



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

**OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO PARA FIDEO TIPO CHAO MEIN EN LA  
EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS**

**Edgar Enrique Solloy Cajbón**

Asesorado por el Ing. Ubaldo Damian Pascual Selkin

Guatemala, septiembre de 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO PARA FIDEO TIPO CHAO MEIN  
EN LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**EDGAR ENRIQUE SOLLOY CAJON**

ASESORADO POR EL ING. UBALDO DAMIAN PASCUAL SELKIN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford E. de Hernández
EXAMINADORA	Inga. Rosa Amarilis Dubon Mazariegos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO PARA FIDEO TIPO CHAO MEIN EN LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 30 de enero de 2014.

**Edgar Enrique Solloy Cajbón**



Guatemala, 29 de abril de 2015

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

Señor Director:

En atención a mi calidad de asesor del estudiante Edgar Enrique Solloy Cajbón, con número de carné 96-16748, en la elaboración del trabajo de graduación titulado "OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO PARA FIDEO TIPO CHAO MEIN EN LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS" me permito informarle que he procedido a revisar el contenido de dicho trabajo, encontrando que el mismo cumple con los lineamientos y objetivos establecidos en el respectivo plan de investigación.

En virtud de lo anterior y considerando que este trabajo de graduación fue desarrollado de acuerdo a los requisitos reglamentarios de la Facultad, me permito aprobar este trabajo de graduación.

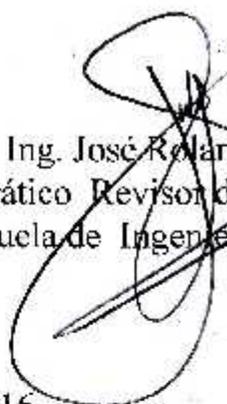
Atentamente,

  
Ubaldo Damian Pascual Selkin  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 10281



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO PARA FIDEO TIPO CHAO MEIN EN LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Enrique Solloy Cajbón**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. José Rolando Chávez Salazar  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

*Ing. José Rolando Chávez Salazar*  
*Ingeniero Industrial*  
*Colegiado No. 4,317*

Guatemala, agosto de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.156.016

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 **OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO PARA FIDEO TIPO CHAO MEIN EN LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Enrique Solloy Cajbón**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Juan José Peralta Dardón  
**DIRECTOR**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, septiembre de 2016

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.418-2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO PARA FIDEO TIPO CHAO MEIN EN LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS**, presentado por el estudiante universitario: **Edgar Enrique Solloy Cajbón**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, septiembre de 2016

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por permitirme alcanzar esta meta.
<b>Mis padres</b>	Enrique Solloy Q.E.P.D.  María Calixta Cajbón. Por su dedicación y esfuerzo en las etapas de mi vida.
<b>Mi esposa</b>	Lluvia Selkin. Por el apoyo para alcanzar este éxito.
<b>Mis hijos</b>	Ignacio, Esteban y Joaquín. Por ser la inspiración para alcanzar este triunfo, a quienes espero servir de ejemplo.
<b>Mis hermanos</b>	Vaudilio Solloy, Flory, Vilma, Elvis, Blanca y Oscar por los momentos compartidos de los que conservo importantes recuerdos.
<b>Mis sobrinos</b>	Luis, Andrea, Flor y Mercedes espero que sigan este ejemplo.



## **AGRADECIMENTOS A:**

**La Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa de estudios en donde realice  
mi carrera profesional.

**La Facultad de Ingeniería**

Por recibirme en sus aulas y permitirme  
realizar mis estudios.

**Mi hermano**

Vaudilio Solloy por su apoyo incondicional y  
por ser un ejemplo a seguir.

**Mi asesor**

Ubaldo Pascual por su apoyo y conocimiento.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Historia de la empresa.....	1
1.2. Políticas de la empresa.....	2
1.2.1. Objetivos de la empresa.....	2
1.2.1.1. General.....	2
1.2.1.2. Específicos.....	2
1.2.2. Misión.....	3
1.2.3. Visión.....	3
1.2.4. Meta.....	3
1.2.5. Organización administrativa.....	3
1.3. Características generales del producto.....	4
1.3.1. Descripción de la materia prima.....	4
1.3.2. Descripción y características del producto.....	6
1.3.3. Descripción del mercado.....	7
1.4. Ubicación de la planta.....	9
1.4.1. Localización y ubicación de la planta.....	9
1.4.2. Distribución de la planta.....	10
1.4.3. Historial de producción.....	11
2. SITUACIÓN ACTUAL EN EL ÁREA DE SECADO.....	15

2.1.	Maquinaria y equipo .....	15
2.1.1.	Descripción de la maquinaria .....	16
2.1.2.	Distribución de la maquinaria .....	16
2.1.3.	Descripción del equipo .....	17
2.2.	Proceso de producción.....	18
2.2.1.	Descripción del proceso de producción.....	18
2.3.	Proceso de secado.....	20
2.3.1.	Diagrama de flujo de operaciones.....	20
2.3.1.1.	Estudio de tiempos en el cuarto de secado.....	22
2.3.1.1.1.	Tiempo de colocación de estibas de bandejas.....	23
2.3.1.1.2.	Tiempo de operación de ventiladores.....	24
2.3.1.1.3.	Tiempo de operación del quemador .....	25
2.3.1.2.	Análisis de costos.....	25
2.3.1.2.1.	Costo de energía eléctrica.....	26
2.3.1.2.2.	Costo de mano de obra.....	27
2.3.1.2.3.	Costo de gas licuado de petróleo (GLP).....	28
2.3.2.	Diagrama de ubicación de estibas de bandejas .....	29
2.3.3.	Diagrama de ubicación de ventiladores y quemador .....	30
2.4.	Proceso de empacado .....	31
2.4.1.	Diagrama bimanual de empaque .....	32

2.5.	Análisis de problemas.....	34
2.5.1.	Ubicación de las estibas de bandejas.....	34
2.5.2.	Ventiladores.....	34
2.5.3.	Quemador.....	34
2.5.4.	Tiempo.....	35
2.5.5.	Humedad .....	35
2.5.6.	Renovación del aire .....	35
3.	OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO .....	37
3.1.	Principios generales de secado.....	37
3.1.1.	Temperatura .....	38
3.1.2.	Propiedad de la adhesión del agua .....	41
3.1.3.	Combustión.....	44
3.1.4.	Flujo de aire caliente.....	46
3.2.	Diseño de la optimización del cuarto de secado.....	47
3.2.1.	Estibas de bandejas .....	47
3.2.2.	Ventiladores.....	49
3.2.3.	Quemador.....	53
3.2.4.	Renovación de aire .....	54
3.3.	Propuesta para el cuarto de secado.....	56
3.4.	Costos .....	58
3.4.1.	Energía eléctrica.....	58
3.4.2.	Gas licuado de petróleo .....	60
3.4.3.	Tiempo.....	60
3.4.4.	Mano de obra.....	61
3.4.5.	Análisis financiero valor presente neto .....	62
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO .....	65
4.1.	Ubicación.....	65
4.1.1.	Estibas de bandejas .....	66

4.1.2.	Ventiladores .....	67
4.1.3.	Quemador .....	68
4.1.4.	Conducto de aire .....	69
4.2.	Renovación de aire .....	70
4.2.1.	Inyectores de aire .....	71
4.2.2.	Extractores de aire .....	72
4.3.	Cálculo de materiales necesarios .....	73
4.3.1.	Materiales eléctricos.....	73
4.3.2.	Adquisición de ventiladores.....	75
4.3.3.	Conductos de alimentación de aire .....	75
4.4.	Evaluación por control estándar .....	77
4.4.1.	Cantidad de bandejas por estibas .....	77
4.4.2.	Muestreo de producto seco .....	78
5.	MEJORA CONTINUA DEL CUARTO DE SECADO .....	81
5.1.	Tabla del control de temperatura .....	81
5.2.	Tabla del control de GLP.....	82
5.3.	Tabla de control de ubicación de estibas de bandejas.....	84
5.4.	Tabla de control de tiempos de secado.....	85
5.5.	Tabla de control de tiempo de inyector de aire .....	86
5.6.	Tabla de control de tiempo de extractor de aire .....	88
	CONCLUSIONES.....	89
	RECOMENDACIONES .....	91
	BIBLIOGRAFÍA.....	93
	ANEXOS.....	95

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	4
2.	Bolsa de polipropileno de 50 libras harina dura .....	5
3.	Presentaciones del producto final .....	7
4.	Vista aérea .....	9
5.	Distribución de la planta .....	10
6.	Área de producción .....	17
7.	Espátula de acero inoxidable .....	17
8.	Balanza de dos libras .....	18
9.	Diagrama de recorrido.....	19
10.	Diagrama de flujo de secado.....	21
11.	Ubicación de estibas de bandejas en el cuarto de secado.....	30
12.	Diagrama de ubicación de ventiladores y quemador en el cuarto de secado.....	31
13.	Diagrama bimanual de empaque de fideo.....	33
14.	Escala de temperaturas .....	39
15.	Combustión del hidrógeno en el aire para formar agua .....	43
16.	Elementos de la combustión .....	45
17.	Rango de temperaturas.....	47
18.	Estibas de bandejas y posición de ventilador.....	49
19.	Ventilador axial.....	50
20.	Ventilador industrial axial .....	51
21.	Ventilador industrial tubaxial .....	52
22.	Propuesta de inyectores y extractores de aire .....	57

23.	Análisis financiero valor presente neto .....	63
24.	Propuesta de ubicación de estibas de bandejas.....	66
25.	Ubicación de ventiladores mejorado .....	67
26.	Triangulo de combustión.....	68
27.	Ubicación de tubos de ventilación.....	69
28.	Ubicación de inyectores.....	71
29.	Ubicación de extractores .....	72
30.	Modelo de estiba de 19 pares.....	78
31.	Orden del muestreo de producto seco.....	79

## TABLAS

I.	Micronutrientes.....	6
II.	Producción de julio de 2013.....	11
III.	Producción de agosto de 2013.....	11
IV.	Producción de septiembre de 2013.....	12
V.	Producción de octubre de 2013.....	12
VI.	Producción de noviembre de 2013.....	12
VII.	Producción de diciembre de 2013.....	13
VIII.	Resumen producción segundo semestre 2013.....	13
IX.	Tiempo de colocación de estibas.....	23
X.	Tiempos de operación de ventiladores.....	24
XI.	Tiempos de operación del quemador.....	25
XII.	Total de horas hombre trabajadas.....	27
XIII.	Costo de la mano de obra.....	27
XIV.	Costo de GLP.....	28
XV.	Costo de agua potable.....	28
XVI.	Costo de limpieza.....	29
XVII.	Costos indirectos de fabricación.....	29
XVIII.	Costos de operación actual.....	29
XIX.	Mediciones de temperaturas en el cuarto de secado.....	40
XX.	Modelos y despejes de ventiladores axiales.....	50
XXI.	Modelos y despejes de ventiladores industriales axiales.....	51
XXII.	Modelos y despejes de ventiladores industriales tubaxiales.....	52
XXIII.	Volumen de aire necesario por persona * hora * metro cúbico.....	56
XXIV.	Renovación del aire en número de veces/hora.....	56
XXV.	Resumen de costos propuesto.....	62

XXVI.	Resumen de datos para análisis financiero .....	62
XXVII.	Material eléctrico para instalar ventilador número dos.....	73
XXVIII.	Material eléctrico para instalar ventilador número cuatro.....	74
XXIX.	Material eléctrico para instalar inyectores de aire .....	74
XXX.	Material eléctrico para instalar extractores de aire .....	75
XXXI.	Precios de ventiladores.....	75
XXXII.	Tubería industrial AG .....	76
XXXIII.	Control de temperatura .....	82
XXXIV.	Control de consumo de gas .....	83
XXXV.	Control de estibas .....	84
XXXVI.	Control de tiempos empleados en secadora.....	85
XXXVII.	Control de operación de inyectores .....	87
XXXVIII.	Control de operación de extractores .....	88

## GLOSARIO

<b>Despeje</b>	Volumen de aire por minuto.
<b>DFOP</b>	Diagrama de flujo de operaciones del proceso.
<b>Estiba</b>	Técnica de colocar la carga ocupando un mínimo espacio.
<b>GLP</b>	Gas licuado de petróleo.
<b>Ladrillo tayuyo</b>	Bloque de barro.
<b>Hp</b>	Caballos de fuerza (Horse power, por sus siglas en inglés).
<b>Polipropileno</b>	Polímero termoplástico derivado del petróleo.
<b>Propela</b>	Elemento de propulsión.
<b>Watt</b>	Unidad de potencia del sistema internacional de unidades.



## **RESUMEN**

El proceso de secado es una de las operaciones más importantes para la elaboración del fideo tipo chao mein, el mismo se debe realizar con mucha precisión para obtener el producto deseado, actualmente el proceso de secado en la empresa Productos Alimenticios Los Chinitos se realiza en dos partes incurriendo en gastos innecesarios.

Factores directos como el quemador, la ubicación de estibas de bandejas, cantidad y ubicación de los ventiladores influyen en que el proceso se repita dos veces.

Aplicando un estudio profundo se podrá optimizar los recursos actuales y con ello evitar gastos innecesarios al proceso. La adecuada cantidad de ventiladores, así como la correcta ubicación de estibas de bandejas permitirán un mejor flujo de aire caliente para lograr que el producto seque en su totalidad.

Con la implementación se podrá obtener el resultado deseado para que el proceso de secado del fideo sea en un solo periodo y no en dos como se realiza en la actualidad.

Un adecuado control y monitoreo de los estándares que se definirán, permitirán que el proceso sea siempre eficiente para obtener un producto de calidad.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Optimizar el cuarto de secado a través de una disminución del tiempo con el mantenimiento de una temperatura estable y con el diseño de un método adecuado para un consumo eficiente de los recursos.

### **Específicos**

1. Reducir el tiempo de secado en un 25 % mediante un método eficiente para la ubicación del equipo del cuarto de secado.
2. Mantener la combustión del quemador al 100 % durante el proceso de secado.
3. Establecer el tiempo de operación de los ventiladores en 13 horas.
4. Diseñar un método de posición y ubicación de las estibas de bandejas.
5. Priorizar el consumo de gas GLP en un máximo de 38 galones para el proceso de secado.
6. Determinar los costos asociados al proceso de secado.



## INTRODUCCIÓN

La optimización industrial es un método empleado en muchas empresas para la mejora de sus productos, con el uso de herramientas para la reducción efectiva de costos, para la mejora en la calidad de los productos y el rendimiento de los procesos. Se pueden conseguir, además, otro beneficio como la reducción de los consumos energéticos y el tiempo.

El proceso de secado es una parte esencial en la producción del fideo tipo chao mein en el cual la humedad, el flujo de aire caliente y la temperatura. Se debe controlar cuidadosamente. Los sistemas modernos de secado a alta temperatura consiguen una pasta con mejor color y calidad a la hora de cocinar. El tiempo total de secado oscila entre 6 y 24 horas, según la optimización del proceso y cantidad del producto.

Al analizar el proceso de secado actual, se encontrarán errores que de corregirse a tiempo se minimizarán las pérdidas de los recursos utilizados en el mismo (energía eléctrica, gas, tiempo). Así también se verificarán los niveles de temperatura, los flujos de aire caliente, la cantidad de estibas y la existencia de una renovación de aire adecuada.

La aplicación de métodos de ingeniería ayudarán a determinar un diseño óptimo el cual permitirá que el producto que se encuentre en este proceso seque en un solo periodo, esto permitirá que los costos asociados se vean disminuidos y generen una rentabilidad mayor para la empresa.

El diseño de tablas, registros de control y la creación de normas serán un conjunto de herramientas que complementarán la optimización para asegurar que el proceso de secado dé los resultados esperados, para una mejora continua.

# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

Se describen los aspectos relacionados a la historia de la empresa: políticas, objetivos, misión, visión, características del producto, ubicación y distribución de la planta.

## **1.1. Historia de la empresa**

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

La producción del fideo tipo chao mein en la empresa Productos Alimenticios Los Chinitos no ha tenido cambios significativos y durante 30 años ha producido este tipo de fideo casi de la misma forma y no se ha realizado ningún estudio ingenieril profundo; solamente se han documentado los procesos y le han realizado algunas mejoras en las máquinas.

## **1.2. Políticas de la empresa**

La empresa tiene el compromiso de elaborar fideo tipo chao mein de alta calidad y con las mismas características a las que el consumidor está acostumbrado; los colaboradores también están comprometidos en cada proceso de producción para seguir siendo una marca líder en el mercado.

### **1.2.1. Objetivos de la empresa**

Son los que la empresa ha adoptado con base en las experiencias en el transcurso de varios años en el mercado para llegar al lugar en que se encuentra.

#### **1.2.1.1. General**

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

#### **1.2.1.2. Específicos**

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

### **1.2.2. Misión**

Ser una organización dedicada a la elaboración de fideo tipo chao mein de alta calidad para la satisfacción del cliente; y que promueva el mejoramiento continuo y el trabajo en equipo para ser la principal opción de preferencia de los consumidores.

### **1.2.3. Visión**

Ser la empresa número uno de Guatemala en la elaboración de fideos tipo chao mein, y lograr su expansión y distribución a nivel nacional y centroamericano.

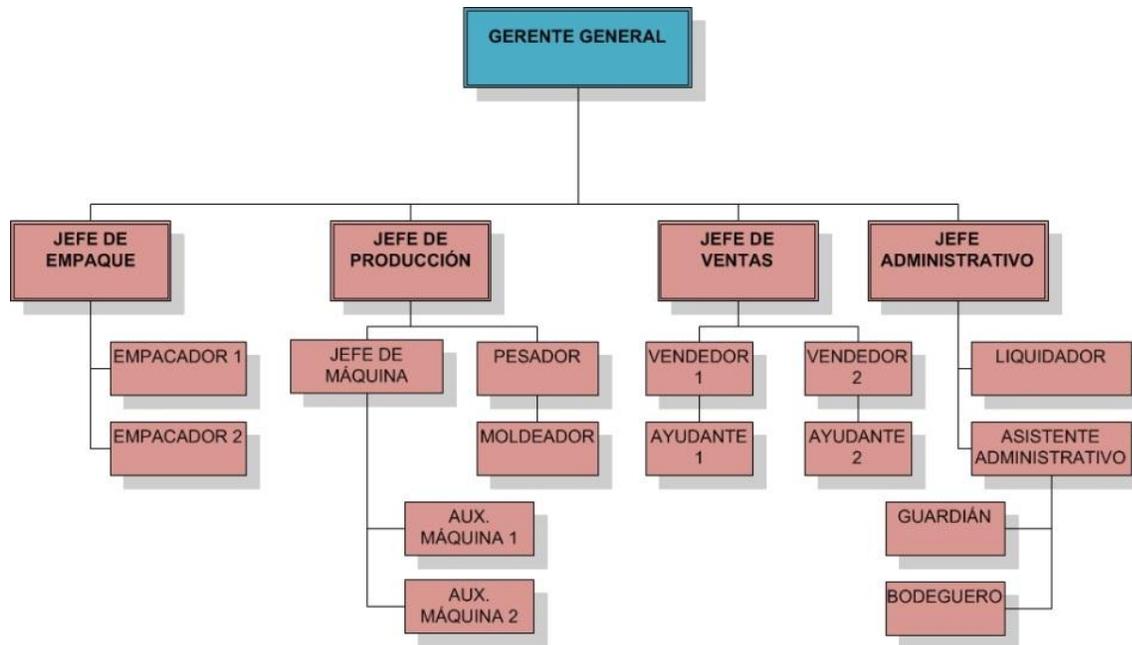
### **1.2.4. Meta**

Ampliar la organización por medio de la inversión privada, para ganar competitividad en el mercado y mejorar los procesos que permitan la elaboración del mejor fideo tipo chao mein en Guatemala; además, contribuir a la generación de fuentes de trabajo y el desarrollo del país.

### **1.2.5. Organización administrativa**

La empresa está organizada según la siguiente figura:

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: catálogo Productos Alimenticios Los Chinitos.

### 1.3. Características generales del producto

Una de las características del fideo tipo chao mein es que mantiene su consistencia cuando se agrega en agua hirviendo la cual puede tardar en cocción hasta cinco minutos. El producto no se quiebra con facilidad en su empaque ya que mantiene una flexibilidad alta.

#### 1.3.1. 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 2. **Bolsa de polipropileno de 50 libras harina dura**



Fuente: catálogo Productos Alimenticios Los Chinitos.

Los porcentajes de los micronutrientes que contiene la harina dura se describen en la tabla uno.

Tabla I. **Micronutrientes**

<b>Micronutrientes</b>	<b>Nivel mínimo (Mg/Kg de harina)</b>
Hierro	55,0
Niacina	55,0
Tiamina (vitamina B1)	6,2
Rivoflabina (Vitamina B2)	4,2
Ácido fólico	1,8

Fuente: Molinos Modernos, S.A.

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

El producto final es el fideo especial para chao mein, el cual se obtiene de la mezcla de la harina dura y de agua potable, en un proceso de laminado, cortado, pesado, pre cocido, secado y empaçado.

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

El producto final 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 dos chinos degustando 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 dos chinos degustando chao mein. Incluye sobre 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 dos chinos degustando chao mein.

Figura 3. Presentaciones del producto final



Fuente: catálogo Productos Alimenticios Los Chinitos.

### 1.3.3. Descripción del mercado

El mercado al cual está dirigido el fideo especial para chao mein está integrado por las personas que visitan los mercados municipales. En la ciudad capital destacan los siguientes:

- El Guarda zona 11
- San José Mercantil zona 7
- Barrio la Gerona zona 1
- La Palmita zona 5
- Venezuela zona 21
- La Florida zona 19
- La Reformita zona 12

En la cabecera central del municipio de Mixco.

En el interior de la república se atienden los mercados:

- Costa Grande, Escuintla
- Municipal de Morales, Izabal
- Municipal de Gualán, Zacapa
- Municipal de Tiquisate, Escuintla
- Municipal de Cuilapa, Santa Rosa
- Supermercado El Punto de la distribuidora Santa Marta en el departamento de El Progreso

El precio de venta final es accesible: Q. 8,00 por libra o Q. 4,00 para media libra. El hábito de compra de los consumidores varía según la época: durante el primer trimestre de cada año hay un aumento del 10% en los pedidos; En el segundo y tercer trimestres los pedidos disminuyen en un 5%; para el cuarto trimestre los pedidos aumentan en un 25%. Según los datos históricos de venta en la empresa.

El producto se ha comercializado por medio de la venta personalizada, de esa manera se crea una relación con los clientes, una imagen favorable y se pueden establecer relaciones comerciales fuertes y duraderas. El canal de distribución que se utiliza son los vendedores minoristas quienes realizan los pedidos de acuerdo a la demanda que exista del producto en sus diferentes presentaciones.

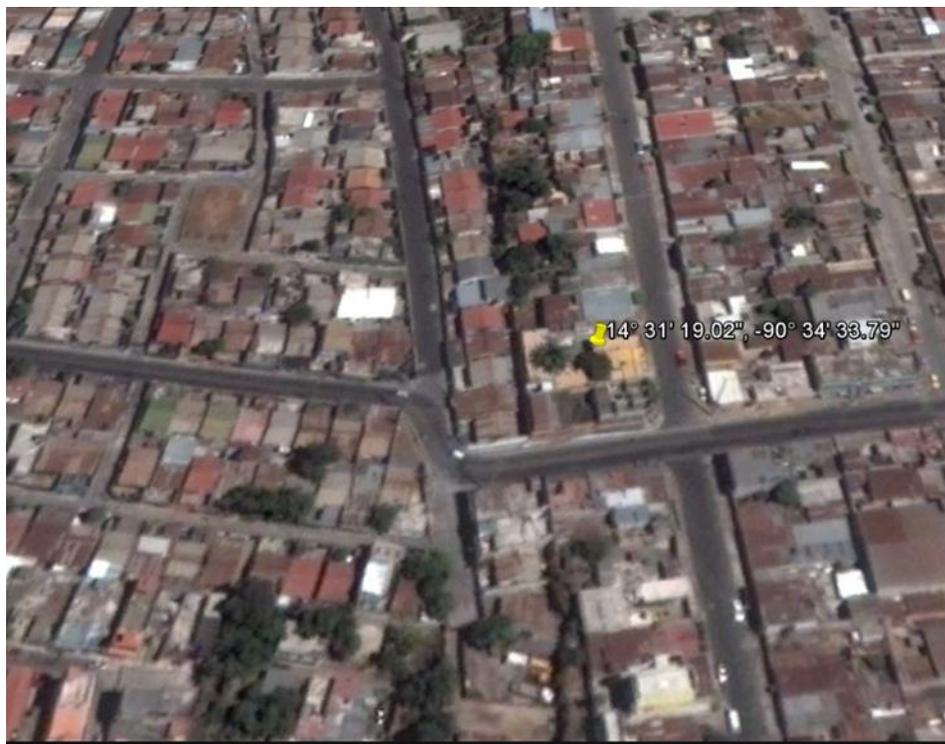
#### **1.4. Ubicación de la planta**

Desde sus inicios la planta se ubica en el municipio de Villa Nueva, el terreno en el que está construida cuenta con un área de 1 000 metros cuadrados, la edificación se ha ido ampliando conforme han surgido las necesidades.

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

La planta de producción se encuentra ubicada en la tercera avenida (3ra. Av.) nueve guión trece (9-13), zona cinco (5), colonia Enriqueta, municipio de Villa Nueva, del departamento de Guatemala.

**Figura 4. Vista aérea**



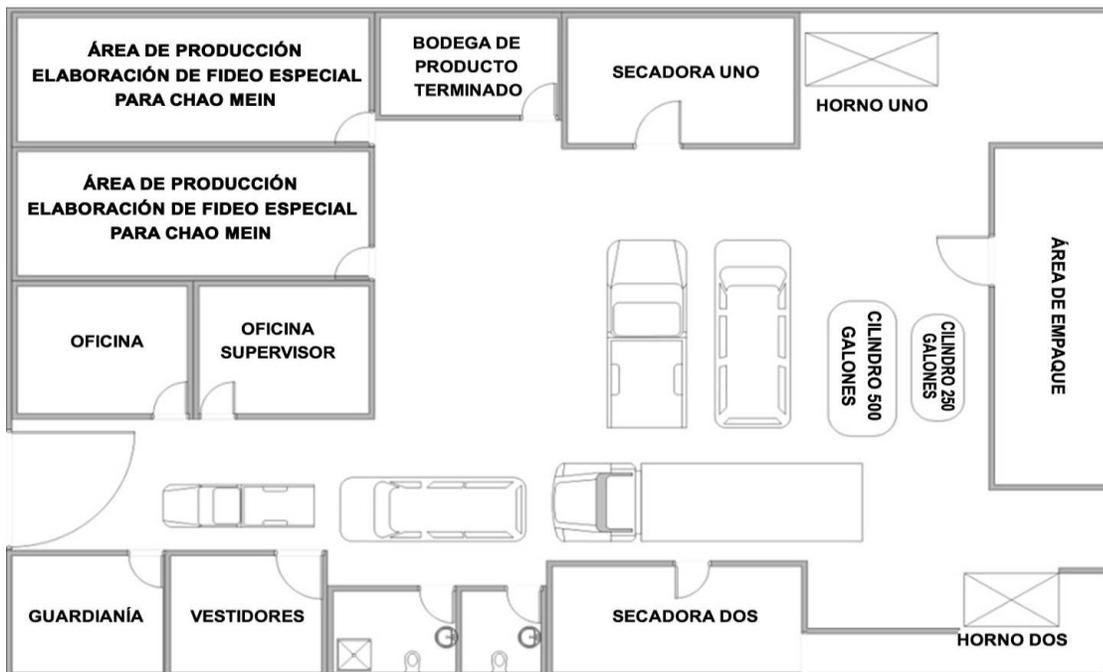
Fuente:<http://wikimapia.org/#lang=en&lat=14.521948&lon=-90.576029&z=19&m=b> 16 de febrero de 2014.

### 1.4.2. Distribución de la planta

La figura número cinco muestra la distribución actual de la planta con dos áreas de producción; en la actualidad se utiliza solamente una, la que se ubica a la par de la oficina se encuentra la maquinaria nueva la cual posteriormente se pondrá en funcionamiento para ampliar su producción.

Cuenta con dos hornos, dos secadoras y dos cilindros para gas licuado de petróleo (glp), lo cual se dio paulatinamente para ampliar la producción. La bodega de producto terminado no ha tenido modificación alguna, debido a que con la producción normal solamente se mantiene a un veinticinco por ciento (25%) de su capacidad y al aumentar la producción se pretende llegar a un setenta y cinco por ciento (75%).

Figura 5. Distribución de la planta



Fuente: catálogo Productos Alimenticios Los Chinitos. Escala 1:250.

### 1.4.3. Historial de producción

En las tablas número II a la VII, están los datos de producción del fideo especial para chao mein, para el segundo semestre del año 2013. El peso está dado en arrobas (@).

Tabla II. **Producción de julio de 2013**

<b>JULIO DE 2013</b>						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PROMEDIO
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96				88
<b>TOTAL</b>	<b>480</b>	<b>360</b>	<b>480</b>	<b>384</b>	<b>384</b>	<b>412</b>

Fuente: inventario Productos Alimenticios Los Chinitos, julio 2013.

Tabla III. **Producción de agosto de 2013**

<b>AGOSTO DE 2013</b>						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PROMEDIO
			96	96	96	48
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96		96	96	76
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>288</b>	<b>384</b>	<b>384</b>	<b>480</b>	<b>400</b>

Fuente: inventario Productos Alimenticios Los Chinitos, agosto 2013.

Tabla IV. **Producción de septiembre de 2013**

<b>SEPTIEMBRE DE 2013</b>						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PROMEDIO
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96						16
<b>TOTAL</b>	<b>480</b>	<b>288</b>	<b>384</b>	<b>384</b>	<b>384</b>	<b>384</b>

Fuente: inventario Productos Alimenticios Los Chinitos, septiembre 2013.

Tabla V. **Producción de octubre de 2013**

<b>OCTUBRE DE 2013</b>						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PROMEDIO
	72	96	96	96	96	76
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96			60
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>360</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>384</b>	<b>412</b>

Fuente: inventario Productos Alimenticios Los Chinitos, octubre 2013.

Tabla VI. **Producción de noviembre de 2013**

<b>NOVIEMBRE DE 2013</b>						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PROMEDIO
					96	16
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	60
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>288</b>	<b>384</b>	<b>384</b>	<b>480</b>	<b>384</b>

Fuente: inventario Productos Alimenticios Los Chinitos, noviembre 2013.

Tabla VII. **Producción de diciembre de 2013**

<b>DICIEMBRE DE 2013</b>						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PROMEDIO
96	72	96	96	96	96	16
96	72	96	96	96	96	92
96	72	96	96	96	96	92
96	72		96	96	96	76
96	72					28
<b>TOTAL</b>	<b>480</b>	<b>360</b>	<b>288</b>	<b>384</b>	<b>384</b>	<b>380</b>

Fuente: inventario Productos Alimenticios Los Chinitos, diciembre 2013.

Tabla VIII. **Resumen producción segundo semestre 2013**

<b>PRODUCCIÓN SEGUNDO SEMESTRE 2013</b>		
MES	ARROBAS	PROMEDIO TOTAL
JULIO	2 472	412,00
AGOSTO	2 400	400,00
SEPTIEMBRE	2 304	384,00
OCTUBRE	2 472	412,00
NOVIEMBRE	2 304	384,00
DICIEMBRE	2 280	380,00
<b>TOTAL</b>	<b>14 232</b>	<b>395,33</b>

Fuente: elaboración propia.

La segunda columna de la tabla VIII representa el total de arrobas producidas durante el mes correspondiente y la tercera columna es un promedio del respectivo mes. El total de 395,33 es el promedio de arrobas semanales producidas durante los meses del segundo semestre del año 2013.



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

El cuarto de secado que la empresa utiliza posee las siguientes dimensiones: seis metros de ancho por nueve de largo y tres metros de alto; además, tiene instalados únicamente dos ventiladores murales axiales de 24 pulgadas de 1750 revoluciones por minutos, ambos están ubicados en forma opuesta a una altura de un metro con veinte centímetros.

El quemador se encuentra ubicado en el centro del cuarto de secado, la estructura que lo cubre cuenta con las siguientes dimensiones: 60 cm de altura, 40 cm de profundidad, y 60 cm de ancho.

Actualmente el proceso de secado se realiza en dos partes: para la primera parte se contabilizaron 14 estibas de bandejas colocadas de par en par con alzas de madera para su división con una altura de cinco centímetros; para la segunda parte se colocaron seis estibas con la misma disposición. Esta es la forma de cómo el proceso de secado del producto puede finalizar y enviarse en su totalidad al área de empaque.

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

En total se utilizan cuatro máquinas fabricadas de acuerdo a la necesidad de la empresa para la elaboración del producto. Específicamente para el área de secado están operando dos ventiladores axiales de 24”.

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

El proceso inicia en la mezcladora, con una capacidad de 50 libras por carga, y operada con un motor de dos HP; en la tolva internamente giran las paletas de metal que mezclan la harina con agua potable, dando como resultado una masa consistente, que se descarga por la compuerta frontal.

Luego se traslada el producto a la laminadora uno, tiene un motor de cinco HP, una serie de fajas y cadenas que transmiten la fuerza del motor hacia los dos cilindros superiores que giran y crean la pasta con base en el principio de laminado.

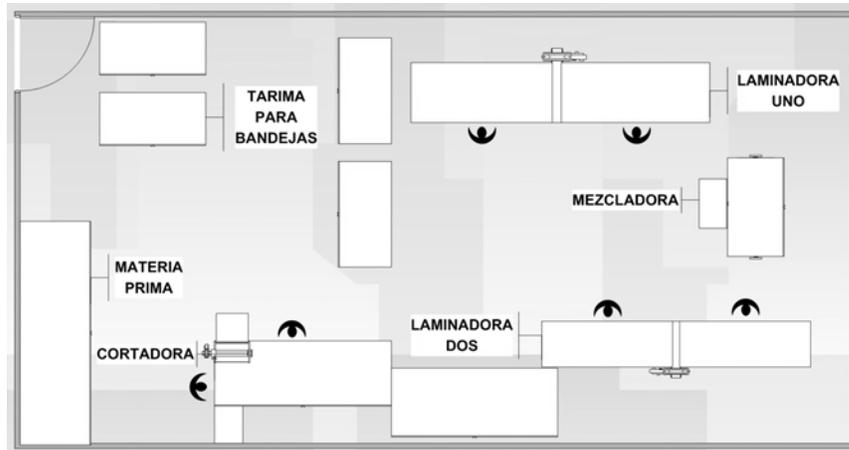
Elaborada la pasta se traslada a la laminadora dos con un motor de tres HP, una serie de fajas y cadenas que transmiten la fuerza del motor hacia los dos cilindros superiores que giran. La laminadora es de menor tamaño para se obtenga un grosor determinado y un afinamiento de la pasta.

Finalmente, trasladada se procede al corte de la pasta para obtener el fideo especial chao mein. La cortadora trabaja con un motor de un HP conectada directamente con una faja a la polea de la máquina, la cual corta la pasta con unos cilindros con ranuras.

### **2.1.2. Distribución de la maquinaria**

La figura seis muestra como está ubicada la maquinaria actualmente; se puede observar que posee numerosos traslados tanto de la materia prima como del producto en proceso.

Figura 6. **Área de producción**



Fuente: catálogo Productos Alimenticios Los Chinitos.

### 2.1.3. Descripción del equipo

Se denomina equipo a las herramientas manuales que se utilizan durante este proceso. El procedimiento para fabricar fideo es bastante sencillo y lleva pocos ingredientes. Solamente se emplea: una balanza análoga con capacidad de 2 libras para pesar las maletías o rollos de pasta que posteriormente pasan a ser moldeados, paletas de madera que se utilizan en el premezclado y espátulas para quitar los residuos de masa que se pega en el interior de la mezcladora.

Figura 7. **Espátula de acero inoxidable**



Fuente: <http://www.aceros-de-hispania.com> 23 de febrero de 2014.

Figura 8. **Balanza de dos libras**



Fuente: <http://www.tecnipesa.net> 23 de febrero 2014.

## **2.2. Proceso de producción**

La producción de fideo especial para chao mein es artesanal la cual ha ido evolucionando y mejorando a través de los años; este proceso tarda tres días para obtener el producto terminado; conviene resaltar que el proceso de secado es el más lento y el que necesita una mayor atención para obtener un producto de calidad.

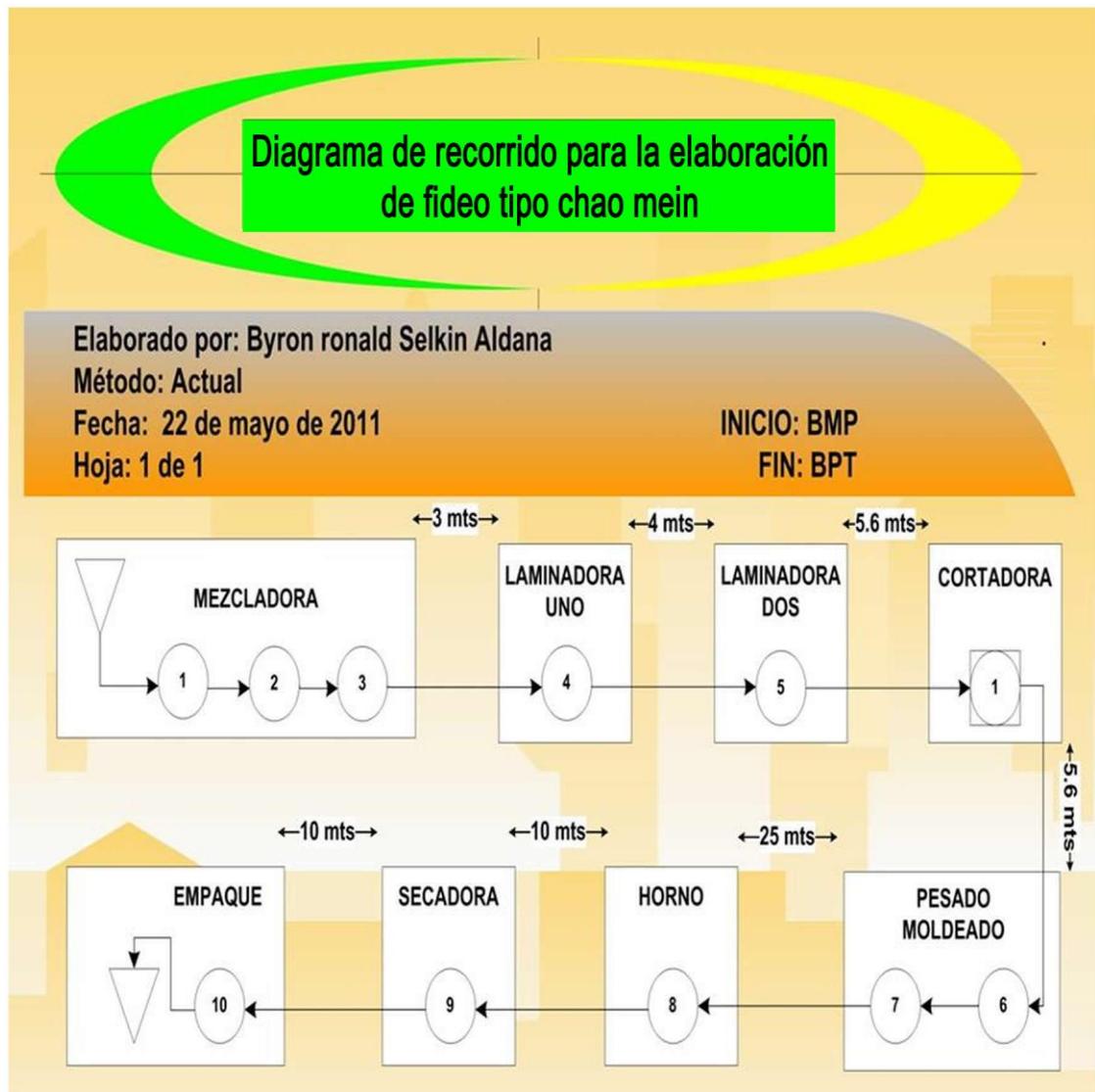
### **2.2.1. Descripción del proceso de producción**

La producción inicia con la carga de la mezcladora con 50 libras de harina dura y 6 litros de agua potable; luego se traslada el producto a la laminadora uno para la elaboración de la denominada pasta (la cual se obtiene de varias pasadas); seguidamente se traslada el producto a la laminadora dos cuya función es disminuir el grosor hasta cinco milímetros, posteriormente se traslada al proceso de corte y pesado; el último proceso dejares el moldeado.

El proceso siguiente es el de precocado, al finalizar este se traslada al área de secado, luego al área de empaque y finalmente a la bodega de producto

terminado. La figura muestra el diagrama de recorrido para tener una idea general del proceso.

Figura 9. Diagrama de recorrido



Fuente: catálogo Productos Alimenticios Los Chinitos.

### **2.3. Proceso de secado**

El presente trabajo se centrará en el proceso de secado debido a que es una parte esencial en la producción del fideo tipo chao mein en el cual la humedad, el flujo de aire caliente y la temperatura deben controlarse cuidadosamente. Los sistemas modernos de secado a alta temperatura consiguen una pasta con mejor color y calidad a la hora de cocinar.

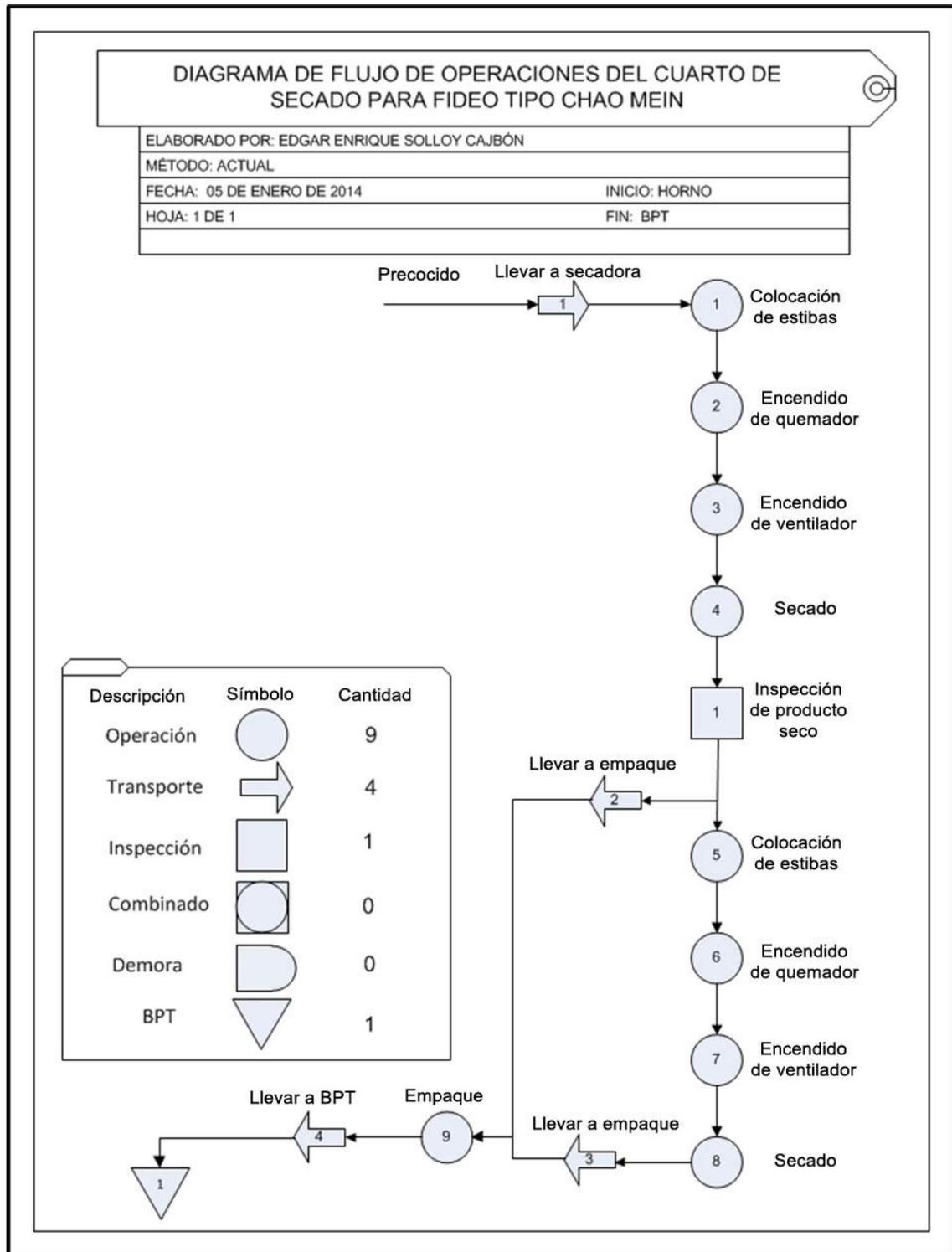
Inicialmente se transporta el producto de los hornos hacia el cuarto de secado, donde las estibas de bandejas están acomodadas de par en par con alzas de madera de cinco centímetros entre cada una; cuando el proceso de armado de estibas finaliza se procede a encender el quemador el cual trabaja para el primer período cuatro horas y media y para el segundo una hora y media.

Los ventiladores empiezan a funcionar una hora después de que el quemador esté encendido y la temperatura haya aumentado, los cuales trabajan durante 16 horas. Cuando el proceso de secado termina, el producto se transporta al área de empaque.

#### **2.3.1. Diagrama de flujo de operaciones**

La siguiente figura muestra el diagrama de flujo de operaciones del cuarto de secado actual. Una peculiaridad que se pudo observar es que el proceso se repite para que el producto resulte totalmente seco y se pueda trasladar hacia el área de empaque.

Figura 10. Diagrama de flujo de secado



Fuente: elaboración propia.

### **2.3.1.1. Estudio de tiempos en el cuarto de secado**

Se pretende estandarizar el tiempo empleado en los diferentes procesos en el cuarto de secado. Por lo tanto, se registrarán los tiempos de los procesos durante un periodo de quince días, con un número de muestras de quince para obtener el tiempo estándar, ya que este es el tiempo de dejar un trabajador promedio utilizar en una operación o un determinado proceso.

Para determinar los respectivos tiempos, se establecieron los siguientes datos:

- Número de muestras: 15
- Factor de calificación: 100%
- Porcentaje de tolerancias: 112%
- Número de trabajadores: 2

Se determinó que el factor de calificación es de un 100% debido a que la persona que realiza el proceso es un trabajador experimentado en los siguientes factores: condiciones laborales, habilidad, destreza y esfuerzo requerido para la realización del trabajo. El porcentaje de tolerancia es de 112% debido a que en la actualidad se realizan mantenimientos preventivos al equipo del cuarto de secado; además, se toma en cuenta lo siguiente: demoras personales, retrasos inevitables y fatiga.

En el proceso de secado interviene dos trabajadores de la jornada diurna con un promedio de 4.5 horas. Como el proceso actualmente se realiza en 16 horas, el encargado de apagar el equipo es una persona del turno nocturno; para que al siguiente día se vuelve a realizar el proceso.

### 2.3.1.1.1. Tiempo de colocación de estibas de bandejas

La siguiente tabla presenta datos obtenidos durante 15 días, el tiempo se indica en minutos y se determinó que el promedio para la colocación de las estibas de bandejas es de 41,33 minutos en total para ambos periodos.

Tabla IX. **Tiempo de colocación de estibas**

Número	Tiempo 1	Tiempo 2	Total
1	30	11	41,00
2	28	12	40,00
3	32	10	42,00
4	31	12	43,00
5	30	13	43,00
6	29	11	40,00
7	30	10	40,00
8	29	12	41,00
9	28	11	39,00
10	31	12	43,00
11	32	10	42,00
12	33	11	44,00
13	30	12	42,00
14	28	12	40,00
15	29	11	40,00
PROMEDIO			41,33

Fuente: elaboración propia.

En esta tabla el primer tiempo cronometrado representa la colocación de las 14 estibas para iniciar el proceso de secado, varía debido a la rotación y la mayor o menor experiencia de personal.

La variación de los dos tiempos cronometrados, se debe a que el proceso se detiene y se muestrea el producto seco para trasladarlo al área de empaque;

y el restante que se encuentra húmedo se vuelve a estibar un aproximando del 25% al 30% de bandejas del conteo inicial.

### 2.3.1.1.2. Tiempo de operación de ventiladores

Tabla X. Tiempos de operación de ventiladores

Número	Tiempo 1	Tiempo 2	Total
1	12	4	16
2	12	4	16
3	12	4	16
4	12	4	16
5	12	4	16
6	12	4	16
7	12	4	16
8	12	4	16
9	12	4	16
10	12	4	16
11	12	4	16
12	12	4	16
13	12	4	16
14	12	4	16
15	12	4	16
PROMEDIO			16

Fuente: elaboración propia.

El tiempo promedio en la operación de los ventiladores no varía debido a que estos trabajan continuamente sin interrupción para cada periodo hasta que finalice el proceso de secado.

### 2.3.1.1.3. Tiempo de operación del quemador

Para la operación del quemador el tiempo promedio durante los 15 días observados fue de seis horas incluyendo ambos periodos.

Tabla XI. Tiempos de operación del quemador

Número	Tiempo 1	Tiempo 2	Total
1	4,5	1,5	6
2	4,5	1,5	6
3	4,5	1,5	6
4	4,5	1,5	6
5	4,5	1,5	6
6	4,5	1,5	6
7	4,5	1,5	6
8	4,5	1,5	6
9	4,5	1,5	6
10	4,5	1,5	6
11	4,5	1,5	6
12	4,5	1,5	6
13	4,5	1,5	6
14	4,5	1,5	6
15	4,5	1,5	6
PROMEDIO			6

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.1.2. Análisis de costos

Toda actividad en una empresa genera un costo y un gasto, algunas agregan valor al producto y otras que no. Para el proceso de secado del fideo tipo chao mein existen tres costos: el primero es el costo de la energía eléctrica que consumen los ventiladores durante su funcionamiento; el segundo es el costo de la mano de obra, y el tercero es el costo del consumo de GLP.

Para el costo de producción se deben identificar factores como la materia prima, la mano de obra y los costos indirectos de fabricación. A continuación se desglosan los que intervienen en este proceso.

Las materias primas son: harina de trigo y agua. La mano de obra directa es la que el operador realiza durante el proceso. En los costos indirectos de fabricación se incluyen: energía eléctrica, personal de limpieza, supervisor.

#### **2.3.1.2.1. Costo de energía eléctrica**

El cálculo de energía eléctrica se realizará para los dos ventiladores que se encuentran en operación, cada uno es de  $\frac{1}{2}$  caballo de fuerza (HP por sus siglas en inglés), los cuales trabajan a 1750 revoluciones por minuto, se tomará el consumo nominal del 90 % para realizar el cálculo.

$$1 \text{ HP} = 736 \text{ watts}$$

$$\frac{1}{2} \text{ HP} = 368 \text{ watts}$$

Como el motor trabajará al 90% su consumo en watts es igual a 331.2 watt hora.

El costo de la energía sin IVA es igual a 1.774677 Q/kWh

$$\text{Consumo del ventilador} = 331.2 \text{ watt/h} * 16 \text{ h} * 24 = 127180.8 \text{ watts}$$

$$\text{Consumo del ventilador} = 127.1808 \text{ kW}$$

$$\text{Costo (sin IVA)} = 127.1808 \text{ kW} * 1.774677 \text{ Q/kWh} = \text{Q}225.70$$

$$\text{Costo (con IVA)} = \text{Q}252.784 \text{ al mes}$$

Costo total de energía consumida de dos ventiladores =  $Q252.784 * 2 = Q 505.56$

El costo del consumo de energía para ambos ventiladores es de Q 505.56 quetzales al mes.

### 2.3.1.2.2. Costo de mano de obra

El costo de la mano de obra se calcula con base en las horas que los colaboradores emplean en este proceso:

Tabla XII. **Total de horas hombre trabajadas**

Tiempo en horas	Colocación de estibas	Transporte de bandejas	Horas por periodo	Número de colaboradores	Horas hombre	Días trabajados	Horas hombre mensuales
Primer período	0.5	1	1.5	2	3	24	72
Segundo período	0.25	0.5	0.75	2	1.5	24	36
<b>TOTAL</b>							<b>108</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior muestra el cálculo de las horas hombre mensuales que se tomarán de base para determinar el costo mensual de mano de obra.

Tabla XIII. **Costo de la mano de obra**

Horas hombre mensuales	Costo de mano de obra por hora	Costo total
108	Q. 8.93	Q.964.44

Fuente: elaboración propia.

El costo total de la mano de obra empleada en el proceso de secado asciende a Q 964.44 quetzales al mes, tomando como base el salario mínimo del año en curso.

### 2.3.1.2.3. Costo de gas licuado de petróleo (GLP)

Para realizar el cálculo con respecto al consumo de GLP, se tomará en cuenta que, según el dato proporcionado por la empresa, cada 11 días llenan el cilindro de gas que tiene una capacidad de 500 galones, esto quiere decir que:

$$500 \text{ galones} / 11 \text{ días} = 45.45 \text{ galones diarios}$$

Según lo anterior los cálculos del costo de gas quedan de la siguiente manera:

Tabla XIV. **Costo de GLP**

Galones diarios	Días laborados	Galones mensuales	Precio por galón	Costo total
45.45	24	1090.8	Q. 24.00	Q. 26,179.20

Fuente: elaboración propia.

La empresa proporcionó el costo mensual de agua potable el cual asciende a Q. 25.00 fijos, para realizar el costo se asignará un porcentaje acorde al consumo que utilizan en el área de secado.

Tabla XV. **Costo de agua potable**

% asignado	Precio mensual	Costo de agua
5	Q. 25.00	Q. 1.25

Fuente: elaboración propia.

La empresa proporcionó el costo mensual de limpieza, el cual asciende a Q. 40.00 fijos, para realizar el costo se asignará un porcentaje acorde a los desechos que se generan en el área de secado.

Tabla XVI. **Costo de limpieza**

<b>% asignado</b>	<b>Precio mensual</b>	<b>Costo de limpieza</b>
15	Q. 40.00	Q. 6.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Costos indirectos de fabricación**

<b>Costos indirectos</b>	<b>Costo total</b>
Agua	Q. 1.25
Limpieza	Q. 6.00
<b>Total</b>	<b>Q. 7.25</b>

Fuente: elaboración propia.

Los costos asociados al proceso de secado se resumen en la siguiente tabla:

Tabla XVIII. **Costos de operación actual**

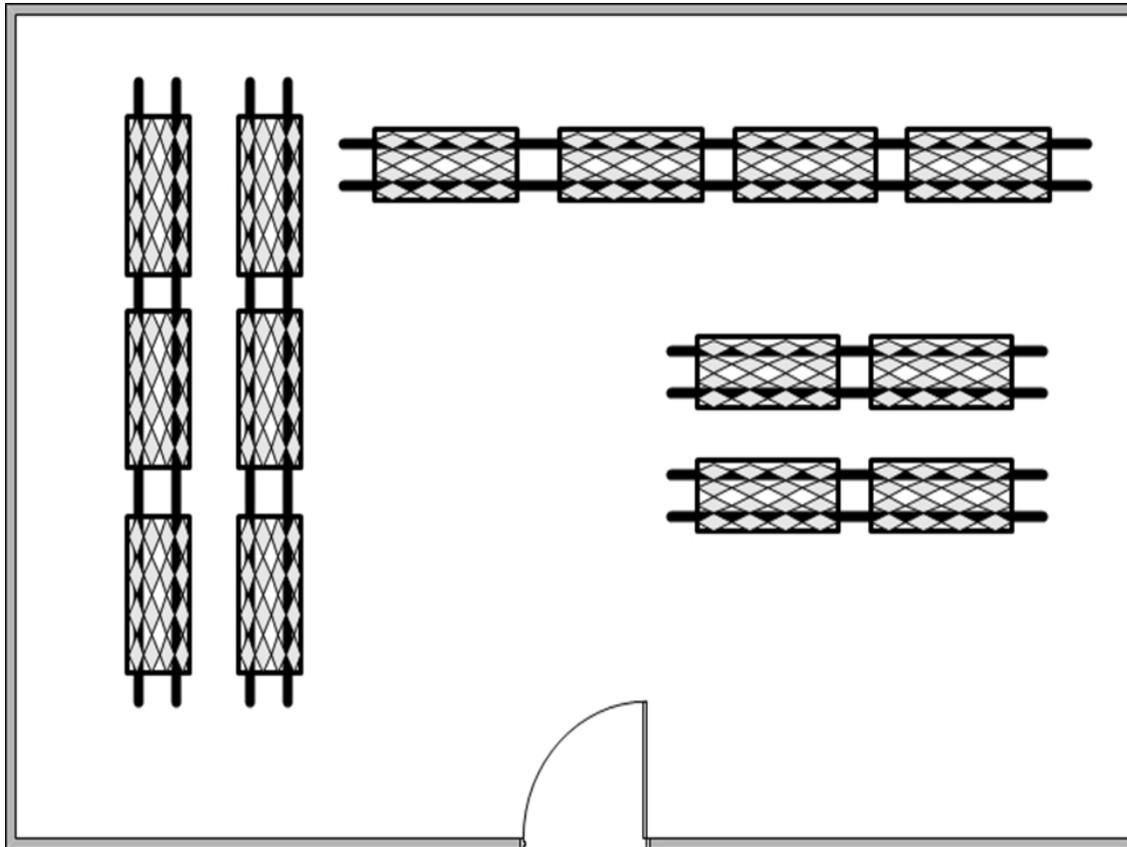
<b>Costos de operación por mes</b>	<b>Total</b>
Energía eléctrica	Q. 505.56
Mano de obra	Q. 964.44
GLP	Q. 26,179.20
Costos indirectos	Q. 7.25
<b>Total</b>	<b>Q. 27,656.45</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.2. Diagrama de ubicación de estibas de bandejas

La ubicación de las 14 estibas de bandejas con producto se muestra en la siguiente figura.

Figura 11. **Ubicación de estibas de bandejas en el cuarto de secado**

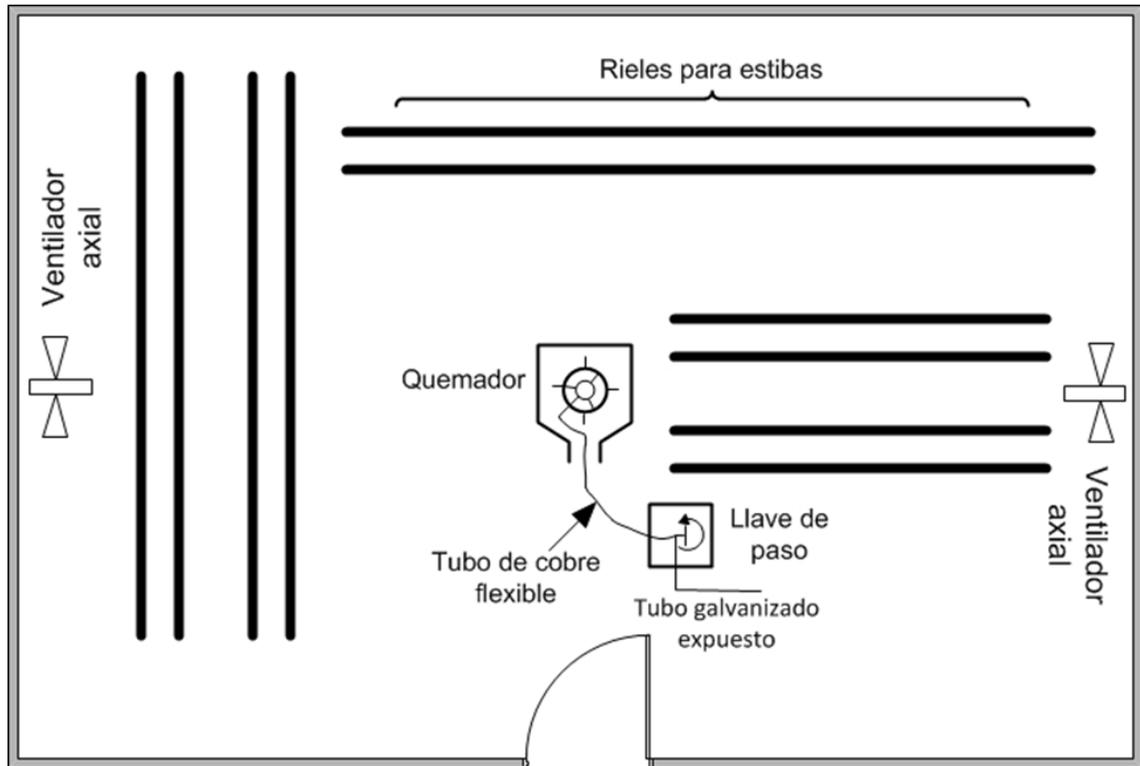


Fuente: elaboración propia.

### 2.3.3. Diagrama de ubicación de ventiladores y quemador

La siguiente figura detalla la ubicación de los ventiladores axiales murales de 24 pulgadas las cuales operan de manera opuesta y están ubicados a una altura de un (1) metro con veinte (20) centímetros; de igual manera se muestra la ubicación del quemador y sus respectivas tuberías con alimentación de GLP.

Figura 12. Diagrama de ubicación de ventiladores y quemador en el cuarto de secado



Fuente: elaboración propia.

#### 2.4. Proceso de empaclado

El producto ya seco es trasladado al área de empaque. El proceso de empaque consiste en introducir dos maletías de fideo en bolsas individuales, el cual se repite hasta obtener 50 paquetes; posteriormente estos se ordenan en una bolsa de una arroba para tener el producto terminado.

### 2.4.1. Diagrama bimanual de empaque

Los *Therbligs* son los 17 movimientos físicos elementales que se requieren para completar cualquier tarea laboral; son principalmente usados en el estudio de la productividad motriz del operador en su estación de trabajo. Los *Therbligs* son divididos en dos ramas: los efectivos y los inefectivos. Los efectivos agregan valor a cualquier operación, mientras que los inefectivos sólo agregan costos.

#### Efectivos:

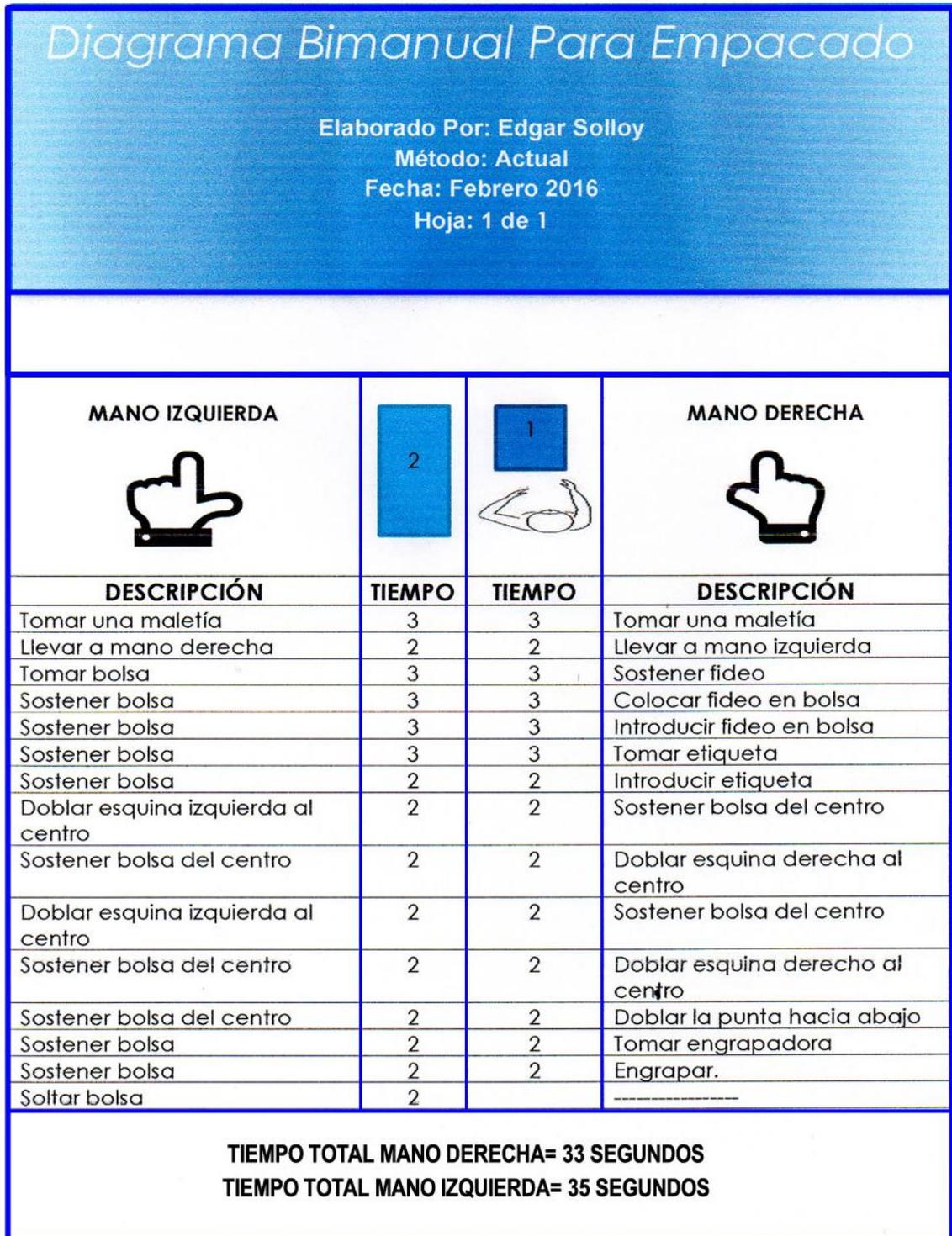
- alcanzar
- tomar
- mover
- preposicionar
- usar
- ensamblar
- desensamblar
- soltar

#### Inefectivos:

- buscar
- encontrar
- seleccionar
- demora evitable
- demora inevitable
- planear
- posicionar
- inspeccionar
- sostener

Los *Therbligs* utilizados para el proceso de empaque se detallan en la siguiente figura.

Figura 13. Diagrama bimanual de empaque de fideo



Fuente: elaboración propia.

## **2.5. Análisis de problemas**

La palabra problema se define en el ámbito de la industria como: algo que pone en peligro la capacidad de la organización para alcanzar sus objetivos; en este caso se estarán analizando los posibles problemas que están asociados al proceso de secado del producto en la empresa.

### **2.5.1. Ubicación de las estibas de bandejas**

Un factor importante en el proceso de secado del fideo es la colocación y ubicación de las estibas de bandejas. La empresa determina la cantidad a colocarse dentro del cuarto; por lo tanto, al final del primer periodo se puede observar que cierta cantidad de producto sale húmedo y el resto necesita secarse nuevamente.

### **2.5.2. Ventiladores**

La ventilación en el cuarto de secado es esencial, por lo cual, es importante una ventilación óptima del producto en el proceso; la dimensión, cantidad y posición de los ventiladores no es la adecuada para que la fluidez del aire caliente circule de manera constante en el cuarto debido a que se necesita repetir el proceso para obtener lo deseado.

### **2.5.3. Quemador**

Un quemador es un dispositivo para quemar combustible líquido, gaseoso o ambos y producir calor generalmente mediante una llama, su estructura tiene las siguientes dimensiones: 60 cm de altura, 40 cm de profundidad, y 60 cm de ancho. Fabricada de ladrillo tayuyo, el funcionamiento del conjunto es

indispensable para calentar el aire en el cuarto de secado; después de una hora su combustión empieza a desvanecerse lo cual ocasiona una alteración en la temperatura provocada por factores a estudiar.

#### **2.5.4. Tiempo**

A través de la observación directa y con instrumentos de medición se obtuvo cierta cantidad de datos que permitió determinar un promedio del tiempo del proceso de secado, el cual se realiza en dos períodos y además representa gastos innecesarios asociados al proceso los análisis aumentan en proporción al tiempo del secado.

#### **2.5.5. Humedad**

La humedad ambiental está asociada al nivel de vapor de agua que está presente en el aire, la cual se representa en las paredes y el piso del cuarto de secado debido a factores que serán objeto de estudio.

#### **2.5.6. Renovación del aire**

El cuarto de secado tiene un encierro total durante todo el proceso lo cual implica que adentro se encuentre un aire viciado (aire en espacios cerrados sin renovarse), ya que se pudo observar que el suelo del cuarto se mantiene húmedo después de una hora de iniciado el proceso.



### **3. OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO**

Los elementos básicos de la optimización son: el GLP, la energía eléctrica, la mano de obra y el tiempo empleado en la misma. Si la eficiencia es la realización de una tarea con la mejor calidad al más bajo costo, se pretende optimizar el cuarto de secado al aumentar la eficiencia en el proceso.

Para llevar a cabo una optimización acorde al proceso muy particular del secado del fideo tipo chao mein, se explica la terminología que permitirá un mejor entendimiento del problema y su solución.

#### **3.1. Principios generales de secado**

Las condiciones con las cuales el producto llega al punto denominado seco, oscila entre el 15 % y el 18 % de humedad. Si el fideo tipo chao mein tiene una humedad menor al 14 %, se denomina quebradizo, debido a que las partículas de agua escasean y la pasta se agrieta; en estas condiciones, el fideo pierde su resistencia y es irreversible, lo cual impide ser empacado y, por lo tanto, se considera como desperdicio.

Si la humedad es mayor al 19 %, aunque el producto se encuentra parcialmente seco, pero se puede empacar en ciertas partes se encuentra húmedo; dentro del empaque el producto empieza su descomposición natural debido a que se cataloga dentro de los desechos orgánicos y tiene un promedio de 3 semanas a 4 meses para biodegradarse.

De lo anterior, se pudo observar que el proceso de secado es de gran importancia y se necesitan controles adecuados para que el producto no resulte quebradizo ni parcialmente seco, porque en ninguno de los dos casos el producto es aceptable.

### 3.1.1. Temperatura

“Son tres las escalas de temperatura que están en uso actualmente. Sus unidades son °F (grados Fahrenheit), °C (grados Celsius) y K (Kelvin). En la escala Fahrenheit, la más usada en Estados Unidos fuera de los laboratorios, se definen los puntos de congelación y ebullición normales del agua como 32°F y 212°F, respectivamente.

La escala Celsius divide el intervalo entre los puntos de congelación (0°C) y ebullición (100°C) del agua en 100 grados. El Kelvin es la unidad básica de temperatura del SI; se trata de una escala de temperatura absoluta. Por absoluta debe entenderse que el 0 de la escala Kelvin, denotado como 0 K, es la temperatura más baja que puede alcanzarse en teoría. Por otra parte, 0°F y 0°C se basan en el comportamiento de una sustancia elegida arbitrariamente, el agua.

Fórmula para convertir grados Fahrenheit a Celsius, se escribe:

$$?^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32^{\circ}\text{F}) \times \frac{5^{\circ}\text{C}}{9^{\circ}\text{C}}$$

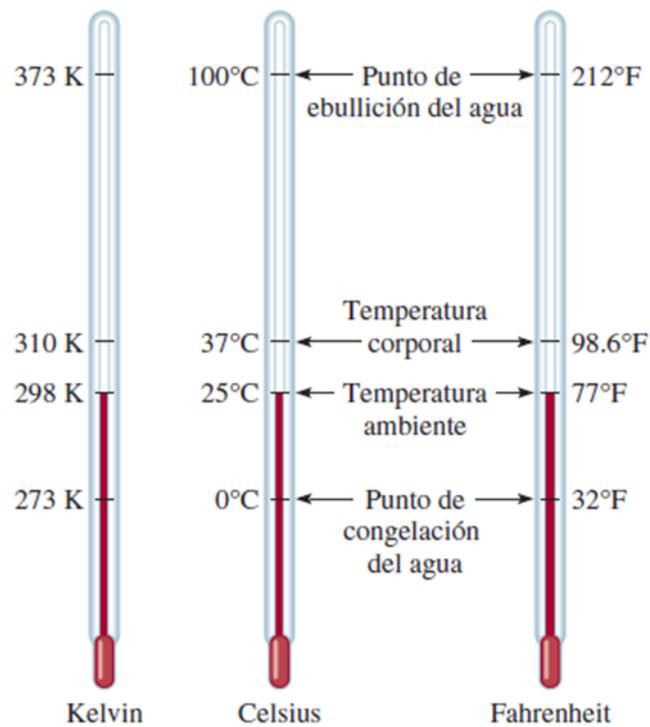
La siguiente ecuación se utiliza para convertir grados Celsius a grados Fahrenheit:

$$?^{\circ}\text{F} = \frac{5^{\circ}\text{F}}{9^{\circ}\text{C}} \times (^{\circ}\text{C}) + 32^{\circ}\text{F}$$

La ecuación siguiente se utiliza para convertir grados Celsius a Kelvin:

$$?^{\circ}\text{K} = (^{\circ}\text{C} + 273.15^{\circ}\text{C}) \times \frac{1\text{K}}{1^{\circ}\text{C}} \quad \text{“1”}$$

Figura 14. **Escala de temperaturas**



Fuente: CHANG, Raymond. *Química*. p. 20.

La siguiente tabla muestra las temperaturas medidas en el cuarto de secado durante un periodo de diez días, los datos obtenidos de la temperatura uno a la cuatro se registraron cada hora desde el inicio del proceso, sin medir la

<sup>1</sup> CHANG, Raymond. *Química*. p. 19.

temperatura inicial del cuarto de secado, los datos de la temperatura cinco se obtuvieron en el segundo periodo del proceso.

Tabla XIX. **Mediciones de temperaturas en el cuarto de secado**

<b>MONITOREO DE TEMPERATURAS EN EL CUARTO DE SECADO</b>					
	temperatura 1	temperatura 2	temperatura 3	temperatura 4	temperatura 5
día 1	42	36	38	40	40
día 2	41	36	38	41	40
día 3	42	37	39	40	41
día 4	40	34	37	40	41
día 5	42	36	38	40	40
día 6	41	36	39	40	41
día 7	39	35	38	40	40
día 8	40	35	38	40	41
día 9	42	36	38	40	41
día 10	41	37	39	41	40
Promedio	41	36	38	40	41

Fuente: elaboración propia.

La temperatura uno varía en función de la temperatura ambiente debido a que si se encuentra en unos 27°C el cuarto de secado fácilmente puede llegar a 42°C, pero si la temperatura inicial es de 25°C el cuarto de secado mantiene una lectura máxima de 40°C.

La temperatura dos y tres varían en función de la combustión que mantenga el quemador, el cual incide con la humedad que mantiene el aire dentro del cuarto de secado. La temperatura cuatro aumenta debido a que la humedad disminuye después de cuatro horas de iniciado el proceso y la oxidación del quemador se da en mejor proporción.

Para que la temperatura se optimice se debe de tomar en cuenta la temperatura inicial del cuarto de secado y llevar un registro de la misma, también la combustión del quemador, debido a que como se explicará

posteriormente, si algún elemento en la oxidación disminuye esta no se da en un cien por ciento, lo cual incide directamente en la variación de los tiempos registrados; el triángulo de la combustión, el cual será objeto de optimización en los siguientes apartados.

### 3.1.2. Propiedad de la adhesión del agua

“Aunque el concepto de molécula se remonta al siglo XVII, no fue sino a principios del siglo XX que los químicos empezaron a comprender cómo y por qué se forman las moléculas. El primer avance importante en este sentido surgió con la proposición de Gilbert Lewis de que la formación de un enlace químico implica que los átomos compartan electrones. Lewis describió la formación de un enlace químico en el hidrógeno como:  $H \cdot + \cdot H \rightarrow H : H$ .

Este tipo de apareamiento de electrones es un ejemplo de enlace covalente, un enlace en el que dos electrones son compartidos por dos átomos. Los compuestos covalentes son aquellos que sólo contienen enlaces covalentes. Para simplificar, el par de electrones compartidos se representa a menudo como una sola línea. Así, el enlace covalente de la molécula de hidrógeno se escribe como H—H. En el enlace covalente, cada electrón del par compartido es atraído por los núcleos de ambos átomos. Esta atracción mantiene unidos a los dos átomos en la molécula de H<sub>2</sub> y es la responsable de la formación de enlaces covalentes en otras moléculas.”<sup>2</sup>

“Consideremos la estructura de Lewis para la molécula de agua. Señala el símbolo de puntos de Lewis para el oxígeno con dos puntos no apareados o dos electrones no apareados, por lo que esperamos que el oxígeno pueda formar dos enlaces covalentes. Como el hidrógeno tiene un solo electrón, sólo

---

<sup>2</sup> **Ibid.** p. 374.

puede formar un enlace covalente. De modo que la estructura de Lewis para el agua es:



En este caso, el átomo de O tiene dos pares libres, en tanto que el átomo de hidrógeno carece de pares libres porque usó su único electrón para formar un enlace covalente.”<sup>3</sup>

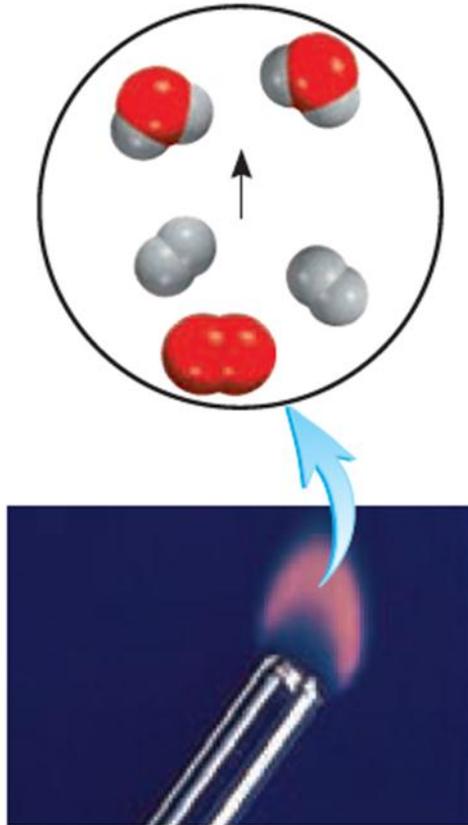
“Por otra parte, la aseveración: “el hidrógeno se quema en presencia de oxígeno para formar agua”, describe una propiedad química del hidrógeno, ya que a fin de observar esta propiedad debe ocurrir un cambio químico, en este caso, la combustión. Después del cambio, desaparece la sustancia química original, el hidrógeno, y sólo queda otra sustancia química distinta, el agua. Es imposible recuperar el hidrógeno a partir del agua mediante un cambio físico, como la ebullición o congelación.”<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> **Ibid.** p. 375.

<sup>4</sup> **Ibid.** p. 15.

Figura 15. **Combustión del hidrógeno en el aire para formar agua**



Fuente: CHANG, Raymod *Química*. p. 15.

Lo que se pretende para optimizar el secado del fideo es romper el enlace covalente del agua para lo cual existen dos formas: inyectando hidrógeno o alcanzando una temperatura mayor a  $40^{\circ}\text{C}$ . Para fines prácticos, el cuarto de secado deberá mantener su temperatura estable para poder romper dicho enlace.

### 3.1.3. Combustión

“Un proceso de combustión es una reacción química de oxidación muy rápida acompañada de un flujo de calor exotérmico grande y de un flujo de sustancias que desaparecen, los reactivos, y de sustancias que aparecen, los productos y las sustancias. Debido al flujo de calor producido al reaccionar los reactivos dando los productos, estos últimos alcanzan un alto nivel térmico, emitiendo radiación electromagnética en el espectro visible.

También es una oxidación lenta acompañada de liberación de calor a un ritmo bajo y sin emisión de luz, pero en este caso, no es el proceso típico al que se denomina habitualmente combustión.

En el proceso de oxidación, lento o rápido, se produce una ruptura de enlaces químicos y la formación de otros nuevos, dando lugar a sustancias distintas de las iniciales, y en ese proceso de ruptura y formación de enlaces es en el que se produce la liberación de energía térmica.”<sup>5</sup>

“En general, un sistema reactivo es un sistema heterogéneo en su composición, dónde no se encuentran mezclados los reactivos antes del proceso. Por el interior del quemador, donde circula el combustible con una determinada velocidad, la composición de las partículas fluidas es la misma y corresponde a la del combustible.

En el exterior del quemador, y alejándose suficientemente de la llama, la composición del campo fluido es la del aire la cual es aproximadamente 21% de O<sub>2</sub>, y 79% de N<sub>2</sub>. Por el exterior de la llama, pero muy próxima a ella, la composición de las partículas fluidas corresponde a los productos del proceso

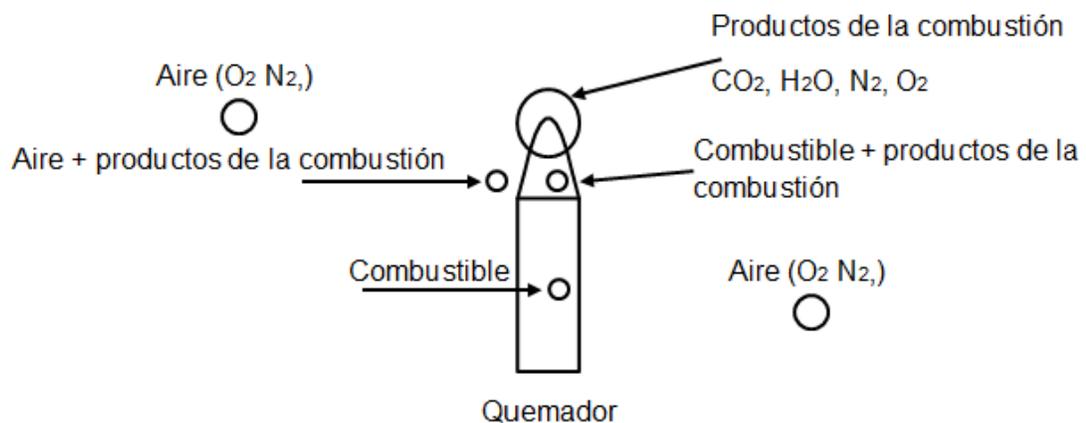
---

<sup>5</sup> SÁNCHEZ, Consuelo. *Teoría de la combustión*. p. 25.

de combustión con mayor o menor porcentaje de aire, mientras que el interior de la llama, y en función de la posición y del instante, la composición de las partículas fluidas tendrá mayor o menor porcentaje de combustible y de productos de la reacción de combustión.

La siguiente figura muestra la situación de un sistema reactivo heterogéneo, debiendo disponer de magnitudes que precisen con total exactitud la composición de cada punto o partícula del campo fluido en todo instante.”<sup>6</sup>

Figura 16. **Elementos de la combustión**



Fuente: SÁNCHEZ, Consuelo. *Teoría de la combustión*. p. 36.

Con base en la observación se determinó que la combustión disminuye gradualmente con relación al tiempo en que inician a funcionar los ventiladores, lo cual se da por la deficiencia de oxígeno en el aire dentro del cuarto de secado, porque se rompe el enlace covalente del agua en el fideo y realiza una transición hacia un nuevo enlace con el oxígeno que posee el interior de la secadora, creando una disminución de oxígeno insuficiente a lo que necesita la combustión del quemador.

<sup>6</sup> *Ibid.* p. 36.

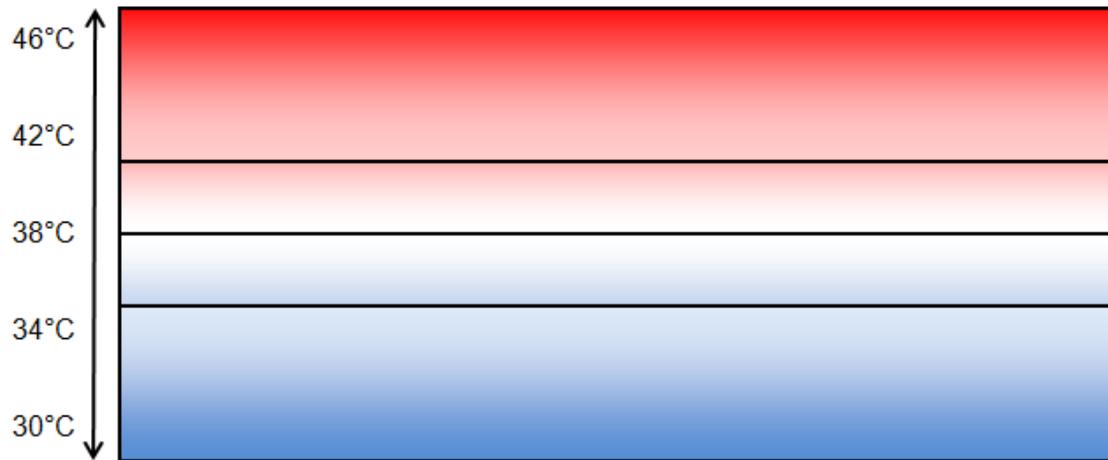
Se pretende que la combustión se mantenga a un 100 % durante todo el proceso. Para poder lograrlo se deberá de suministrar aire directamente hacia la combustión para que la oxidación sea óptima y no represente deficiencias por falta de algún componente.

#### **3.1.4. Flujo de aire caliente**

Es muy importante conocer los diferentes rangos de temperatura que se manejan internamente en el cuarto de secado ya que servirá como guía para realizar un muestreo del fideo seco y el potencialmente húmedo. El flujo de aire caliente va en función de la ubicación de las estibas y la posición de los ventiladores, el despeje de cada ventilador se ve afectado por los obstáculos que se encuentren frente a ellos.

La optimización del flujo de aire caliente servirá para que todo transite en una misma dirección lo cual ayudará a que las corrientes no colisionen y desvíen el aire en direcciones no deseadas, sino todo lo contrario que funcionen al ciento por ciento con corrientes artificiales de una manera eficiente.

Figura 17. Rango de temperaturas



Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Diseño de la optimización del cuarto de secado

En este apartado se aborda, de acuerdo al estudio realizado, la mejor ubicación del producto, la maquinaria, la temperatura, el flujo de aire caliente y la humedad, todo para mejorar el proceso de secado del producto, lo cual servirá para disminuir los costos asociados y resultará en una eficiente utilización del cuarto de secado, de esta forma el producto no se volverá a secar una segunda vez, así mismo aumentará el tiempo de vida de las bandejas debido a que los transportes serán menores.

#### 3.2.1. Estibas de bandejas

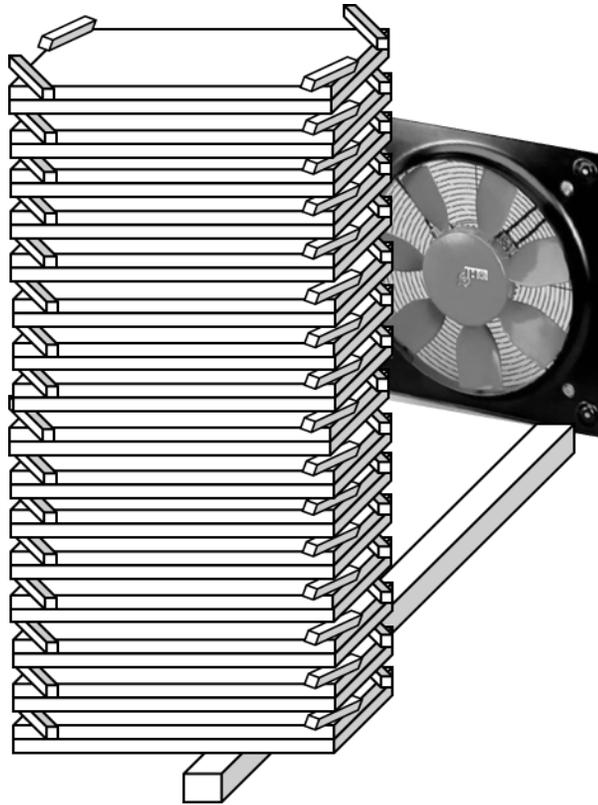
Este proceso es arduo y conlleva una mano de obra considerable ya que se debe de inspeccionar y seleccionar el producto seco para trasladarlo al área de empaque; luego volver a ubicar y armar nuevas estibas con el producto que se encuentra parcialmente seco.

De acuerdo al estudio realizado, se determinó que la ubicación de las estibas no es la adecuada debido a que cada una queda perpendicular al flujo de aire lo que impide que circule de manera eficiente; además, las bandejas más alejadas del ventilador no reciben ningún flujo de aire.

En el manual de elaboración de bandejas existe un apartado que indica la posición donde se colocan las dos tablitas de  $\frac{1}{2}$ " x 2" x 2', y es en la parte larga de la bandeja, una en cada lado, debido a esto el flujo de aire se desvía y no circula a través de las bandejas.

Para corregir este problema se deberán de girar las estibas de las bandejas ya que, en la parte ancha de la bandeja, el aire no tendrá mayores topes para su circulación y esto generará un mejor flujo del aire, si esto se aplica a todas y cada una de las estibas se deberán de instalar diferentes ventiladores. Cambiarán totalmente su posición por lo que generará mejor flujo del aire.

Figura 18. **Estibas de bandejas y posición de ventilador**



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2. Ventiladores

Existen diversidad de ventiladores según el tamaño, despeje y el material de fabricación, los cuales se detallarán a continuación para verificar que tipo funcionará de mejor manera para el trabajo requerido ya que no existe un modelo específico para el secado de fideo tipo chao mein.

Ventilador axial: la característica principal de este tipo de ventilador es que el eje del motor está conectado directamente con la propela, y giran con la misma relación del motor que básicamente es de 1750 revoluciones por minuto. El despeje está en función del diámetro de la propela.

Este modelo de ventilador oscila de precio entre Q1,200.00 a Q3,300.00 dependiendo del tamaño de la propela la cual se mide en pulgadas.

Figura 19. **Ventilador axial**



Fuente: [http://universal-machines.com/Ventilador\\_Industrial\\_Sun\\_Fan\\_\\_\\_Series-product52-107](http://universal-machines.com/Ventilador_Industrial_Sun_Fan___Series-product52-107)

13 de julio de 2014.

Tabla XX. **Modelos y despejes de ventiladores axiales**

Modelo	Voltios	Wats	M <sup>3</sup> / Minuto
12"	110	70	22.5 M <sup>3</sup> / Minuto
14"	110	90	35 M <sup>3</sup> / Minuto
16"	110	130	48 M <sup>3</sup> / Minuto
18"	110	280	76 M <sup>3</sup> / Minuto
24"	110	600	145 M <sup>3</sup> / Minuto

Fuente: [http://universal-machines.com/Ventilador\\_Industrial\\_Sun\\_Fan\\_\\_\\_Series-product52-107](http://universal-machines.com/Ventilador_Industrial_Sun_Fan___Series-product52-107)

13 de julio de 2014.

Ventilador industrial axial: este ventilador varía desde 32" hasta 54"; las revoluciones por minuto son menor aunque su despeje es mayor que el axial debido al tamaño de la propela; tiene una reducción en sus revoluciones por medio de poleas y fajas; que trabajan en promedio a 500 revoluciones por minuto.

Su precio es bastante alto. El modelo de 42" se cotiza en el mercado entre Q8,000.00 hasta Q11,500.00 y los de 54" de Q13,000.00 hasta Q17,500.00 debido al tamaño, material y marca del motor.

Figura 20. **Ventilador industrial axial**



Fuente: [http://universal-machines.com/Ventilador\\_Industrial\\_FRP\\_Series-product52-106](http://universal-machines.com/Ventilador_Industrial_FRP_Series-product52-106) 13 de julio de 2014.

Tabla XXI. **Modelos y despejes de ventiladores industriales axiales**

Modelo	Voltios	HP	RPM	M <sup>3</sup> / Minuto
42"	110	1	530	428.5 M <sup>3</sup> / Minuto
54"	220	2	470	1000 M <sup>3</sup> / Minuto

Fuente: [http://universal-machines.com/Ventilador\\_Industrial\\_FRP\\_Series-product52-106](http://universal-machines.com/Ventilador_Industrial_FRP_Series-product52-106) 13 de julio de 2014.

Ventilador industrial tubaxial: es de un rango pesado ya que está construido de hierro fundido y motor de hasta 3HP. El modelo de 30" puede llegar a un precio de Q. 30,000.00; el diseño en forma de tubo crea una succión en la parte trasera y un despeje básicamente direccional perpendicular a la propela sin extenderse el aire en otra dirección.

Figura 21. **Ventilador industrial tubaxial**



Fuente: [http://www.famaindustrialgt.com/index.php?option=com\\_virtuemart&view=category&virtuemart\\_category\\_id=1&Itemid=137](http://www.famaindustrialgt.com/index.php?option=com_virtuemart&view=category&virtuemart_category_id=1&Itemid=137) 13 de julio de 2014.

Tabla XXII. **Modelos y despejes de ventiladores industriales tubaxiales**

<b>Modelo</b>	<b>Voltios</b>	<b>HP</b>	<b>RPM</b>	<b>M<sup>3</sup> / Minuto</b>
16"	110	1/2	1720	95 M <sup>3</sup> / Minuto
18"	110	1/2	1720	120 M <sup>3</sup> / Minuto
20"	110	1	1720	150 M <sup>3</sup> / Minuto
24"	220	2	1720	180 M <sup>3</sup> / Minuto
30"	220	3	1720	350 M <sup>3</sup> / Minuto

Fuente: [http://universal-machines.com/Ventilador\\_Industrial\\_Jaf\\_Ba\\_\\_Series-product52-110](http://universal-machines.com/Ventilador_Industrial_Jaf_Ba__Series-product52-110) 13 de julio de 2014.

Para la optimización del secado de las estibas se requiere de dos ventiladores más para el cuarto de secado; debido a que los ventiladores actuales son del tipo axial de 24" se optará por este modelo ya que se conoce su capacidad de secado. Se instalarán estos ventiladores adicionales para que en conjunto trabajen de forma eficiente para secar el producto en una sola operación y evitar repetir el proceso. Los mismos ascienden a un costo de Q6,600.00.

### 3.2.3. Quemador

“Generalmente en los quemadores se queman combustibles diferentes, como son combustibles líquidos y gaseosos. Para cada uno de estos combustibles existe un método de combustión óptimo. Sin embargo, si el quemador es diseñado para quemar diferentes combustibles, es necesario ajustar la combustión de cada combustible en el régimen óptimo.

En la combustión de cualquier clase de combustible, uno de los factores de mayor importancia que define las características del proceso de quemado y la eficiencia del diseño del quemador es el grado de mezclado del combustible con el aire en el quemador. Existen tres tipos de quemadores, los cuales están relacionados con los tres principios de combustión de gas y son los siguientes:

- Quemadores de mezclado exterior. Cuando el combustible gaseoso y el aire se mueven en la zona de combustión como flujos separados y su mezclado sucede en la flama.
- Quemadores de mezclado interior parcial. Como resultado, en la cámara de combustión del quemador se inyectan dos flujos separados. El primer flujo es el gas entremezclado con una parte de aire, indispensable para la combustión (aire primario). El segundo flujo es también aire remanente (aire secundario) agregado para completar el quemado del combustible.
- Quemadores de mezcla interior completa. Cuando la mezcla gas-vapor contiene todo el aire indispensable para la combustión, y se mueve a la zona de combustión.

Las principales funciones de los quemadores, se deben realizar las siguientes acciones:

- Aplicación en la zona de combustión de cantidades de gas y aire demandadas con parámetros iniciales dados.
- Mezclado de gas y aire de acuerdo al principio de quemado del gas.
- Prácticamente un quemado completo del gas en la zona de combustión.
- Pequeña resistencia aerodinámica del quemador.
- Operación efectiva del quemador en un amplio rango de productividad.”<sup>7</sup>

Se pretende que el quemador funcione al 100%, lo cual se podrá realizar con servicios programados cada 15 días, para verificar el estado del inyector ya que este se satura con los sedimentos que contiene el GLP, el cual llega a la zona de combustión por un flujo separado, pero el oxígeno se obtiene del aire, entonces sí, el aire de la secadora está húmedo no serviría, se debe de instalar un dispositivo suministrador de aire o un conducto directamente a la combustión.

#### **3.2.4. Renovación de aire**

Cuando se piensa en ventilación de edificios industriales se refiere al proceso mediante el cual el aire viciado del interior es reemplazado por aire fresco del exterior. Entonces, en este proceso se extrae el calor generado por diferentes fuentes; es decir, se efectúa un balance térmico: la cantidad de calor desplazado por el aire fresco es igual al calor ganado en el edificio menos el calor irradiado en este para mantener la temperatura interior constante.

“La renovación del aire dentro de una nave industrial se puede llevar a cabo por dos medios:

- renovación natural

---

<sup>7</sup>G, Polupan y G, Jarquin. *Proceso de mezclado del combustible gaseoso y aire en quemador rectangular*. p. 44.

- renovación forzada

De igual manera la renovación forzada se divide en:

- Estática
- Dinámica

En la ventilación natural se aprovechan los medios naturales disponibles para introducir aire al interior del edificio, pasarlo por él y expulsarlo, estos medios son los siguientes:

- La energía cinética del viento
- El tiro natural provocado por la diferencia de temperaturas, entre el aire interior y el aire exterior.

El movimiento del aire puede ocurrir por una de estas fuerzas actuando individualmente o la combinación de ambas, esto depende de las condiciones atmosféricas, del diseño del edificio, la localización y orientación del mismo.

La ventilación natural de edificios industriales se mide por el número de veces que cambia el volumen del aire por hora dentro del edificio, siendo éste aire exclusivamente el destinado a ventilación. Este número de renovaciones de aire por hora está en función del número de personas que se encuentran en él, del tipo de maquinaria y las operaciones del proceso, presentándose la situación más crítica en la época de verano en la cual se presenta la máxima temperatura.”<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup>Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 79.

Tabla XXIII. **Volumen de aire necesario por persona \* hora \* metro cúbico**

<b>Tipo de edificio</b>	<b>persona *Hr*m3</b>
Hospitales, salas generales	60
Hospitales, salas de heridos	100
Hospitales, salas de enfermedades	150
Talleres	60
Industrias insalubres	100
Teatros y sala de reuniones	50
Escuela de niños	15
Escuela de adultos	30
Estancias ordinarias	10

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 81.

Tabla XXIV. **Renovación del aire en número de veces/hora**

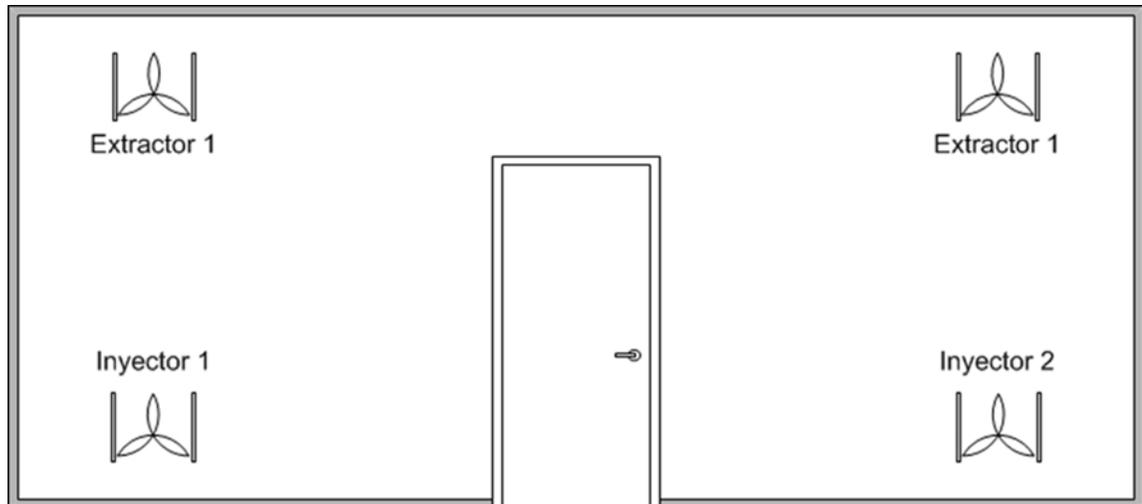
<b>Tipo de edificio</b>	<b>persona *Hr*m3</b>
Hospitales, salas generales	1
Dormitorios	2
Hospitales, enfermedades comunes	3 a 4
Hospitales, enfermedades epidémicas	5 a 6
Talleres	3 a 4
Teatros	3 a 4

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 81.

### 3.3. Propuesta para el cuarto de secado

Se pretende optimizar la utilización del cuarto de secado, y para ello se deberá implementar un sistema de renovación de aire forzada dinámica, esto se requiere porque está relacionado directamente proporcional con la teoría del enlace covalente. Si el aire en el cuarto de secado no es renovado disminuye el oxígeno dentro del mismo por tanto se mantiene la humedad en el producto. A continuación, se presenta una propuesta.

Figura 22. **Propuesta de inyectores y extractores de aire**



Fuente: elaboración propia.

Lo mismo sucede con la combustión porque necesita oxígeno para un funcionamiento óptimo.

Debido a que no existe una categoría específica para los cuartos de secado se deberá tomar como referencia el edificio tipo taller. La renovación de aire para esta categoría es de tres a cuatro veces por hora que coincide con las pruebas realizadas en la operación del cuarto de secado.

El volumen del cuarto de secado es de  $90 \text{ m}^3$ , obtenido este dato se verificó el despeje de cada ventilador y se pudo determinar que se necesitan dos ventiladores con despejes de  $22,5 \text{ m}^3/\text{minuto}$  trabajando como inyectores, durante dos minutos cada uno; y a su vez dos extractores con las mismas especificaciones y operaciones. El costo total de estos ventiladores asciende a la cantidad de Q4,800.00 a un precio de Q1,200.00 cada uno y dos tubos inyectores de metal que servirán para una mejor combustión del quemador con un costo de Q721.00, cuya inversión inicial ascendería a Q12,121.00.

### 3.4. Costos

Una razón para optimizar un proceso en general es la disminución de costos o inclusive eliminación de algunos, esto dependerá del tipo de producción, proceso y producto. El proceso de secado del fideo tipo chao mein conlleva costos significativamente altos, de allí parte la importancia de realizar una evaluación objetiva para mejorar el proceso y obtener una utilidad mayor, sin disminuir la calidad del producto.

#### 3.4.1. Energía eléctrica

El cálculo de energía eléctrica se realizará para dos ventiladores que se encuentran en operación, cada uno de ½ caballo de fuerza (HP por sus siglas en inglés), los cuales trabajan a 1750 revoluciones por minuto. Se tomará el consumo nominal del 90 % para realizar el cálculo.

1 HP = 736 watts

½ HP = 368 watts

Como el motor trabajará al 90 % su consumo en watts es igual a 331.2 watt hora

El costo de la energía sin IVA es igual a 1.774677 Q/kWh

Consumo del ventilador =  $331.2 \text{ watt/h} * 12 \text{ h} * 24 = 95\,385.6 \text{ watts}$

Consumo del ventilador = 95.3856 kW

Costo (sin IVA) =  $95.3856 \text{ kW} * 1.774677 \text{ Q/kWh} = \text{Q}169.28$

Costo (con IVA) = Q189.59 al mes

Costo total de energía consumida de dos ventiladores actuales

Ctventiladores =  $\text{Q}189.59 * 2 = \text{Q}379.18$

Cálculo de energía eléctrica para los dos nuevos ventiladores de 600 watts trabajando al 90 % de eficiencia.

Como el motor trabajará al 90 %, su consumo en watts es igual a 540 watt hora.

El costo de la energía sin IVA es igual a 1.774677 Q/kWh.

Consumo del ventilador =  $540 \text{ watt/h} * 12 \text{ h} * 24 = 155,520 \text{ watts}$

Consumo del ventilador = 155.52 kW

Costo (sin IVA) =  $155.52 \text{ kW} * 1.774677 \text{ Q/kWh} = \text{Q}276$

Costo (con IVA) = Q309.11 al mes

Costo total de energía consumida de los dos ventiladores nuevos

Ctventiladores =  $\text{Q}309.11 * 2 = \text{Q} 618.23$

Cálculo de energía eléctrica para los ventiladores de 70 watts al 90 % de eficiencia.

Como el motor trabajará al 90 %, su consumo en watts es igual a 63 watt hora.

El costo de la energía sin IVA es igual a 1.774677 Q/kWh.

Consumo del ventilador =  $63 \text{ watt/h} * 12 \text{ h} * 24 = 18,144 \text{ watts}$

Consumo del ventilador = 18.44 kW

Costo (sin IVA) =  $18.44 \text{ kW} * 1.774677 \text{ Q/kWh} = \text{Q} 32.19$

Costo (con IVA) = Q36.06 al mes

Costo total de energía consumida de los dos inyectores y los dos extractores ya que son iguales y trabajarán los mismos tiempos, el cálculo se deberá multiplicar por cuatro.

Ctventiladores =  $\text{Q}36.06 * 4 = \text{Q} 144.25$

El costo del consumo de energía para los cuatro ventiladores es de Q 758.36 quetzales al mes.

### **3.4.2. Gas licuado de petróleo**

Para el consumo de gas se tomará como base el precio proporcionado por la empresa para los cálculos preliminares debido a que siempre existe una fluctuación en los precios internacionales del petróleo que afectan el precio del gas en Guatemala; por lo tanto existiría una discrepancia en los cálculos.

Costo de un galón de gas GLP = Q 24.00

Galones consumidos por día = 32 galones

Galones consumidos en un mes laboral = 32 galones \* 24 días = 768 galones/mes

Costo total de galones consumidos = 1080 galones \* Q 24.00 = Q 18,432.00

El cálculo respectivo para el consumo de gas GLP da como resultado Q 18,432.00.

### **3.4.3. Tiempo**

El tiempo empleado por un trabajador para el proceso de secado es de 4.5 horas al día y quien trabaja al mes 24 días efectivos, por lo tanto:  $24 \times 4.5 = 108$ . En una jornada diurna, el trabajador emplea 4.5 horas al día, distribuidos de la siguiente manera:

Para el primer proceso

- Colocación de estibas = media hora, dos trabajadores
- Verificación y transporte de bandejas = una hora, dos trabajadores

Para el segundo proceso

- Colocación de estibas = 15 minutos y dos trabajadores
- Verificación y transporte de bandejas = media hora y dos trabajadores

Total, de horas hombre empleadas por mes laboral actual: 3 horas en el primer proceso y 1.5 horas en el segundo proceso lo cual suma un total de 108 horas al mes.

Total, de horas hombre empleadas por mes laboral optimizada = 72 horas

Diferencia de horas hombre empleadas = 108 horas – 72 horas = 36 horas hombre

El costo de la mano de obra por hora asciende a Q10.23/hora esto de acuerdo al salario mínimo de Q2, 497.04 por lo tanto:

Costo de tiempo = 36 horas \* 10.23 Q/hora = Q 368.28

#### **3.4.4. Mano de obra**

El costo de la mano de obra se calculará con base en las horas que los colaboradores emplean en este proceso:

Colocación de estibas = media hora, dos trabajadores

Verificación y transporte de bandejas = una hora, dos trabajadores

Total, de horas hombre empleadas por día = tres horas

Total, de horas hombre empleadas por mes laboral = 3 horas \* 24 días = 72 horas.

Costo de mano de obra = 72 horas \* 10.23 Q/hora = Q 736.56.

El costo total de la mano de obra empleada en el proceso de secado asciende a Q 736.56 al mes.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los costos asociados al proceso de secado propuesto.

Tabla XXV. **Resumen de costos propuesto**

<b>Energía eléctrica</b>	<b>GLP</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>TOTAL</b>
Q758.36	Q18,432.00	Q368.28	Q736.56	Q20,295.20

Fuente: elaboración propia.

### 3.4.5. Análisis financiero valor presente neto

La inversión para llevar a cabo el proyecto asciende a Q12,121.00. El costo de operación del cuarto de secado propuesto se estima en Q20,295.20 durante un mes, el costo de operación actual es de Q27,656.45, se calcula una reducción de costos del 25 % mensual equivalente a Q7,361.25. Para el presente cálculo se determinarán todos los datos proyectados a 6 años para los datos se multiplicarán por doce.

Tabla XXVI. **Resumen de datos para análisis financiero**

<b>Año</b>	<b>Operación actual</b>	<b>Inversión inicial</b>	<b>Operación propuesto</b>	<b>Diferencia</b>
Cero		Q12,121.00		
Uno	Q331,877.40		Q243,542.40	Q88,335.00
Dos	Q331,877.40		Q243,542.40	Q88,335.00
Tres	Q331,877.40		Q243,542.40	Q88,335.00
Cuatro	Q331,877.40		Q243,542.40	Q88,335.00
Cinco	Q331,877.40		Q243,542.40	Q88,335.00
Seis	Q331,877.40		Q243,542.40	Q88,335.00

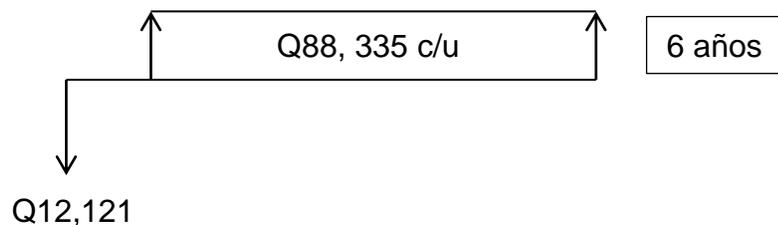
Fuente: elaboración propia.

La tabla XXVI muestra el resumen de la operación actual que asciende a Q331, 877.40 y la operación propuesta de Q243, 542.40, lo cual da una diferencia de Q88,335.00 al año que se tomará como un ingreso para la evaluación de proyecto como se muestra en la figura 23, así se determina si es factible o no el proyecto. Se toma en cuenta una inversión inicial de Q12.121.00 y una tasa mínima aceptada de rendimiento (TMAR) para el presente análisis del 10 %.

TMAR=10 %(Riesgo + Inflación + FEE + Costo de mercado).

Para el presente análisis financiero se considera lo siguiente: si el resultado obtenido del presente método da un valor positivo, el proyecto se acepta porque se va a satisfacer la TMAR y además se obtendrá un excedente; si el valor da como resultado cero, el proyecto satisface la tasa de evaluación que es la TMAR y si el resultado da negativo no se hace el proyecto porque no se cumple la TMAR por lo tanto el proyecto se rechaza.

Figura 23. **Análisis financiero valor presente neto**



Fuente: elaboración propia.

$$VP = \frac{VF}{(1 + i)^n}$$

$$VP = -12,121 + \left(\frac{88,335}{(1 + 0.10)^1}\right) + \left(\frac{88,335}{(1 + 0.10)^2}\right) + \left(\frac{88,335}{(1 + 0.10)^3}\right) + \left(\frac{88,335}{(1 + 0.10)^4}\right) \\ + \left(\frac{88,335}{(1 + 0.10)^5}\right) + \left(\frac{88,335}{(1 + 0.10)^6}\right)$$

$$VP = Q 372,600.93$$

Del cálculo financiero anterior se puede observar que el resultado es un dato positivo por lo tanto el proyecto se acepta, y además se obtiene un excedente de Q372, 600.93 proyectada a seis años.

A continuación, se presenta el análisis del payback o plazo de recuperación el cual se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión.

$$\text{PAYBACK} = \text{INVERSIÓN} / \text{BENEFICIO } \bar{X}$$

$$\text{PAYBACK} = \frac{12,121}{88,335} = 0.14 \text{ años}$$

$$0.14 \text{ años} \times 12 \text{ mese} / 1 \text{ año} = 1.7 \text{ meses}$$

Del cálculo anterior se puede determinar que en aproximadamente 2 meses se recupera la inversión inicial, por lo tanto, el proyecto se considera factible por lo cual se debe de realizar.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DEL CUARTO DE SECADO**

La instalación descrita a continuación será de mucha ayuda a la empresa: tendrá una reducción significativa de los costos en el proceso de secado; el producto no tendrá que reprocesarse para poder secarse en su totalidad; un ahorro en el tiempo el cual los colaboradores podrán utilizar para realizar otras tareas o actividades; en síntesis la implementación de la optimización en el cuarto de secado implicará una mayor rentabilidad de la empresa.

### **4.1. Ubicación**

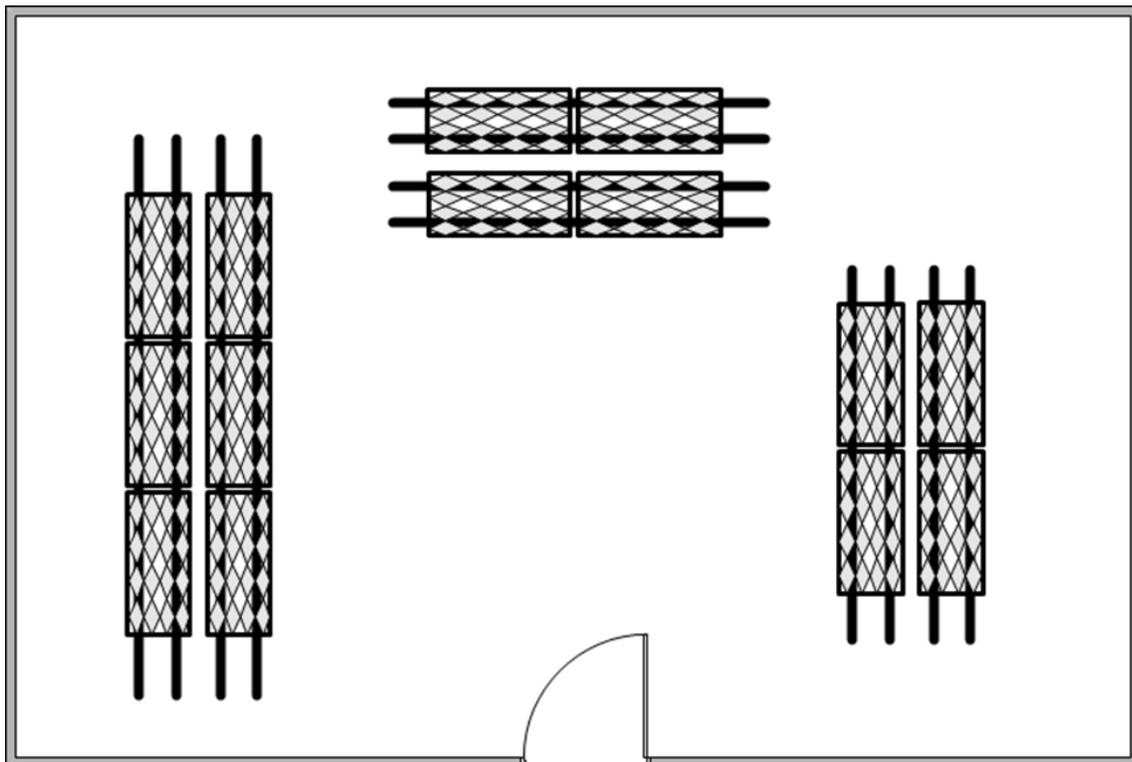
El desglose de este apartado es de mucha importancia, debido a que existen diversos factores que no permiten que el fideo tipo chao mein seque en su totalidad en un periodo los cuales se detallarán en los apartados siguientes.

Con base en la observación y experimentación se determinó que ciertas variaciones en el proceso de secado favorecerán, de igual forma los excesos de frío o calor afectan directamente; por esa razón se requiere de un estricto control durante la operación de la secadora para que al final del proceso el producto resulte con las características deseadas y no genere problema alguno.

#### 4.1.1. Estibas de bandejas

La ubicación de las estibas de bandejas es muy importante, por lo que estas deben de cambiar de posición para que el flujo de aire caliente funcione de mejor manera, ya que el aire siempre busca una salida, si no puede atravesar las estibas las bordeará y se perderá aire importante lo que influye de forma directa en el proceso de secado del producto.

Figura 24. **Propuesta de ubicación de estibas de bandejas**



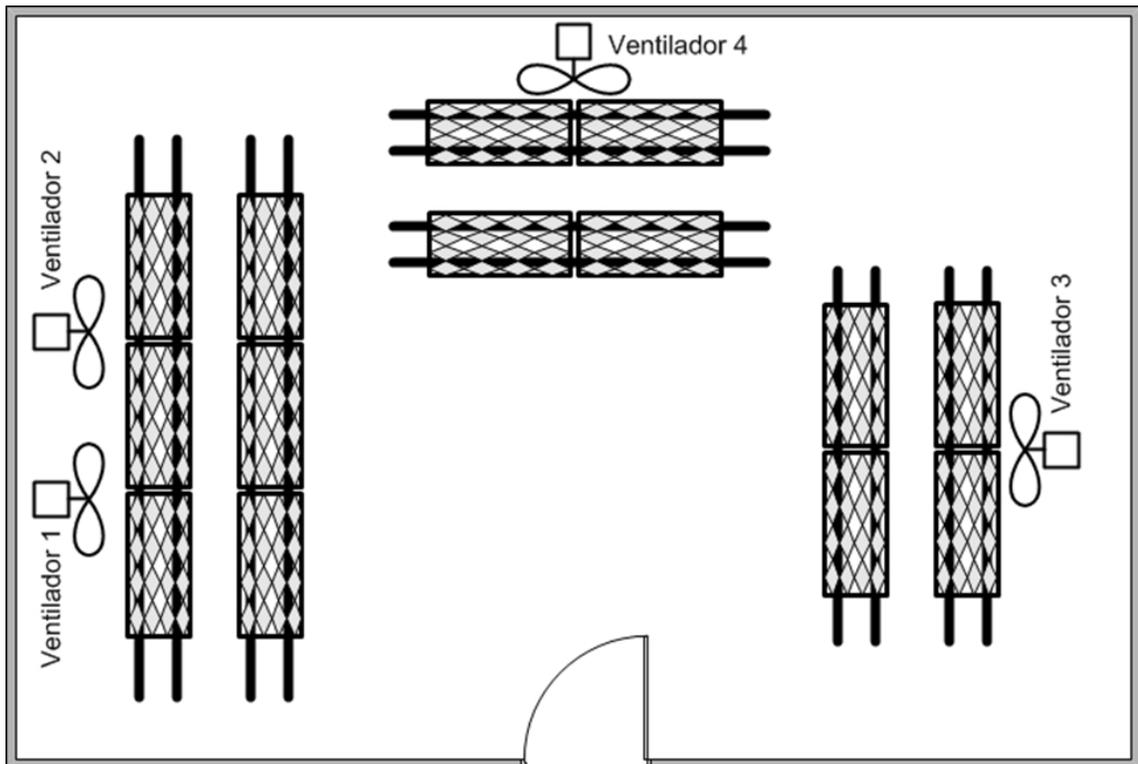
Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. Ventiladores

Como se podrán adquirir dos ventiladores, los que tendrán diferentes ubicaciones para poder crear un flujo de aire uniforme, se evitará un efecto turbulento y que la humedad se concentre en el centro del cuarto de secado.

El despeje de aire de cada ventilador es de aproximadamente 145 m<sup>3</sup>/minuto, lo cual para ser aprovechado en su totalidad se colocarán muy cerca de las estibas de bandejas y se tendrá un flujo de aire que llegue al producto y no se pierda.

Figura 25. **Ubicación de ventiladores mejorado**



Fuente: elaboración propia.

### 4.1.3. Quemador

Los tres elementos de la combustión son la temperatura de ignición, el combustible y el comburente; por ende, si falta alguno se pierde la oxidación, debido a que existe un 21 % O y 79 % N<sub>2</sub>, en el aire, cuando éste se carga de agua (H<sub>2</sub>O), se disminuye el porcentaje de oxígeno en el cuarto de secado, esto afecta directamente la temperatura no se mantiene debido a que la combustión disminuye.

Para corroborar la teoría, se utilizó una candela de cera con mecha la cual se pretendió encender en el interior de la secadora; que después de una hora y media de operación, no se pudo realizar la oxidación con un encendedor común de gas ya que el oxígeno en el cuarto de secado disminuye y, por lo tanto, no se puede encender ni transmitir la oxidación a la mecha de la candela.

Figura 26. **Triángulo de combustión**



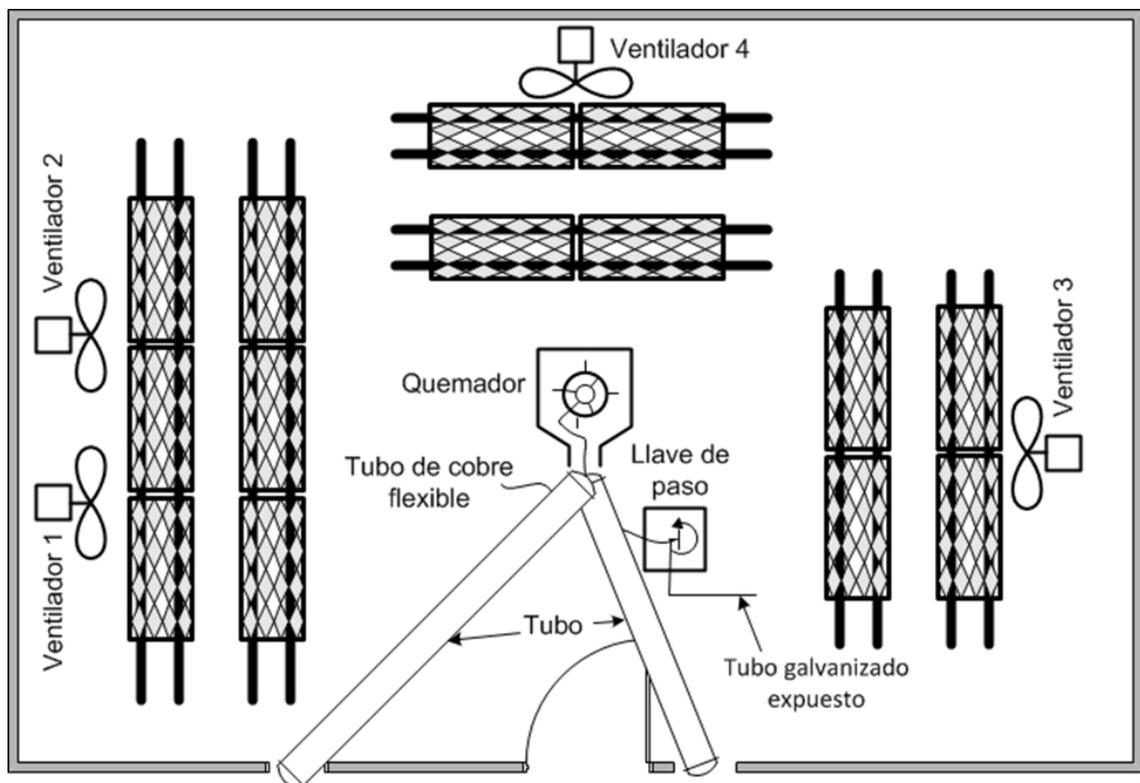
Fuente: elaboración propia.

Para que el quemador funcione de manera eficiente y pueda calentar el cuarto de secado, se debe de abastecer directamente donde está ubicado el quemador con aire debido a que contiene oxígeno, de esta manera funcionará adecuadamente.

#### 4.1.4. Conducto de aire

Se pretende que el quemador no disminuya la oxidación durante el tiempo que opera el cuarto de secado, por lo cual se debe administrar aire que se logra instalando dos tubos de metal de un milímetro de espesor y diámetro exterior de tres pulgadas: el primero con tres metros de largo y el segundo con dos metros como se observa en la siguiente figura.

Figura 27. Ubicación de tubos de ventilación



Fuente: elaboración propia.

Estos dos tubos se colocarán en dos aberturas que existen en la pared del cuarto de secado que da al parque vehicular. Un extremo cerca del quemador y el otro en la abertura para que se realice un tubo de succión de aire que al mismo tiempo oxígeno al interior de la casa del quemador para que la combustión deseada no se pierda y funcione adecuadamente.

#### **4.2. Renovación de aire**

Debido a que el volumen de aire en el cuarto de secado solo contiene 21 % de oxígeno, se pretende que el aire ingrese en periodos determinados para que el agua pueda separarse del producto y de esta manera el producto seque gradualmente.

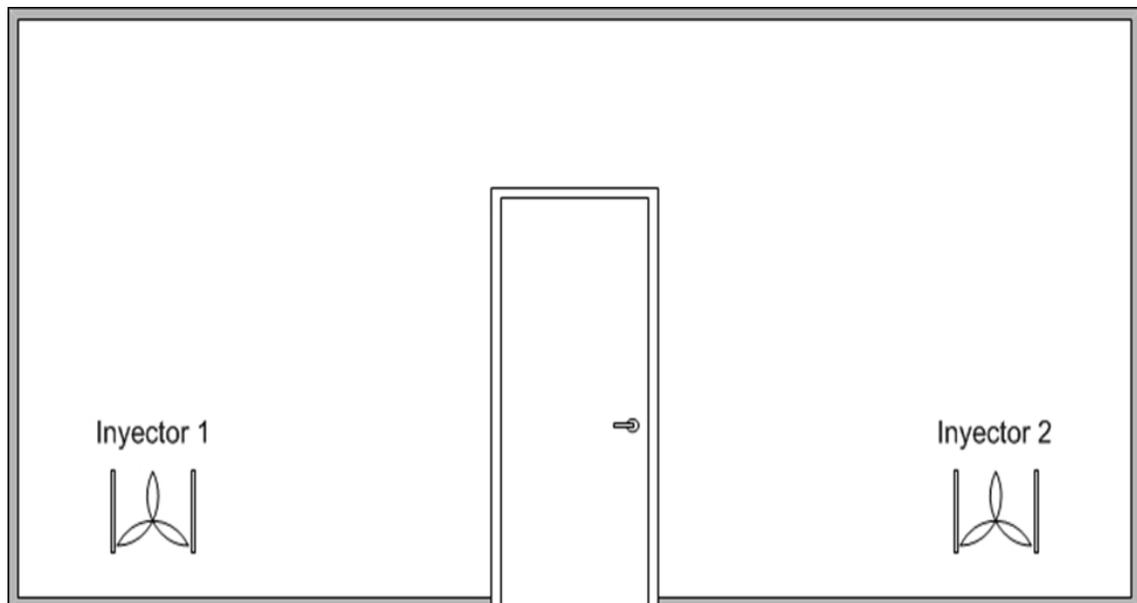
Se estima que el aire en el cuarto de secado se debe de renovar en promedio cuatro veces por hora. Es importante reconocer que se extraerá el calor e ingresará aire frío, pero sino se realiza esta operación el producto resultará húmedo, debido a que no se efectuaría la separación del agua del producto como se pretende, por lo tanto, se necesitará de aire nuevo para poder generar un ciclo de secado.

#### 4.2.1. Inyectores de aire

Para realizar esta operación se instalarán dos ventiladores axiales de 12” con un funcionamiento de 110 voltios, con un motor de 70 wats o su equivalente de 0.1 en HP el cual tiene un despeje de 22.5 metros cúbicos cada uno. En operación ambos ventiladores proveerán 45 metros cúbicos de aire por minuto; entonces si el cuarto de secado tiene un volumen de 90 metros cúbicos, sería necesario únicamente que los dos ventiladores funcionen durante dos minutos.

Para una mayor efectividad, los ventiladores se deberán de instalar a una altura de 30 centímetros sobre el nivel del suelo, esto también permitirá que, en época de invierno, los motores de los ventiladores no resulten dañados.

Figura 28. **Ubicación de inyectores**



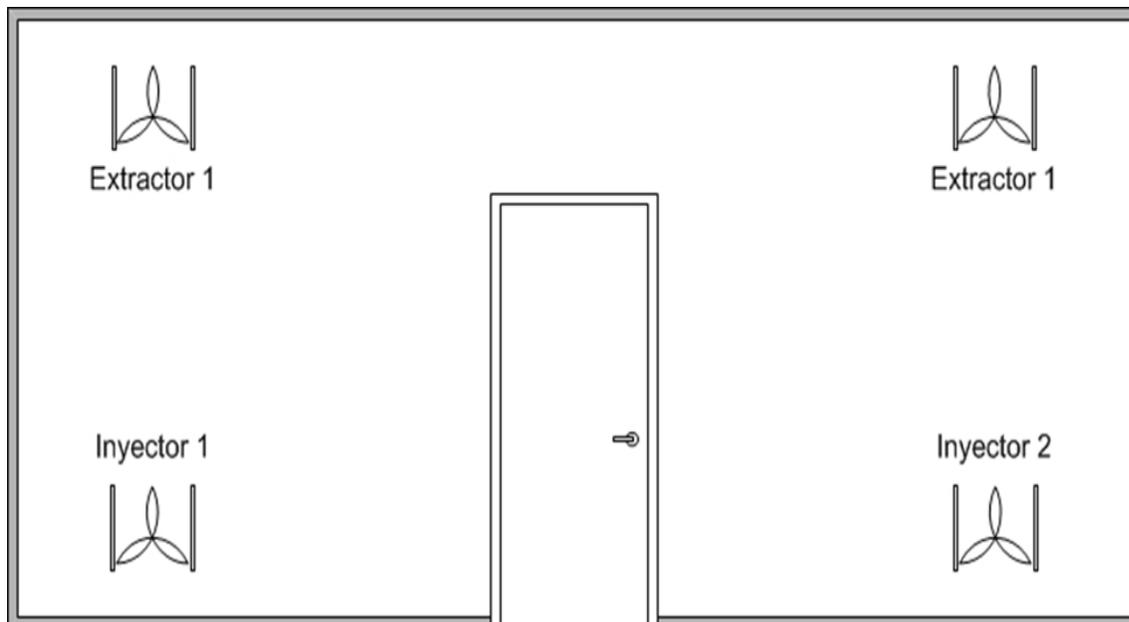
Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2. Extractores de aire

Debido a que el aire que se encuentra en el interior del cuarto de secado esta húmedo es necesario extraerlo y por esa razón se deberán de instalar dos ventiladores con las mismas características de los inyectores de aire.

La única diferencia es que los ventiladores trabajarán con polarización inversa debido a que la temperatura es más alta en el cielo del cuarto de secado y, por lo tanto, los motores de los ventiladores deberán quedar hacia afuera para que no sufran sobrecalentamiento. De la misma manera, los inyectores serán de 12 pulgadas y 70 watts ubicados a 25 centímetros del nivel del techo.

Figura 29. **Ubicación de extractores**



Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Cálculo de materiales necesarios

En cualquier proyecto es indispensable el cálculo de los materiales a utilizar para su elaboración o instalación de equipo. En este caso se deberán de comprar dos ventiladores de 24 pulgadas y cuatro de 12 pulgadas. De igual forma se deberán de realizar las mediciones de distancias para el cableado y los interruptores de encendido para los ventiladores.

Cada abertura para los inyectores y extractores la deberá de realizar un albañil para que queden empotrados en la pared de manera correcta; el precio de este trabajo se cotiza en el mercado a un promedio de Q400.00.

#### 4.3.1. Materiales eléctricos

Para la realización de la instalación de los ventiladores son necesarios ciertos materiales eléctricos, los cuales se detallan a continuación.

Tabla XXVII. **Material eléctrico para instalar ventilador número dos**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Tablero General Electric, bi-breaker	1 unidad
Breaker THQL,2 polos 20 amperios	1 unidad
Cable THW,AWG 10	7 metros
Cinta aisladora 3M	1 unidad

Fuente: elaboración propia.

Debido a la reubicación de los ventiladores actuales e instalación de los nuevos, se pretende dejar en su ubicación a los ventiladores denominados número uno y número tres, para realizar únicamente la instalación de los ventiladores número dos y número cuatro.

Tabla XXVIII. **Material eléctrico para instalar ventilador número cuatro**

Material	Cantidad
Tablero General Electric, bi-breaker	1 unidad
Breaker THQL, 2 polos 20 amperios	1 unidad
Cable THW, AWG 10	14 metros

Fuente: elaboración propia.

Dada la evidencia de una caja de registro en una de las paredes del cuarto de secado, cada tablero se puede instalar fácilmente; se utilizará voltaje alterno de 220 voltios para que el consumo de electricidad sea menor ya que trabajarán en promedio doce horas continuas.

Tabla XXIX. **Material eléctrico para instalar inyectores de aire**

Material	Cantidad
Tablero General Electric, bi-breaker	1 unidad
Breaker THQL, 1 polo 15 amperios	2 unidad
Cable THW, AWG 12	15 metros

Fuente: elaboración propia.

Para la instalación eléctrica de los dos inyectores se requiere únicamente de un tablero porque tiene capacidad para colocar dos breaker con un voltaje alterno de 110 voltios cada uno, por lo tanto, no es necesario instalar un tablero adicional.

Por último, la instalación de los extractores de aire requerirá de los materiales que se detallan a continuación.

Tabla XXX. **Material eléctrico para instalar extractores de aire**

Material	Cantidad
Tablero General Electric, bi-breaker	1 unidad
Breaker THQL, 1 polo 15 amperios	2 unidad
Cable THW, AWG 12	12 metros

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.2. Adquisición de ventiladores

La siguiente tabla muestra los costos de los ventiladores los cuales se deberán de adquirir para poder optimizar el proceso del cuarto de secado.

Tabla XXXI. **Precios de ventiladores**

Cantidad	Especificación de ventilador	Precio unitario	Total
2	Ventilador axial 24", 600 watts	Q2,900	Q5,800
4	Ventilador axial 12", 70 watts	Q1,000	Q4,000
Total inversión			Q9,800

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.3. Conductos de alimentación de aire

En el plano comercial el tubo de metal de 1.2 milímetros de espesor y diámetro exterior de 1.9 pulgadas tiene un largo de seis metros aproximadamente con chapa 18.

Tabla XXXII. **Tubería industrial AG**

Diámetro externo (Pulg)	Peso por unidad (libras)			
	Chapa 22 (0.7 mm)	Chapa 21 (0.8 mm)	Chapa 20 (0.9 mm)	Chapa 18 (1.2 mm)
5/8	4.117	4.705	5.293	7.058
3/4	4.412	5.043	5.673	7.564
7/8	5.151	5.887	6.623	8.830
1	5.797	6.625	7.453	9.938
1 1/4	7.274	8.313	9.352	12.470
1 1/2	8.769	10.022	11.275	15.033
1.9	11.077	12.660	14.242	18.990

Fuente: Catálogo Corporación Aceros de Guatemala.

En teoría, se pretende instalar un tubo con diámetro de tres pulgadas el cual puede llegar a pesar casi cien libras por lo que es muy poco manejable para su uso; por lo tanto, se utilizará uno con un peso de más o menos 19 libras y un costo de Q350.00. Se cortará una sección de tres metros y otra de dos metros de acuerdo a las necesidades. Al metro restante se le puede dar algún uso.

#### **4.4. Evaluación por control estándar**

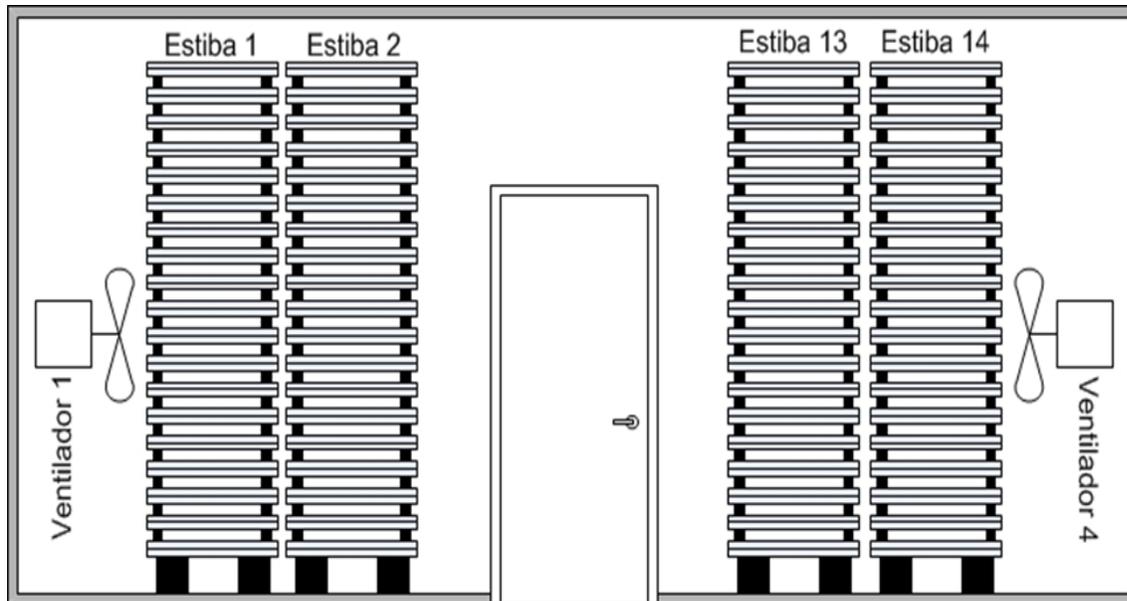
Para poder realizar un control se deben definir los parámetros correctos en lo respectivo a posición de estibas, tiempo, ubicación y cantidad, para lo que se requiere de una inspección diaria ya que se puede dar por hecho el proceso y cuando llegan los resultados no son los esperados.

Entonces una estandarización es definir todos los aspectos relacionados al proceso en este caso en el secado del fideo tipo chao mein, la evaluación es verificar que todos los aspectos estén dentro de los límites definidos.

##### **4.4.1. Cantidad de bandejas por estibas**

La cantidad correcta de bandejas por estiba debe ser de 19 pares, es decir 38 bandejas por estiba, si se ubican 14 estibas se obtiene un total de 532 bandejas en promedio para cada proceso de secado, la disposición de bandejas por estiba permite una separación de 30 centímetros del techo del cuarto de secado como se puede apreciar en la figura siguiente.

Figura 30. **Modelo de estiba de 19 pares**



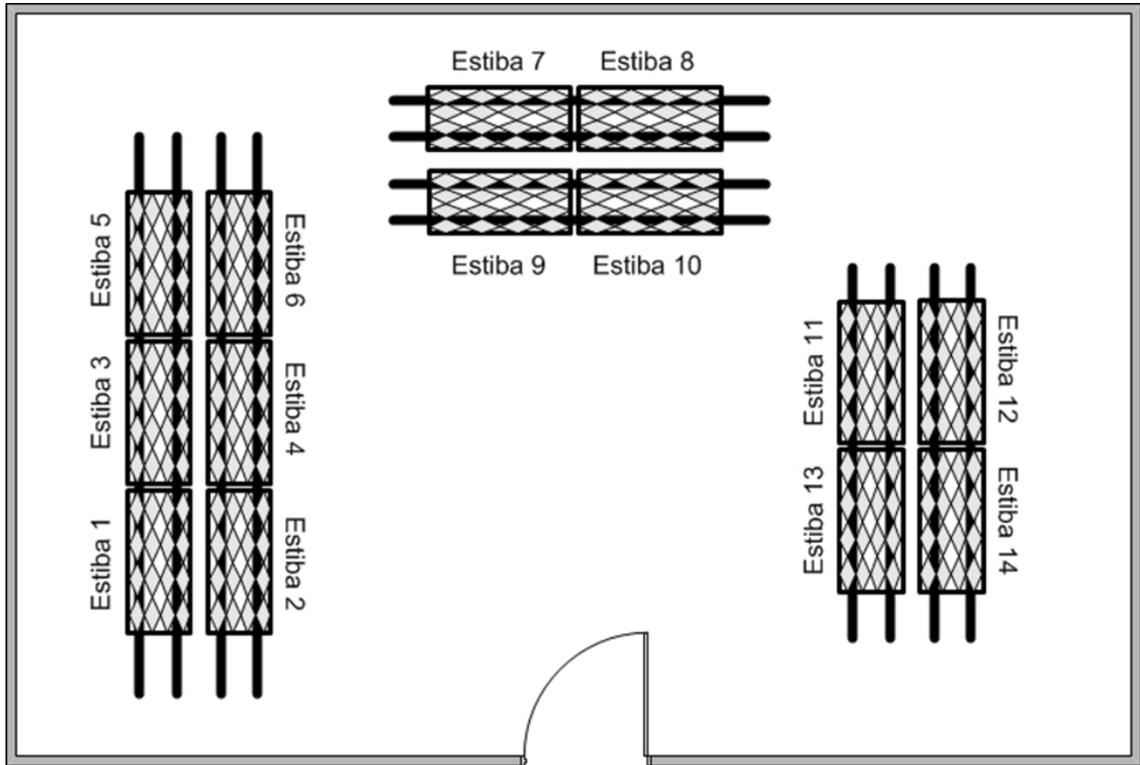
Fuente: elaboración propia.

La separación entre la estiba y el techo cumple dos funciones: la primera es crear un vacío en todo el cuarto de secado para que el aire caliente pueda circular en toda el área del techo; la segunda es que las bandejas con producto muy cerca o al ras del techo, resulte quebradizo por el exceso de calor.

#### **4.4.2. Muestreo de producto seco**

Para iniciar las pruebas se debe realizar un muestreo a todo el producto, para determinar cuál es el estado del mismo, de igual forma se deberá de seguir un orden desde la estiba uno a la catorce, determinar si el producto está seco y se ha logrado el objetivo de optimización en el cuarto.

Figura 31. Orden del muestreo de producto seco



Fuente: elaboración propia.



## **5. MEJORA CONTINUA DEL CUARTO DE SECADO**

Con el fin de mejorar el proceso que se realiza en el cuarto de secado, a continuación se presentan seis tablas diseñadas para ayudar a llevar un control sobre las variables que afectan el proceso, estas permitirán llevar un registro y determinar si los parámetros establecidos se alcanzan para la optimización del proceso de secado de fideo tipo chao mein; la desviación de los registros con respecto a los parámetros es indicio de que se necesita un reajuste del equipo y/o la verificación de las materias primas u otros factores.

La ingeniería de métodos dicta que siempre existe otra forma de realizar las cosas, entonces con los registros se podrá concluir si se cumplió el objetivo o se puede mejor más y esto crea una cadena de mejoras que nunca terminan hasta perfeccionar el proceso.

### **5.1. Tabla del control de temperatura**

Es importante monitorear la temperatura del cuarto de secado para conocer cuánto tiempo tarda en llegar a los 42°C, si la temperatura presenta variación, es un indicador de que el quemador necesita el respectivo servicio, ya que el gas contiene residuos y sedimentos que tapan el inyector, por lo tanto, es necesario realizar el mantenimiento del equipo.

Tabla XXXIII. **Control de temperatura**

PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS					
Control de temperaturas del cuarto de secado					
<b>Fecha:</b>	__/__/__		<b>Supervisor:</b> _____		
	Temperatura 1	Temperatura 2	Temperatura 3	Temperatura 4	Observaciones
día 1					
día 2					
día 3					
día 4					
día 5					
día 6					
día 7					
día 8					
día 9					
día 10					
día 11					
día 12					
día 13					
día 14					
día 15					
día 16					
día 17					
día 18					
día 19					
día 20					
día 21					
día 22					
día 23					
día 24					
<b>Firma:</b>			<b>Observaciones:</b> _____ _____		

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. **Tabla del control de GLP**

El control del consumo de GLP es otro factor importante si el consumo aumenta de lo normal significa que el quemador necesita servicio porque no realiza la oxidación adecuada, y por lo tanto, la temperatura del cuarto de secado no aumenta en el tiempo requerido para llegar a su punto óptimo.



### 5.3. Tabla de control de ubicación de estibas de bandejas

El control se basará en que todas y cada una de las estibas de bandejas tenga diecinueve pares para un total de 38 bandejas, deberán de estar en la posición indicada y con la cantidad estipulada, se llenara como una lista de chequeo para mayor facilidad y el visto bueno del supervisor, cualquier observación que exista se apunta.

Tabla XXXV. Control de estibas

<b>PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS</b>															
<b>Control de conteo de estibas</b>															
<b>Fecha:</b> __/__/____								<b>Supervisor:</b> _____							
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	Vo. Bo.
día 1															
día 2															
día 3															
día 4															
día 5															
día 6															
día 7															
día 8															
día 9															
día 10															
día 11															
día 12															
día 13															
día 14															
día 15															
día 16															
día 17															
día 18															
día 19															
día 20															
día 21															
día 22															
día 23															
día 24															
<b>Firma:</b>								<b>Observaciones:</b> _____ _____							

Fuente: elaboración propia.

**5.4. Tabla de control de tiempos de secado**

Tabla XXXVI. **Control de tiempos empleados en secadora**

<b>PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS</b>				
<b>Control de tiempos de secado</b>				
<b>Fecha:</b>	__/__/____		<b>Supervisor:</b> _____	
	<b>Tiempo inicial</b>	<b>Tiempo final</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Observaciones</b>
día 1				
día 2				
día 3				
día 4				
día 5				
día 6				
día 7				
día 8				
día 9				
día 10				
día 11				
día 12				
día 13				
día 14				
día 15				
día 16				
día 17				
día 18				
día 19				
día 20				
día 21				
día 22				
día 23				
día 24				
<b>Firma:</b>		<b>Observaciones:</b> _____ _____		

Fuente: elaboración propia.

Para poder realizar los registros pertinentes del tiempo empleado en el cuarto de secado se deberá de colocar la hora inicial del proceso y la hora final del mismo, esto servirá para realizar promedios de tiempo del secado, cualquier observación en el proceso se deberá anotar de manera inmediata para poder realizar reportes en cualquier momento y que se puedan tomar decisiones sobre alguna acción que se deba realizar en beneficio de la calidad del producto.

#### **5.5. Tabla de control de tiempo de inyector de aire**

El control de tiempo de inyectores se cronometrará y se deberá de registrar la cantidad en minutos de operación para realizar un monitoreo del tiempo real necesario, ya que en teoría los mismos deberán de funcionar dos minutos por el volumen de despeje de cada uno, sin embargo, se realizarán las pruebas pertinentes para corroborar si es necesario incrementar el tiempo o se trabajará con el supuesto.

Tabla XXXVII. **Control de operación de inyectores**

<b>PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS</b>																
<b>Control de tiempos de operación de inyectores</b>																
<b>Fecha:</b> __/__/____												<b>Supervisor:</b> _____				
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
día 1																
día 2																
día 3																
día 4																
día 5																
día 6																
día 7																
día 8																
día 9																
día 10																
día 11																
día 12																
día 13																
día 14																
día 15																
día 16																
día 17																
día 18																
día 19																
día 20																
día 21																
día 22																
día 23																
día 24																
<b>Firma:</b>												<b>Observaciones:</b> _____ _____				

Fuente: elaboración propia.

**5.6. Tabla de control de tiempo de extractor de aire**

Tabla XXXVIII. **Control de operación de extractores**

<b>PRODUCTOS ALIMENTICIOS LOS CHINITOS</b>																	
<b>Control de tiempos de operación de extractores</b>																	
Fecha: __/__/____					Supervisor: _____												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	
día 1																	
día 2																	
día 3																	
día 4																	
día 5																	
día 6																	
día 7																	
día 8																	
día 9																	
día 10																	
día 11																	
día 12																	
día 13																	
día 14																	
día 15																	
día 16																	
día 17																	
día 18																	
día 19																	
día 20																	
día 21																	
día 22																	
día 23																	
día 24																	
<b>Firma:</b>													<b>Observaciones:</b> _____ _____				

Fuente: elaboración propia.

Se registrará de la misma manera que la tabla de inyectores ya que funcionan simultáneamente para poder renovar el aire dentro del cuarto de secado.

## CONCLUSIONES

1. Con el método de ubicación del equipo propuesto dentro del cuarto de secado, el tiempo de secado se estima en 12 horas lo que representa una reducción en el tiempo del 25 % y el proceso de secado se realiza en un solo periodo.
2. Para obtener una combustión óptima en el proceso de secado, es necesario instalar dos tubos de succión cerca de la oxidación con dirección al tiro natural del aire para crear una succión y mantener al cien por ciento la combustión.
3. El tiempo de operación de los ventiladores se define en 12 horas lo que implica una reducción del 25 % de su funcionamiento, optimizando de esta manera la utilización de los recursos.
4. La figura 24 muestra la ubicación de las 14 estibas en el cuarto de secado. Se determinó que el flujo de aire no atravesaba en su totalidad las estibas debido a la posición, por esa razón se reubicaron para que el aire pudiera fluir a través de ellas. La figura 28 determina la posición exacta y el conteo que cada estiba deberá cumplir para que el diseño tenga un desarrollo óptimo y los tiempos establecidos se mantengan.
5. El consumo máximo de GLP se estima en 32 galones para el proceso de secado, en lo que se reduce de manera directa un aproximado de Q3,456.00 quetzales mensuales en costos.

6. Los costos actuales asociados al proceso ascienden a la cantidad de Q. 27,656.45 durante un mes comercial. La optimización requiere una inversión de Q. 12,121.00 la cual se recuperará en dos meses y el nuevo costo de operación del proceso mensual se calcula en Q 20,201.60.

## RECOMENDACIONES

1. Aplicar el método de ubicación del equipo dentro del cuarto de secado propuesto para disminuir el tiempo del proceso de secado del producto.
2. Instalar los dos tubos de succión para que exista una combustión al 100 %.
3. Adquirir la cantidad de los ventiladores propuestos para que el tiempo de operación se establezca en 12 horas.
4. Implementar el método de ubicación de estibas de bandejas propuesto para una mejor circulación de aire caliente en todo el cuarto de secado y con esto obtener un producto seco en su totalidad.
5. Realizar una constante inspección de los tiempos de secado y de las temperaturas y registrarlos para que se mantenga un proceso eficiente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. CHANG, Raymond. *Química* 10a. ed. 2010. México: McGraw-Hill, 2010. 1148 p.
2. FALDER RIVERO, Ángel. (Marzo-Abril. 2003) *Enciclopedia de los Alimentos*. [En línea] <http://www.mercasa.es/es/publicaciones/Dyc/sum68/pdf/enciclopedia.pdf>. [Consulta: 17 de diciembre de 2013]. 375 p.
3. FIGUERA, Pau. *Optimización de productos y procesos industriales*. 1era. ed. Barcelona: Ediciones Gestión 2000, 2007. 220 p.
4. G. Polupan y G. Jarquín, *Proceso de mezclado del combustible gaseoso y aire en quemador rectangular*. 2ª. ed. México: Sepi, 2003. 156 p.
5. GARCIA, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2ª. ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
6. IBERFLUID y ROTRONIC. *Soluciones para el secado de pastas en la industria alimenticia*. [En línea] [http://www.iberfluid.com/consierge/docs/1454\\_articles\\_784\\_Secado%20de%20Pasta.pdf](http://www.iberfluid.com/consierge/docs/1454_articles_784_Secado%20de%20Pasta.pdf) [Consulta: 17 de diciembre de 2013]. 8 p.

7. KONZ, Stephan. *Diseño de instalaciones industriales*. 1ª. ed. Argentina: Limusa - Wiley, 1992. 406 p.
8. KRICK, Edward. *Ingeniería de métodos*. 2ª. ed. México: Limusa, 2005. 543 p.
9. SÁNCHEZ NARANJO, Consuelo. *Teoría de la combustión*. Madrid: Uned, 2011. 472 p.
10. SEDANO RODRIGUEZ, María del Carmen. *Evaluación del producto pastas alimenticias infantiles en la Ciudad de Guatemala*. Guatemala: Universidad Francisco Marroquín, Facultad de Ciencias Económicas, 1998. 77 p.
11. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala: USAC, 2008. 178 p.
12. ZANDIN, Kjell. *Maynard Manual del ingeniero industrial. En su medición del trabajo y estándares de tiempo*. 5ta. ed. Tomo I. México: McGraw-Hill, 2005. 217 p.

## ANEXOS

### Ventilador 1



Fuente: catálogo Productos Alimenticios Los Chinitos.

### Ventilador 2



Fuente: catálogo Productos Alimenticios Los Chinitos.

### **Fideo precocido**



Fuente: catálogo Productos Alimenticios Los Chinitos.

### **Fideo seco**



Fuente: catálogo Productos Alimenticios Los Chinitos.