduce en dos minutos con treinta segundos. En un día típico de producción se tendrá una reducción en el tiempo de 100 minutos. Esto quiere decir que la producción terminará una hora con 40 minutos antes. Realizado el cálculo respectivo el resultado obtenido es: el tiempo de producción disminuyo en un 15%.
4. El desperdicio que se genera en el área de producción se da en mayor porcentaje en el proceso de corte, pesado y moldeado; pero también en el proceso de mezclado y en la elaboración de pasta. Actualmente se está implementando el método aquí propuesto en la línea actual y de las 24 libras 10 onzas que se perdían; ésta se redujo a 12 libras, esto quiere decir que el desperdicio se redujo en un 50%. Ahora bien para la nueva línea fácilmente la reducción podría llegar al 75% con la eliminación de varios traslados y una concientización hacia los colaboradores para que estén comprometidos con la empresa.
5. En la observación realizada, para el estudio de tiempos se determinó que el fideo siempre tiene variaciones en su peso. El peso final del fideo debe ser de cuatro onzas, para que la presentación empacada sea de media libra. Para llegar a esto, el peso en el proceso debe de ser de 4,5 onzas debido a que absorbe agua en el precocido y que la elimina en el secado, entonces se debe de colocar una balanza digital, para realizar las mediciones de pesado en cada sección de fideo, para que el peso obtenido no varíe, evitando de esta forma no tenga un exceso de peso ni una escases.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar la instalación de la maquinaria como lo muestra la propuesta número dos, porque ésta tendrá un mayor beneficio para la empresa y sus empleados en calidad, costo, seguridad.
2. Implementar un control de calidad para el proceso de producción, para poder definir estándares para el chao mein, en lo que respecta a tamaño, color, peso, de esta manera poder disminuir las variaciones que actualmente se presentan.
3. Realizar capacitaciones constantes en buenas prácticas de manufactura, manejo de productos alimenticios y de esa forma tener un área de trabajo acorde con el RTCA.
4. Se propone usar protección auditiva para los colaboradores en el área de producción, debido a que la concentración de la maquinaria aumentarán los decibeles y los posibles riesgos, de esta forma se pueda evitar cualquier accidente y no incurrir en gasto y demás acciones que estos conllevan.
5. Realizar una rotación del personal en cada puesto de trabajo; para no crear dependencia de algún colaborador y de esa manera tener personal multifuncional.
6. Es importante reubicar los cilindros de gas, los mismos se pueden instalar en la terraza por motivos de seguridad, espacio y evitar cualquier accidente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. DAVIS, Mark; AQUILANO, Nicolas; CHASE, Richard Nicholas. *Fundamentos de dirección de operaciones*. Madrid: McGraw-Hill, 2001. 628 p.
2. EVANS, James; LINDSAY, William. *Administración y control de la calidad*. 4a ed. México, D.F.: International Thomson, 2000. 786 p.
3. GARCIA, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México, D.F. : McGraw-Hill, 2005. 459 p.
4. KONZ, Stephan. *Diseño de instalaciones industriales*. Argentina: Limusa, 1992. 406 p.
5. KRICK, Edward. *Ingeniería de métodos*. 2a ed. México, D.F.: Limusa, 2005. 543 p.
6. NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México, D.F.: Alfaomega, 2004. 745 p.
7. SCHROEDER, Roger. *Administración de operaciones*. 5a ed. México, D.F. : McGraw-Hill, 2010. 576 p.

8. TORRES, Sergio. *Control de la producción*. Guatemala, USAC: 2008. 156 p.
9. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala, USAC: 2008. 178 p.
10. ZANDIN, Kjell. Maynard *Manual del ingeniero industrial*. En: *Medición del trabajo y estándares de tiempo*. 5a ed. Tomo I. México, D.F.: McGraw-Hill, 2005. 217 p.

## ANEXOS

Figura 35. **Mezcladora**



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Laminadora uno**



Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Laminadora dos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Cortadora**



Fuente: elaboración propia.