



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

**ANÁLISIS DE OPERACIONES Y ESTUDIO DE TIEMPOS EN LAS  
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE TAMALES DE UNA EMPRESA  
DEDICADA A PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

**Alvaro Esteban Méndez**

Asesorado por el Ing. Leonel Estuardo Godinez Alquijay

Guatemala, mayo de 2007



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE OPERACIONES Y ESTUDIO DE TIEMPOS EN LAS  
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE TAMALES DE UNA EMPRESA  
DEDICADA A PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ALVARO ESTEBAN MÉNDEZ**

ASESORADO POR EL ING. LEONEL ESTUARDO GODINEZ ALQUIJAY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2007



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia Garcia Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivónnee Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Danilo Gonzales Trejo
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle Gonzalez
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivónnee Véliz Vargas



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **ANÁLISIS DE OPERACIONES Y ESTUDIO DE TIEMPOS EN LAS LINEAS DE PRODUCCIÓN DE TAMALES DE UNA EMPRESA DEDICADA A PRODUCTOS ALIMENTICIOS,**

tema que me fuera asignado por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería, con fecha Noviembre de 2005.

Alvaro Esteban Méndez





## **AGRADECIMIENTOS A:**

- DIOS** Por llevarme siempre de la mano y estar conmigo en mis momentos de tribulación, por darme retos en la vida y la fortaleza para salir adelante.
- MI MADRE** Margarita Méndez, por su apoyo, dedicación y fuerza que siempre ha sido un ejemplo a seguir.
- MI PADRE** Ambrocio Esteban, por su apoyo, sabiduría y por ser un ejemplo de perseverancia.
- MIS HERMANOS** Qevin, Edvin, Mayco, por su cariño, apoyo y por ser mi fuente de inspiración para salir adelante.
- MI FAMILIA** Porque los considero un pilar fundamental en mi vida y el legado más valioso que una persona pueda desear.
- MIS AMIGOS** Ángel, Antonio, Bruce, Carlos, Cesar, Charly, Chema, Edgar, Francisco, Rudy, Maco, con quienes compartí gran parte de la carrera y entre todos logramos alcanzar cada una de las metas que nos propusimos.

**MI ASESOR**

Ing. Leonel Estuardo Godinez Alquijay, por su orientación a lo largo del desarrollo del presente trabajo y por depositar su confianza en mí para la realización del mismo.

**MIS AMIGOS**

Quienes compartieron conmigo durante mi formación y quienes siempre han sido una fuente inagotable de aprendizaje.

Y a todos aquellos que me ayudaron a completar mi formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS.....</b>	<b>XI</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XV</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>XVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>XIX</b>

<b>1. ANTECEDENTES GENERALES .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes generales.....	1
1.1.1. La empresa .....	1
1.1.2. Ubicación.....	1
1.1.3. Visión .....	1
1.1.4. Misión.....	2
1.1.5. Estructura organizacional.....	2
1.1.6. Productos que procesa .....	3
1.1.7. De la planta de producción.....	4
1.2. Marco conceptual .....	7
1.2.1. Productividad en el trabajo .....	7
1.2.2. Estudio de los métodos de trabajo .....	8
1.2.2.1. Objetivos del estudio de métodos .....	8
1.2.2.2. Procedimiento del estudio de métodos .....	9

1.2.3.	Análisis de procesos .....	10
1.2.3.1.	Diagrama de operaciones de proceso .....	11
1.2.3.2.	Diagrama de flujo de proceso .....	12
1.2.3.3.	Diagrama de recorrido .....	13
1.2.4.	Análisis de operaciones .....	13
1.2.4.1.	Diagrama de análisis de operaciones .....	14
1.2.4.2.	Diagrama bimanual .....	14
1.2.4.3.	Principios de la economía de movimientos .....	16
1.2.5.	Estudio de tiempos .....	17
1.2.5.1.	Técnicas de los estándares de tiempo .....	17
1.2.5.2.	Estudio de tiempos con cronómetro .....	18
1.2.5.2.1.	Procedimientos de estudios para tiempos .....	19
1.2.5.2.2.	Formulario para estudio de tiempos .....	19
1.2.5.2.3.	Tolerancias .....	20
1.2.5.2.4.	Tablas de Westinghouse, General Electric .....	21
1.2.6.	Balance de líneas .....	24
1.2.7.	Mejora Continua .....	29
1.2.7.1.	Teorías de Mejoramiento Continuo .....	29
1.2.7.1.1.	Kaizen .....	29
1.2.7.1.2.	Ishikawa .....	30
1.2.7.1.3.	Juran .....	31
1.2.7.2.	Gráficos de Control .....	33
1.2.7.2.1.	Gráficos X y R .....	35
1.2.7.2.2.	Gráficos P y nP .....	36
1.2.7.2.3.	Gráficos C y U .....	37

<b>2. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>39</b>
2.1. Proceso de preparación de mezclas.....	39
2.1.1. Materias primas.....	41
2.1.2. Diagrama de operaciones .....	42
2.1.3. Diagrama de flujo .....	45
2.1.4. Diagrama de recorrido.....	48
2.2. Línea de producción de tamales.....	49
2.2.1. Materias primas.....	49
2.2.2. Diagrama de operaciones .....	50
2.2.3. Diagrama de flujo .....	52
2.2.4. Diagrama de recorrido.....	54
2.2.5. Personal de trabajo .....	55
2.2.6. Calculo de la eficiencia.....	55
2.2.7. Producción actual.....	56
2.2.8. Productividad actual.....	56
2.3. Proceso de cocimiento y empaque de tamal.....	56
2.3.1. Materias primas.....	57
2.3.2. Diagrama de operaciones .....	57
2.3.3. Diagrama de flujo .....	59
2.3.4. Diagrama de recorrido.....	61
<b>3. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES Y ESTUDIO DE TIEMPOS .....</b>	<b>63</b>
3.1. Análisis de operaciones.....	63
3.1.1. Operación preparación de hoja .....	64
3.1.1.1. Estudio de movimientos .....	65
3.1.1.2. Diagrama bimanual.....	66

3.1.2.	Operación envoltura de tamal en hoja .....	67
3.1.2.1.	Estudio de movimientos.....	67
3.1.2.2.	Diagrama bimanual.....	70
3.2.	Estudio de Tiempos.....	72
3.2.1.	Operación preparación de hoja.....	72
3.2.1.1.	Tiempos cronometrados .....	73
3.2.1.2.	Tiempo normal.....	77
3.2.1.3.	Tolerancias .....	79
3.2.1.4.	Tiempo estándar.....	79
3.2.2.	Operación envoltura de tamal en hoja .....	81
3.2.2.1.	Tiempos cronometrados .....	84
3.2.2.2.	Tiempo normal.....	84
3.2.2.3.	Tolerancias .....	86
3.2.2.4.	Tiempo estándar.....	87
3.3.	Identificación de problemas específicos.....	89
3.3.1.	Problemas técnicos.....	89
3.3.2.	Problemas de recursos humanos .....	93

<b>4.</b>	<b>PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS</b>	
	<b>LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE TAMALES.....</b>	<b>95</b>
4.1.	Procesos de preparación de mezclas .....	95
4.2.	Línea de producción de tamales .....	103
4.2.1.	Diagrama de operaciones.....	104
4.2.2.	Diagrama de flujo.....	105
4.2.3.	Diagrama de recorrido .....	109
4.2.4.	Diagrama de bimanual.....	110
4.2.4.1.	Operación de preparación de hoja.....	110

4.2.5.	Balance de líneas.....	118
4.2.6.	Eficiencia teórica .....	120
4.2.7.	Producción teórica que se debe alcanzar .....	120
4.2.8.	Productividad teórica.....	123
<b>5.</b>	<b>PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA.....</b>	<b>127</b>
5.1.	Aspectos administrativos y de organización .....	127
5.2.	Aspectos físicos en las líneas de producción .....	130
5.3.	Programa de control de calidad.....	131
5.3.1.	Formularios de control de calidad .....	136
5.3.2.	Gráficos de control .....	138
5.4.	Estrategias de seguimiento .....	141
5.4.1.	Hojas de verificación.....	145
5.4.2.	Diagramas de Pareto .....	150
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>153</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>155</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>157</b>





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Estructura organizacional de la empresa	3
2	Distribución de planta baja	5
3	Distribución de planta alta	6
4	Diagrama de operaciones del proceso de preparación de mezcla.	43
5	Distribución de flujo de proceso de preparación de mezclas.	45
6	Diagrama de recorrido del proceso de preparación de mezcla.	48
7	Diagrama de operaciones línea de producción de tamales.	50
8	Diagrama de flujo de línea de producción de tamales.	52
9	Diagrama de recorrido línea de producción de tamales.	54
10	Diagrama de operaciones cocimiento y empaque de tamal.	57
11	Diagrama de flujo de cocimiento y empaque de tamal.	59
12	Diagrama de recorrido proceso de cocimiento y empaque de tamal.	61
13	Diagrama de operaciones de preparación de hojas.	64
14	Diagrama bimanual de preparación de hoja con Therbligh.	65
15	Diagrama bimanual de preparación de hojas.	66
16	Diagrama de operaciones envoltura de tamal en hoja.	68

17	Diagrama bimanual envoltura de tamal en hoja.	71
18	Grafico de error permisivo	76
19	Ventajas y desventajas de lectura retroceso a cero.	91
20	Ventajas y desventajas de lectura continúa.	91
21	Diagrama propuesto de flujo de proceso de preparación de mezcla.	98
22	Diagrama propuesto de operaciones de proceso de preparación de mezcla.	101
23	Diagrama propuesto de recorrido de preparación de mezcla.	102
24	Diagrama propuesto de operaciones línea de producción de tamales.	104
25	Diagrama propuesto de flujo de línea de producción de tamales	107
26	Diagrama de recorrido línea de producción de tamales.	109
27	Therbligs efectivos	111
28	Therbligs no efectivos.	112
29	Diagrama de operaciones de preparación de hoja.	113
30	Diagrama bimanual propuesto preparación de hoja con therbligs	114
31	Diagrama bimanual propuesto preparación de hoja.	115
32	Diagrama propuesto bimanual envoltura de hoja con therbligs.	116
33	Diagrama propuesto de operaciones de línea de envoltura de tamal.	117
34	Formulario para el cálculo del EGE.	136
35	Formulario para el cálculo de la efectividad global del equipo.	137
36	Gráfico X para peso del tamal.	140

37	Gráfico R para el peso del tamal.	140
38	Despliegue de actividades para el control de documentos y registros.	142
39	Hoja 1 auditoría de orden y limpieza.	148
40	Hoja 2 de auditoría de orden y limpieza.	149
41	Hoja de registro de acciones correctivas y preventivas.	151
42	Hoja de Sugerencias.	152

## **TABLAS**

I	Símbolos utilizados en el diagrama de operaciones de proceso	11
II	Símbolos utilizados en le Diagrama de Flujo de Proceso de Operaciones.	12
III	Tabla de destreza o habilidad.	22
IV	Tabla de esfuerzo o empeño.	22
V	Tabla de condiciones.	23
VI	Tabla de consistencia.	24
VII	Tabla de operación de preparación de hoja.	72
VIII	Tabla de operación de lavado de hoja.	73
IX	Tabla de inspección de hoja.	74
X	Tabla de colocar polipel.	74
XI	Tiempo normal par la operación preparación de hoja de tamal.	78
XII	Tolerancias o concesiones a los operarios.	79
XIII	Tiempo estándar preparación de la hoja de tamal	80
XIV	Tiempo cronometrado preparación de la hoja.	81

XV	Tiempo cronometrado colocar masa en hoja.	82
XVI	Tiempo cronometrado agregar ingrediente.	82
XVII	Tiempo cronometrado envolver tamal.	82
XVIII	Tiempo cronometrado verificar peso.	83
XIX	Tiempo cronometrado colocar en javas.	83
XX	Tiempo cronometrado envoltura de tamal en hoja.	84
XXI	Tiempo normal envoltura de tamal en hoja.	86
XXII	Tolerancias o concesiones a los operarios.	87
XXIII	Tiempo estándar envoltura de tamal	88
XXIV	Formato de la agenda de revisión por la gerencia.	129
XXV	Muestra y cálculo de las mediciones de calidad.	139

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>TMU</b>	Unidad de medida de tiempo en cienmilésimas de hora
<b>E</b>	Eficiencia
<b>ME</b>	Minutos Estándar por operación
<b>MP</b>	Minutos estándar Permitidos por operación
<b>TN</b>	Tiempo Normal o tiempo estándar
<b>TO</b>	Tiempo cronometrado o tiempo de operación
$\bar{R}$	Calificación del operador o tasa de rendimiento
<b>R</b>	Rendimiento
<b>TPM</b>	Mantenimiento productivo total
<b>E.G.E</b>	Efectividad global del equipo.
<b>SEITON</b>	Orden
<b>SEISO</b>	Limpieza
<b>SEIKETSU</b>	Pulcritud
<b>SHITSUKE</b>	Disciplina



## GLOSARIO

<b>Área máxima de trabajo</b>	El área a que alcanza fácilmente el operario con los brazos totalmente extendidos, cuando esta situado en su posición normal de trabajo.
<b>Área normal de trabajo</b>	El espacio en el área de trabajo al que se puede alcanzar con la mano izquierda o la derecha estando ambos codos con centro de giro en el borde o límite de la estación de trabajo.
<b>Calificación del operador(Ř)</b>	Calificación del operador o tasa de rendimiento.
<b>Holgura</b>	Es un segundo parámetro de apreciación subjetiva, determinado por el ingeniero de planta. Mediante esta variable de tiempo, se tienen en cuenta factores adicionales que se presentan durante la realización de un trabajo, pero que no necesariamente hacen parte de todos los ciclos en que se han practicado las mediciones.
<b>Polipel</b>	Papel recubierto con un polímero termoencogible, que al ser expuesto a una temperatura determinada recubre el producto y lo aísla del medio ambiente, por lo que aumenta su tiempo de vida y evita su deterioro.
<b>Productividad estándar</b>	Producción por hora, técnicamente aceptable.

<b>Productividad teórica</b>	Capacidad de producción en una hora, sin paradas de máquina.
<b>Productividad real</b>	Producción efectiva en una hora.
<b>Tiempo muerto</b>	Lapso(s) de tiempo, dentro del ciclo de fabricación, en los cuales la máquina no esta produciendo.
<b>Tiempo normal</b>	Es el tiempo obtenido cuando se aplica al tiempo observado, el factor de corrección, por clasificación del operario. $TN = TO (\check{R}/100)$ .
<b>Tiempo operando</b>	Lapsos de tiempo en los cuales la máquina esta produciendo.



## **RESUMEN**

En la empresa de productos alimenticios De mi Tierra S.A. de C.V., en las líneas de producción de tamales, se requiere de la realización de un análisis y evaluación del proceso, tomando en cuenta el recurso humano, tiempos de procesos, distribución del equipo, utilizado para el proceso productivo con el fin de establecer y mejorar las formas, métodos de procesos para aumentar la eficiencia y rendimiento de las condiciones actuales dentro de la planta de producción.

El estudio de tiempos y movimientos que se analiza en este trabajo de graduación, abarca la línea de producción de tamales. Se analizan los antecedentes de la situación actual, con la finalidad de buscar mejoras en el proceso productivo, evitando tareas innecesarias, tiempos muertos e improductivos, operaciones de demora e ineficientes, para optimizar los recursos utilizados, aumentando la productividad en beneficio de la empresa.

La empresa no cuenta en la actualidad con datos históricos de tiempos para las operaciones realizadas en el proceso productivo, se hace observación directa de cada una y se establece un tiempo aproximado estándar para cada operación, tomando en cuenta las tolerancias de acuerdo al proceso y las condiciones de trabajo. Se diseñan diagramas bimanuales para tener el alcance de todos los movimientos que perjudican la eficiencia de la línea, se eliminan estos movimientos y se hacen las propuestas para su mejora.

Se analiza todo el proceso de elaboración de tamales, desde la entrada de materia prima en bodega, así como el traslado de la masa, búsqueda de utensilios, falta de equipo adecuado, la elaboración y el empaque del tamal. Se hacen propuestas en relación a los procedimientos actuales que no brindan apoyo al tiempo total de producción, y se encontrará que con las mejoras propuestas se elevará la eficiencia de la línea en un 15%. Además, se establecerá una política de calidad que será de beneficio para el prestigio de la empresa, ya que por ser un producto de exportación, debe cumplir con estándares de calidad e higiene.

Se diseñó en general un nuevo modelo de trabajo que contempla cambios físicos en el equipo utilizado para la elaboración, y un cambio en la elaboración de los tamales, se propone procedimientos administrativo y operativo y se hacen mejoras al diagrama de flujo y diagrama bimanual, eliminando tareas innecesarias.

# OBJETIVOS

## GENERAL

Desarrollar propuesta de cambio en los métodos operacionales, realizando un análisis de operaciones y estudio de tiempos en las líneas de producción de tamales, en una empresa de productos alimenticios.

## ESPECÍFICOS

1. Evaluar la situación actual de las líneas de producción, mediante un estudio de métodos, que incluya diagramas de operaciones, estudio de tiempos, eficiencia, producción y productividad.
2. Establecer estándares de tiempos justos, que permitan incrementar la productividad de la empresa.
3. Disminuir el tiempo de ocio y regular el tiempo de procesos externos al proceso principal de las líneas.
4. Distribuir adecuadamente las operaciones del proceso a los operarios, de manera que la eficiencia y la productividad sean incrementadas considerablemente.
5. Diseñar nuevos métodos de operación en los procesos, mediante un análisis de operaciones.
6. Estandarizar el flujo de trabajo de la planta, para hacer más eficientes los procesos de producción.
7. Realizar una propuesta real que sea factible para su implementación, en lo que respecta a los procesos generales de la empresa.



## INTRODUCCIÓN

En todo proceso industrial se toma en cuenta aspectos que influyen en la productividad de la empresa, los cuales se ven afectados tanto por situaciones internas (operarios, maquinaria, herramientas, etc.), como por situaciones externas (proveedores de materia prima, energía, entre otros). Al realizar un estudio y/o análisis en las industrias, se refleja el grado de aporte o disminución que causan estos aspectos en la productividad de la misma, debido a una interrelación de un conjunto de procesos que tienen lugar dentro y fuera de las organizaciones empresariales.

Dentro de estos aspectos se puede mencionar las operaciones del proceso (forma y tiempo en realizarlas), las herramientas, la materia prima, los movimientos de material, entre otros aspectos.

Siendo más específicos, nos enfocamos en cómo influye en la productividad, ya sea en aumento o disminución, el tiempo de realización de una operación del proceso y la forma de efectuar dicha operación.

Dado que el tiempo y la forma de realizar una operación de un proceso influye en la productividad y la eficiencia con que se trabaja en las líneas de producción en la empresa, en el presente trabajo de graduación se realizará un estudio de tiempos y análisis de las operaciones de las líneas de producción de Tamales, para lograr una mejora en los métodos operacionales actuales.

El trabajo de graduación inicia con el estudio de los procesos actuales, realizando un análisis de las operaciones de los procesos de las líneas de producción, para identificar los problemas que se dan al realizar las operaciones, siguiendo con el estudio de tiempos de las líneas para establecer los tiempos estándares y poder calcular la producción teórica que se debiera alcanzar; culminando con una propuesta de los cambios pertinentes que deben realizarse, ya sean de tipo físico (herramientas, máquinas, materia prima, etc.) o de tipo administrativo (distribución de recurso humano, incentivos, etc.) y alcanzar los objetivos. Permitiendo el incremento de la productividad y la eficiencia en las líneas producción.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Antecedentes generales**

### **1.1.1. La empresa**

En el año 2004 inicia la empresa dedicada a la producción de productos alimenticios De mi Tierra S.A. de C.V. Actualmente cuenta con una amplia variedad de productos y presentaciones como tamales, pupusas y frutas congeladas.

La empresa tiene como mercado objetivo las personas que se encuentran en el exterior, específicamente en Estado Unidos de América, proveyéndoles de productos característicos del área centroamericana. La empresa se clasifica como tipo pequeña, con un personal operativo de 28 personas de planta, trabajando en turnos de 8 horas.

### **1.1.2. Ubicación**

La empresa Productos Alimenticios de mi Tierra, S.A. de C.V., se encuentra Ubicada en Final Avenida 2 de Abril Norte #24, Chalchuapa, Santa Ana, El Salvador.

### **1.1.3. Visión**

Ser la empresa líder en el mercado de productos característicos centroamericanos.

#### **1.1.4. Misión**

Fabricar productos alimenticios con estándares de calidad internacional, con apoyo de personal altamente motivado y calificado.

#### **1.1.5. Estructura organizacional**

La empresa es parte de una corporación empresarial, en donde las decisiones trascendentales son tomadas en la alta Dirección de la corporación, teniendo jefaturas para cada departamento para la administración de la misma.

Dentro de la planta el jefe de planta es la máxima autoridad, teniendo a su cargo la Dirección y supervisión de los departamentos internos de la empresa.

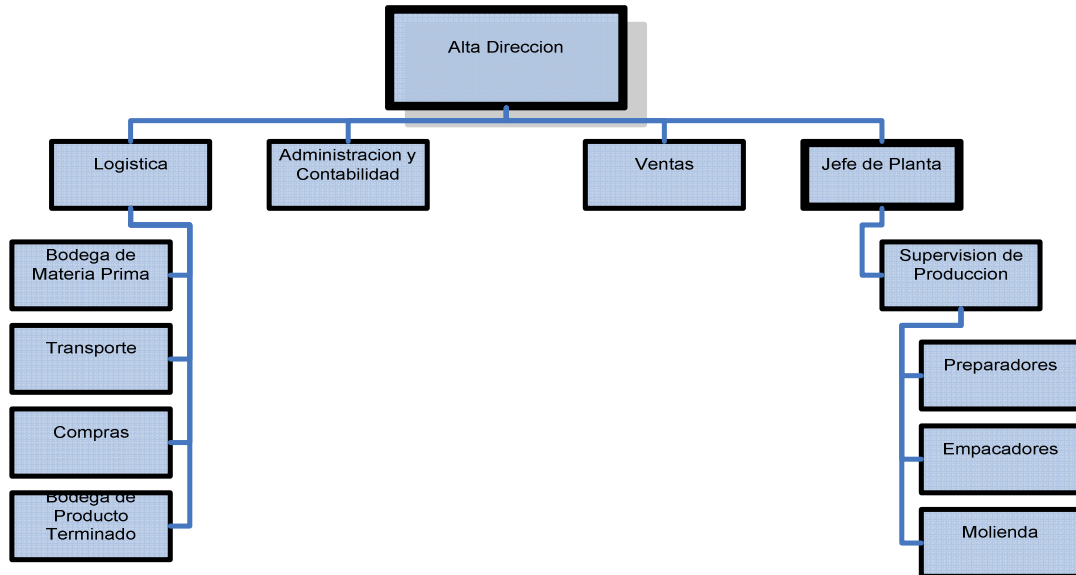
El departamento de logística es el encargado de todos los movimientos operativos externos e internos en lo que respecta a materias primas, material de empaque, abastecimiento de suministros para el funcionamiento de maquinaria y/o equipos, manejo de contenedores.

La Supervisión de Producción está integrada por 1 supervisor, encargado del control de las líneas de producción, así como de la preparación a tiempo de las mezclas que se usaran para la elaboración del producto.

En la figura 1 se detalla gráficamente la estructura organizacional de la empresa.



**Figura 1. Estructura organizacional de la empresa.**



### **1.1.6. Productos que procesa**

La diversidad de productos que se realizan en la empresa, tienen en común que son productos alimenticios, bajo la marca “Madre tierra”, a continuación se presentan las principales características y breves descripciones de los mismos.

- *Tamal*: producto tradicional de consumo diario, se produce en 4 presentaciones:
  1. de elote
  2. de frijol
  3. de loroco
  4. de chipilín

- *Pupusas*, producto tradicional de consumo diario, se produce en 3 presentaciones:
  1. de queso
  2. de loroco y queso
  3. de frijol y queso
  
- *Frutas congeladas*, diversidad de frutas de consumo humano, tales como jocotes, fresas.

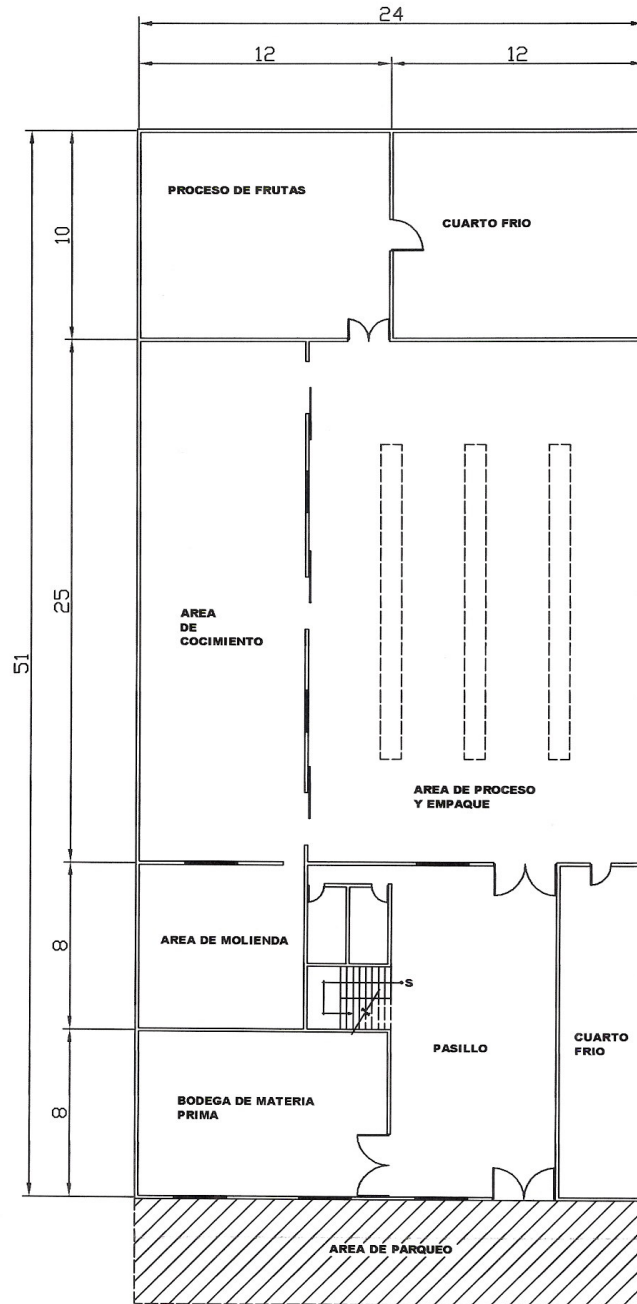
#### **1.1.7. De la planta de producción**

La planta de producción consiste en una sola nave donde está distribuido las distintas áreas como bodegas (materia prima y producto terminado), líneas de producción, área de preparación, oficinas, etc.

En la figura 2 se muestra el esquema de la distribución de la planta baja donde se encuentra el área de producción, incluyendo las áreas de descarga de materiales, carga de producto terminado, bodegas, líneas de producción, áreas de preparación y servicios, cuartos fríos , áreas de higiene personal entre otros.

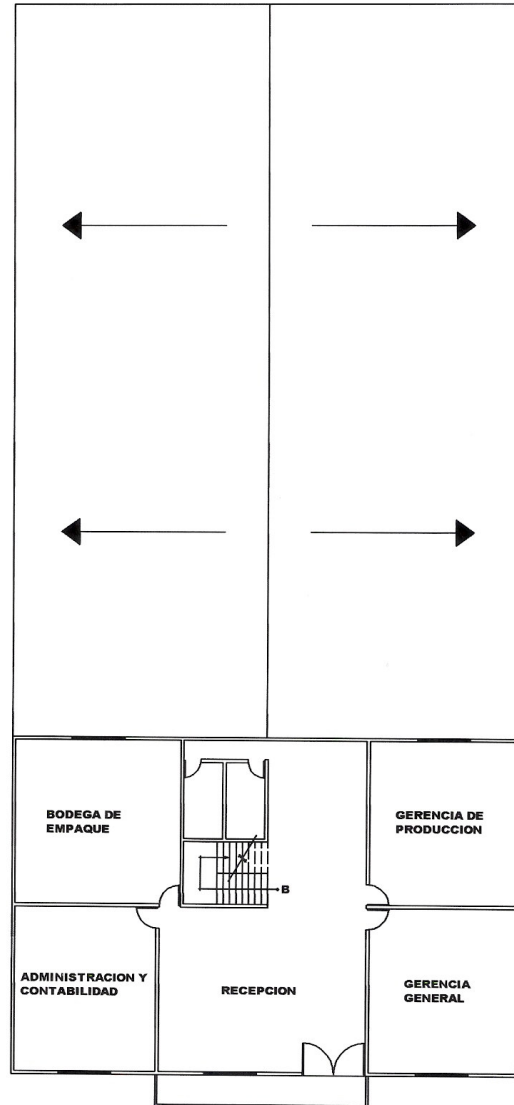
En la figura 3 se muestra el esquema de la planta alta donde se encuentran las oficinas y la bodega de material de empaque.

Figura 1. Distribución de planta baja.



# PLANTA BAJA

Figura 3. Distribución de planta alta.



## PLANTA ALTA

## **1.2. Marco conceptual**

### **1.2.1. Productividad en el trabajo**

Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.<sup>1</sup>

El instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. Se debe comprender claramente que todos los aspectos de un negocio o industria, ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración son áreas fértiles para la aplicación de métodos, estudio de tiempos y sistemas adecuados de pago de salarios.

Las oportunidades que existen en el campo de la producción para los ingenieros industriales no están limitadas pues en la sección de producción de una industria puede considerarse como el corazón de la misma, y si la actividad de esta sección se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva. Si se considera al departamento de producción como el corazón de una empresa industrial, las actividades de métodos, estudio de tiempos y salarios son el corazón del grupo de fabricación.

El objetivo de un gerente de producción es laborar un producto de calidad, oportunamente y al menor costo posible, con inversión mínima de capital y con un máximo de satisfacción de sus empleados.

---

<sup>1</sup> Roberto García Criollo. Estudio del trabajo. Ingeniería de Métodos. (1ª Edición. México. McGraw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 1998) p 7.

Alcance de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos es el campo de actividad que comprende el diseño, la formulación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto después de que han sido elaborados los dibujos y planos de trabajo en la sección de ingeniería de trabajo.

### **1.2.2. Estudio de los métodos de trabajo**

Partiendo de que en todo proceso siempre se encuentran mejores soluciones, se puede efectuar un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, la cual se logra a través de los lineamientos de el estudio de métodos de trabajo.

#### **1.2.2.1. Objetivos del estudio de métodos**

Los principales objetivos del estudio de métodos son:

- mejorar los procesos, los procedimientos, la disposición del área de trabajo y el diseño del equipo
- reducir el esfuerzo del personal
- ahorro del uso de materiales, energía y mano de obra
- aumentar la seguridad
- crear mejores condiciones de trabajo

En fin el objetivo del estudio de métodos es hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el desempeño de labores.

### 1.2.2.2. Procedimiento del estudio de métodos

El procedimiento es sencillo, son pasos en los cuales no podemos obviar ninguno. A continuación se enumera y describe cada uno.

- **Seleccionar el trabajo a mejorar.** Dado que no podemos mejorar todo el proceso de una sola vez, se debe seleccionar un trabajo dentro del mismo que esté causando problemas frecuentemente y sea de gran importancia dentro del proceso. Esto depende del punto que queremos mejorar (económico, ambiental, seguridad, tiempo, entre otros), para identificarlo y darle seguimiento.
- **Registrar los detalles del trabajo.** Es necesario saber exactamente en qué consiste el trabajo, redactando en forma clara y concisa los detalles para analizarlos. Para registrar procesos de fabricación se utilizan los diferentes diagramas de operación.
- **Análisis de los detalles.** Ya registrados los detalles de un trabajo se deben analizar para ver qué acciones se pueden tomar. Para ello se hacen las siguientes preguntas: ¿Qué se hace?, ¿Para qué se hace?, ¿Por qué se hace?, ¿Con qué se hace?, ¿Dónde se hace?, ¿Quién lo hace? y ¿Cuándo se hace?. El análisis debe investigar las causas y no los efectos.

- **Desarrollar un nuevo método.** Las respuestas obtenidas del análisis nos conducen a tomar las siguientes acciones: eliminar, cambiar, reorganizar y simplificar. Dando por resultado el nuevo método para realizar el trabajo.
  
- **Aplicación del nuevo método.** Antes de implementar la mejora es necesario tener la seguridad de que la solución es práctica bajo condiciones de trabajo en que se va a operar. También es necesario lograr la cooperación del personal ya que ellos son los que estarán ejecutando el nuevo método para que se reduzcan las dificultades de implantación y prácticamente se asegure el éxito.

### **1.2.3. Análisis de procesos**

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Éstas se conocen bajo términos de operaciones, transporte, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

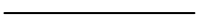






### 1.2.3.1. Diagrama de operaciones de proceso

Muestra la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones que se realizan en las líneas de producción, así como las entradas de materia prima y materiales que se utilizan en el proceso de fabricación.

Al construir el diagrama de operaciones se utilizan 3 símbolos que representan actividades, además de los que muestran la secuencia; éstos se muestran en la tabla I.

Tabla I. Símbolos utilizados en el diagrama de operaciones de proceso.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Inicio de diagrama	Indica los materiales con los que inicia el proceso.
	Entrada de material	Indica cuando se ingresa un material al proceso.
	Operación	Transformación física o química del material.
	Inspección	Revisión, verificación o comprobación de calidad o cantidad.
	Operación / Inspección Combinada	Actividad conjunta de transformación y verificación.

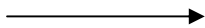






### 1.2.3.2. Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo muestra la secuencia cronológica de las actividades que se realizan en el proceso de producción, pero de forma más detallada que en el diagrama de operaciones.

El diagrama de flujo se utiliza para registrar costos ocultos no productivos tales como distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, que al ser detectados pueden analizarse para tomar medidas y minimizarlos.

Además de registrar las operaciones e inspecciones, también se muestran las siguientes actividades: transporte, almacenamiento y demoras.

Tabla II. Símbolos utilizados en le Diagrama de Flujo de Proceso de Operaciones.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Entrada de material	Indica cuando se ingresa un material al proceso.
	Operación	Transformación física o química del material.
	Inspección	Revisión, verificación o comprobación de calidad o cantidad.
	Operación / Inspección Combinada	Actividad conjunta de transformación y verificación.
	Transporte	Trasladar un material de un lugar a otro
	Almacenamiento	Almacenar el producto o material.
	Demora	Material en espera de ser procesado

### **1.2.3.3. Diagrama de recorrido**

Es una representación gráfica de la distribución de la planta en la que se muestra la localización de las actividades del diagrama de flujo. El diagrama de recorrido se construye colocando las líneas de flujo al plano de la distribución de la planta. Las líneas indican el movimiento del material de una actividad a otra. La dirección del flujo se debe indicar con pequeñas flechas sobre las líneas de flujo.

Este diagrama es una herramienta muy útil, ya que permite visualizar mejor las distancias entre cada una de las operaciones y la forma en que estas se encuentran distribuidas en la planta.

### **1.2.4. Análisis de operaciones**

Para analizar una operación es necesario utilizar las técnicas de estudio de micromovimientos, ya que nos permiten comprender hasta el más mínimo detalle de cada operación, de manera que podamos efectuar mejoras pequeñas.

Existen varias técnicas para el análisis de micromovimientos en las que podemos mencionar:

- Diagrama y análisis de operaciones
- Diagrama operador / máquina
- Diagrama multimáquina
- Diagrama de cuadrilla
- Diagrama de mano izquierda / mano derecha

Estas técnicas tienen varios factores en común:

- Cada una de las actividades está dividida en sus elementos
- El tiempo se mide linealmente
- Todas las técnicas de análisis de operaciones pueden utilizar un mismo formulario
- Todas estas técnicas de diagramado son visuales

#### **1.2.4.1. Diagrama de análisis de operaciones**

Describe una actividad única, por lo general, un operador con herramientas y equipo enteramente bajo su control. Por tanto, es el más simple de todos los diagramas; sin embargo, el proceso seguido es el mismo que con el diagrama más difícil.

La única actividad se divide en sus elementos (un elemento es una unidad de trabajo que, de manera realista, ya no es posible dividir) y se cronometran.

#### **1.2.4.2. Diagrama bimanual**

Es muy distinto a los diagramas anteriores, ya que es sólo para un operador. También es diferente del diagrama de operaciones porque trata las manos como si fueran una actividad. La actividad de cada mano se divide en elementos y se anota en una columna adyacente a la otra mano, alineada en todo momento exactamente una frente a otra.

Este diagrama es útil para mostrar el tiempo ocioso de cualquiera de las manos. Las operaciones con una sola mano son ineficaces y deben ser eliminadas.

Es un Cursograma en que se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario indicando la relación entre ellas.



Operación: Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc. una herramienta, pieza o material.



Transporte: Se emplea para representar el movimiento de la mano (o extremidad) hasta el trabajo, herramienta, pieza o material.



Demora: Se emplea para indicar el tiempo en que la mano (o extremidad) no trabaja.



Almacenamiento: Indica el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.

### 1.2.4.3. Principios de la economía de movimientos

Los principios de economía de movimientos se utilizan para mejorar el diseño de una estación de trabajo, haciendo que éste sea eficaz y eficiente. Para todo trabajo debe considerarse los principios de la economía de movimientos. Estos principios se describen a continuación.

**Movimientos de las manos.** Las manos deben de operar con movimientos de tipo espejo, deben iniciarse y detenerse simultáneamente, moverse en direcciones opuestas y trabajar en todo momento.

**Movimientos balísticos.** Se crean al poner en movimiento un conjunto de músculos sin tratar de suspenderlos mediante otros músculos.

**Movimientos controlados o restringidos.** Son lo opuesto a los movimientos balísticos y requieren de mayor control, especialmente al final del movimiento.

**Movimientos continuos.** Son curvos y más naturales. Cuando el cuerpo tiene que cambiar de dirección, reduce velocidad y realiza dos movimientos por separado. Si la dirección se modifica menos de 120°, se requieren dos movimientos.

**Localización de piezas y herramientas.** Escoja un lugar fijo para todo y téngalo tan cerca del punto de uso como sea posible.

**Libere las manos tanto como pueda.** La mano es el dispositivo más costoso que puede ocupar un diseñador, por lo que debemos proporcionar otros medios de sujeción de piezas.

### **1.2.5. Estudio de tiempos**

Es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido, en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

#### **1.2.5.1. Técnicas de los estándares de tiempo**

Existen varias técnicas para el desarrollo de los estándares de tiempo, las cuales se mencionan a continuación:

- Sistemas de estándares de tiempo predeterminados
- Estudio de tiempos con cronómetro
- Muestreo del trabajo
- Datos estándares
- Estándares de tiempo de opinión experta y de datos históricos

### **1.2.5.2. Estudio de tiempos con cronómetro**

Es el método en el que piensan la mayoría de los empleados de manufactura cuando hablan de estándares de tiempo. Existen varios tipos de cronómetros:

- De tapa: en centésimas de minuto
- Continuo: en centésimas de minuto
- Tres cronómetros: cronómetros continuos
- Digital: en milésimas de minuto
- TMU (unidad de medida de tiempo): en cienmilésimas de hora
- Computadora: en milésimas de minuto

Como en todo estudio de tiempos, se inicia con un diseño de estación de trabajo estandarizado y un operador hábil y bien capacitado.

### **Herramientas del estudio de tiempos con cronómetro**

Dado que cumplen un papel muy importante, conviene conocer las herramientas del estudio de tiempos con cronómetro incluso antes de que abordemos la técnica. Las herramientas que se utilizan en el estudio de tiempos con cronómetro son las siguientes:

- Cronómetros
- Tablas para ajustar cronómetro y papel
- Cámaras de video
- Tacómetros
- Calculadora
- Formularios



### 1.2.5.2.1. Procedimientos para estudios de tiempos <sup>2</sup>

El procedimiento para el estudio de tiempos se reduce a 10 pasos, como siguen:

1. Seleccionar el trabajo que se va a estudiar
2. Hacer acopio de la información sobre el trabajo
3. Dividir el trabajo en elementos
4. Efectuar el estudio de tiempos propiamente dicho
5. Hacer la extensión del estudio de tiempos
6. Determinar el número de ciclos por cronometrar
7. Calificar, nivelar y normalizar el desempeño del operador
8. Aplicar tolerancias
9. Verificar la lógica
10. Publicar el estándar de tiempos

### 1.2.5.2.2. Formulario para estudio de tiempos

Formato para la toma de tiempos																								
Fecha				Referencia																				
Estudio No				Operación																				
Hija__de__																								
Lectura No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Promedio	Nivelación	T Normal
Multa a O																								
Continua																								
Multa a O																								
Continua																								
Multa a O																								
Continua																								
Multa a O																								
Continua																								
Multa a O																								
Continua																								

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Elementos extraños</th> </tr> <tr> <td>A</td><td>E</td><td></td> </tr> <tr> <td>B</td><td>F</td><td></td> </tr> <tr> <td>C</td><td>G</td><td></td> </tr> <tr> <td>D</td><td>H</td><td></td> </tr> </table>	Elementos extraños			A	E		B	F		C	G		D	H		Observaciones _____ _____ _____ _____	Realizo _____ Reviso _____ Aprobo _____ Estudio Siguiete _____ _____
Elementos extraños																	
A	E																
B	F																
C	G																
D	H																

<sup>2</sup> Fred E. Meyers. Estudios de tiempos y movimientos. (2ª Edición. México. Pearson Educación. 2000) pp 147 – 165.

### 1.2.5.2.3. Tolerancias

Son el tiempo añadido al tiempo normal para hacer que el estándar sea práctico y alcanzable.

Las tolerancias se clasifican en tres categorías:

**Personales.** Es aquel tiempo que se concede a un empleado para cuestiones personales. El tiempo personal apropiado se ha definido como aproximadamente un 5% del día de trabajo, es decir, 24 minutos al día.

**Por fatiga.** Es el tiempo que se concede a un empleado para que se recupere del cansancio. La tolerancia por fatiga básica es de 5% por cada 10 lb., dividido la frecuencia de levantar el peso.

**Retrasos.** Se consideran inevitables porque están fuera del control del operador. Algo ocurre que impide al operador trabajar.

### Métodos de aplicar las tolerancias

Las tolerancias se suman de cuatro formas. Cada planta de producción tiene su propio formulario y procedimiento de estudio de tiempos. El formulario indica cuál es el método que se emplea para aplicar tolerancias.

**Método 1: 18.5 horas por 1,000.** Este es el más sencillo de todos y reduce las operaciones matemáticas. También se basa en una tolerancia constante; en este caso, del 10%.

**Método 2: Tolerancia constante agregada al tiempo normal total.** Es la técnica más común en la industria. Cada departamento o planta tiene una única tasa de tolerancia. La tolerancia promedio está entre 10% y 15%. Debe incluirse una explicación de lo que conforma la tolerancia.

**Método 3: Técnicas de tolerancias elementales.** La teoría que funda esta técnica es que cada elemento de un trabajo puede tener diferentes tolerancias. La ventaja evidente de este método es que se obtienen mejores estándares de tiempo elementales. La desventaja es que hay que hacer más operaciones matemáticas.

#### **1.2.5.2.4. Tablas de Westinghouse, General Electric**

Se utilizan en el método de evaluación del operario, para evaluar la habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia. Según el sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema.

La calificación de la habilidad se traduce luego a su valor en porcentaje equivalente, que va desde más 15%, para los individuos superhábiles, hasta menos 22% para los de muy baja habilidad. Este porcentaje se combina luego algebraicamente con las calificaciones de esfuerzo, condiciones y consistencia, para llegar a la nivelación final, o al factor de calificación de la actuación del operario.

**Tabla III. Tabla de destreza o habilidad.**

Tabla de Destreza o habilidad		
+0.15	A1	Extrema
+0.13	A2	Extrema
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente

Según este sistema de calificación, el esfuerzo o empeño se define como una demostración de voluntad para trabajar con eficiencia. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario.

**Tabla IV. Tabla de esfuerzo o empeño.**

Tabla de esfuerzo o empeño		
+0.13	A1	Extrema
+0.12	A2	Extrema
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Buena
+0.02	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente

Para realizar el procedimiento de calificación de la actuación se deben de evaluar las condiciones en que se realizan, estas son las que afectan al operario y no a la operación. En promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son las siguientes: temperatura, ventilación, luz y ruido. Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomaran en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación.

**Tabla V. Tabla de condiciones.**

Condiciones		
+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la consistencia del operario. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas de cronometro y presencia de elementos extraños.

**Tabla VI. Tabla de consistencia.**

Consistencia		
+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

Una vez se han asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación, y se han establecido sus valores numéricos equivalentes, el factor de actuación se determina combinando algebraicamente los cuatro valores y agregando se suma la unidad.

#### **1.2.6. Balance de líneas**

Es una aplicación de los estándares de tiempo para fines de:

- Igualar la carga de trabajo entre personas, celdas y departamentos
- Identificar la operación cuello de botella
- Establecer velocidades en la línea de producción
- Determinar el número de estaciones de trabajo
- Ayudar a determinar el costo de la mano de obra
- Establecer el porcentaje de la carga de trabajo de cada operador

Referente a el numero de trabajadores que deben de asignarse a una línea de producción es análogo al de determinar el numero de operarios asignados a una estación de trabajo.<sup>3</sup>

Por ejemplo:

Suponga que se tiene una línea de cinco trabajadores que ensamblan monturas de hule fijadas con adhesivos antes del proceso de curado. Las asignaciones de trabajo específicas pueden ser las siguientes: <sup>4</sup>

Operario	Tiempo [min.]
1	0.54
2	0.48
3	0.65
4	0.41
5	0.55

Al determinar que operario es el que hace que la línea de producción realice su trabajo se puede observar que es el numero tres. El incurre en un tiempo promedio de 0.65 minutos para realizar su operación esto hace ver que la línea depende de el para poder tener una mejor eficiencia.

---

<sup>3</sup> Nivel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004)

<sup>4</sup> Nibel- Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004)

No obstante si el proceso esta siendo realizado de la forma mas rápida que puede, no se incurre en tiempos de ocio por parte de este sino solamente de los demás que son quienes deberán de esperarlo para poder trabajar, al final se obtienen los datos de la siguiente tabla:

Operario	Minutos estándar para realizar la operación	Tiempo de espera según el operario mas lento	Minutos estándar permitidos
1	0.54	0.13	0.65
2	0.48	0.17	0.65
3	0.65	0	0.65
4	0.41	0.24	0.65
5	0.55	0.10	0.65
<b>Total</b>	<b>2.61</b>		<b>3.25</b>

Al utilizar la determinar eficiencia de la línea se utiliza la ecuación<sup>5</sup>

$$E = (\sum ME / \sum MP) \times 100$$

Donde:

E = Eficiencia

ME = Minutos estándar por operación

MP = Minutos estándar permitidos por operación

Al realizar el cálculo obtenemos que la eficiencia de la línea de producción de hules sea de 80%.

$$E = (\sum ME / \sum MP) \times 100 = (2.61 / 3.25) \times 100 = \mathbf{80\%}$$

---

<sup>5</sup> Nibel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) PP 57



Para determinar la inactividad de la línea se utiliza la relación <sup>6</sup>

Porcentaje de inactividad = 100 - E

Para el ejemplo se obtiene

Porcentaje de inactividad = 100 - E = 100-80 = **20%**

Para poder obtener el número de operarios dentro de una línea de producción diferente a la que se tiene en forma real, se utiliza una variable de producción que se deriva de la necesidad de hacer que la se produzcan más unidades por lo que se procede a calcularlo de la manera siguiente:<sup>7</sup>

$$N = R \times \sum MP = R \times \frac{\sum ME}{E}$$

ME: Minutos Estándar por operación

MP: Minutos Permitidos por operación

R: Tasa de producción deseada

E: Eficiencia

---

<sup>6</sup> Nibel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11<sup>a</sup> Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) PP57

<sup>7</sup> Nibel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11<sup>a</sup> Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) pp 57-64.

La tasa de producción deseada se calcula como<sup>8</sup>

$$R = \text{Producción diaria} / \text{tiempo disponible diario}$$

Producción diaria 700 unidades

Tiempo diario 480 minutos

$$R = 1,000 / 480 = 2.083$$

$$N = 2.083 * 2.61 / 0.80 = 6.797$$

Con este dato podemos observar que necesitamos 7 operarios como máximo y 6 como mínimo para poder cumplir con los requerimientos que se tienen dentro de la línea de producción.

Balanceando la línea se obtienen los datos que a continuación se presentan.

<b>Unidades a Fabricar</b>	1.000
<b>Tiempo Disponible (minutos)</b>	480
<b>Índice de Producción (Unidades/minuto)</b>	2,083
<b>No. Total de Operarios teóricos</b>	5

<b>Unidades por Día</b>	1000
<b>Eficiencia Planeada</b>	90,00%
<b>Eficiencia Real</b>	80,00%

Operación	Tiempo Estándar	Operarios Teóricos	Operarios Reales	Tiempo asignado
1	0,54	1,3	1	0,540
2	0,48	1,1	1	0,480
3	0,65	1,5	2	0,325
4	0,41	0,9	1	0,410
5	0,55	1,3	1	0,550
<b>Totales</b>	<b>2,630</b>	<b>6,100</b>	<b>6</b>	

---

<sup>8</sup> Nibel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) PP57

## **1.2.7. Mejora Continua**

En la actualidad hablar de sistemas de gestión es algo común en muchas empresas, aunque no en todas estén implementados, pero las corrientes económicas y de mercadeo, orientan cada vez más a las empresas productoras a implementar sistemas de gestión en sus procesos, para mejorar la calidad en la elaboración de sus productos, minimizar la contaminación ambiental, asegurar la salud y proteger a sus empleados, entre otros sistemas que permitan colocarlas como empresas líderes, no solamente por sus productos, sino por sus procesos.

### **1.2.7.1. Teorías de mejoramiento continuo**

#### **1.2.7.1.1. Kaizen**

Es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva. Debido a que el entorno tanto para las grandes empresas, como para las medianas y pequeñas, y sea cual sea su tipo de actividad está cambiando a un ritmo muy veloz. Empresas e individuos deben adaptarse a los nuevos retos, capacitándose y poniéndose al día con los cambios tecnológicos y adoptando una nueva visión del comercio y del mundo.

Dentro de esa nueva visión, la necesidad de satisfacer plenamente a los consumidores y usuarios de productos y servicios, la creatividad puesta al servicio de la innovación, y el producir bienes de óptima calidad y con el costo que fija el mercado, son los objetivos a lograr.

Estos objetivos no son algo que pueda lograrse de una vez, por un lado requiere concientización y esfuerzo constante para lograrlos, pero por otro lado, necesita de una disciplina y ética de trabajo que lleven a empresas, líderes y trabajadores a superarse día a día en la búsqueda de nuevos y mejores niveles de desempeño que los mantengan en capacidad de competir.

Hacer posible la mejora continua y lograr de tal forma los más altos niveles en una serie de factores requirió aparte de constancia y disciplina, la puesta en marcha de cinco sistemas fundamentales:

1. Control de calidad total / Gerencia de Calidad Total
2. Un sistema de producción justo a tiempo
3. Mantenimiento productivo total
4. Despliegue de políticas
5. Un sistema de sugerencias
6. Actividades de grupos pequeños

#### **1.2.7.1.2. Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa es conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos.

### **1.2.7.1.3. Juran**

La administración de calidad se lleva a cabo mediante el uso de los 3 procesos gerenciales de planeación, control y perfeccionamiento que Juran llamo la trilogía de la calidad.

La planeación de la calidad es la actividad de desarrollar los productos y procesos necesarios para satisfacer las necesidades del cliente e incluye una serie de pasos universales que se establecieron con base en metas de calidad.

1. Determinación de quienes son nuestros clientes.
2. Determinación de las necesidades del cliente
3. Desarrollar las características de los productos que respondan a las necesidades del cliente.
4. Desarrollar los procesos capaces de producir esas características.
5. Transferir los planes resultantes a las fuerzas de operación.

El control de calidad es el procedimiento que utiliza las fuerzas de operación como una ayuda para lograr los objetivos del producto y del proceso se hace en el círculo de retroalimentación y consisten en los siguientes pasos.

1. Evaluar el desempeño de la operación real.
2. Comparar el desempeño real con las metas.
3. Actuar sobre la diferencia

El perfeccionamiento de la calidad es el tercer miembro de la trilogía de la calidad, tiene por objeto lograr niveles de desempeño sin precedentes y significativamente mejores que cualquier nivel en el pasado, la metodología consten en un proceso de una serie de pasos invariables que son:

1. Demostrarla necesidad del perfeccionamiento
2. Identificar los proyectos específicos que deben perfeccionarse

3. Organizarse para dirigir los proyectos
4. Organizar y diagnosticar para descubrir las causas
5. Proporcionar soluciones
6. Demostrar que las soluciones son efectivas bajo condiciones de operación.
7. Proporcionar el control para conservar las ganancias.

La espiral de progreso de Juran en la calidad muestra la progresión típica de actividades que se llevan a cabo en compañías industriales.

1. Investigación de mercado
2. Creación del producto
3. Diseño del producto
4. Especificación
5. Compra
6. Planeación de manufactura
7. Producción y control de procesos
8. Inspección y pruebas
9. Comercialización
10. Servicio al cliente
11. Investigación de mercado
12. Mayoreo
13. Menudeo
14. Uso
15. Retroalimentación

### 1.2.7.2. Gráficos de control

Un gráfico de control es una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso. Permite distinguir entre las causas de variación. Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo estas agruparse en:

- Causas aleatorias de variación. Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso.
- Causas específicas (imputables o asignables). Normalmente no deben estar presentes en el proceso. Provocan variaciones significativas.

Las causas aleatorias son de difícil identificación y eliminación. Las causas específicas sí pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

Los gráficos de control fueron ideados por Shewhart durante el desarrollo del control estadístico de la calidad. Han tenido una gran difusión siendo ampliamente utilizados en el control de procesos industriales. Sin embargo, con la reformulación del concepto de Calidad y su extensión a las empresas de servicios y a las unidades administrativas y auxiliares, se han convertido en métodos de control aplicables a procesos llevados a cabo en estos ámbitos.

Existen diferentes tipos de gráficos de control:

- De datos por variables. Que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales.
- De datos por atributos. Del estilo aceptable / inaceptable, sí / no, etc.

En cualquier proceso, incluida la prestación de servicios sanitarios, se produce variabilidad. Por ejemplo incluso en situaciones muy similares no todas las cirugías resultan exitosas, no todas las consultas duran el mismo tiempo, etc. En cada caso el origen de esa variabilidad puede ser muy diverso, por un lado tenemos causas impredecibles, de origen desconocido, y por tanto en principio inevitable, y por otro lado, causas previsibles debidas a factores humanos, a los instrumentos o a la organización. Estudiando meticulosamente cualquier proceso es posible eliminar las causas asignables, de tal forma que la variabilidad todavía presente en los resultados sea debida únicamente a causas no asignables; momento éste en el que diremos que el proceso se encuentra en estado de control.

La finalidad de los gráficos de control es monitorizar dicha situación para controlar su buen funcionamiento, y detectar rápidamente cualquier anomalía respecto al patrón correcto, puesto que ningún proceso se encuentra espontáneamente en ese estado de control, y conseguir llegar a él supone un éxito, así como mantenerlo.

Este es el objetivo del control de calidad de procesos, y su consecución y mantenimiento exige un esfuerzo sistemático, en primer lugar, para eliminar las causas asignables y en segundo, para mantenerlo dentro de los estándares de calidad fijados.

Así pues, el control estadístico de calidad tiene como objetivo monitorizar de forma continua, mediante técnicas estadísticas, la estabilidad del proceso, y mediante los gráficos de control este análisis se efectúa de forma visual, representando la variabilidad de las mediciones para detectar la presencia de un exceso de variabilidad no esperable por puro azar, y probablemente atribuible a alguna causa específica que se podrá investigar y corregir.



El interés de los gráficos de control radica en que son fáciles de usar e interpretar, tanto por el personal encargado de los procesos como por la dirección de éstos, y lo que es más importante: la utilización de criterios estadísticos permite que las decisiones se basen en hechos y no en intuiciones o en apreciaciones subjetivas que tantas veces resultan desgraciadamente falsas.

*Ventajas de utilizar gráficos de control:*

- Permite distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección.
- Los gráficos de control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejoras emprendidas, así como para estimar la capacidad de proceso.

*Utilidades de utilizar gráficos de control:*

- Ayudan a la mejora de procesos, de forma que se comporten de manera uniforme y previsible para una mayor calidad, menores costos y mayor eficacia.
- Proporciona un lenguaje común para el análisis del rendimiento del proceso.

#### **1.2.7.2.1. Gráficos X y R**

Los gráficos X y R son gráficos de control para datos variables, como longitud, peso y distancia. La grafica X se utiliza para vigilar el centrado de un proceso, y la grafica R para vigilar la variación en el proceso.

Se utiliza el rango como medida de la variación simplemente por comodidad, particularmente cuando los trabajadores en el piso de la fábrica realizan manualmente los cálculos de la grafica de control.

#### **1.2.7.2.2. Gráficos P y nP**

Son gráficos de control para atributos, en ellos podemos comparar un producto con un estándar y clasificarlo como defectuoso o no. Los datos de atributos solo pueden asumir dos valores: bueno o malo, pasa o no pasa. Por lo general, los atributos no pueden medirse pero se pueden observar y contar, y son útiles en muchas situaciones prácticas; por ejemplo, en la impresión de envases para productos de consumo la calidad del color se puede calificar como aceptable o no aceptable, o una hoja de cartón esta dañada o no lo esta.

El gráfico de fracciones no conformes es el grafico P que vigila la proporción de elementos no conformes producidos en un lote. A menudo se conoce como grafica de la fracción defectuosa o grafica de la fracción no conforme.

La gráfica nP es una gráfica de control para la cantidad de elementos no conformes dentro de una muestra. Para utilizar la grafica nP, el tamaño de cada una de las muestras debe ser constante.

La grafica nP es una alternativa útil a la gráfica P dado que a menudo es más fácil de comprender para el personal de producción: la cantidad de elementos no conformes resulta más significativo que una fracción; además, dado que solo requiere un conteo, los cálculos son más útiles.

### **1.2.7.2.3. Gráficos C y U**

Son gráficos de control para atributos, se utilizan en el caso de productos complejos, la existencia de un defecto no necesariamente conlleva a que el producto sea defectuoso. En tales casos, puede resultar conveniente clasificar un producto según el número de defectos que presenta.

El gráfico C se utiliza para controlar la cantidad de total de defectos por unidad, cuando el tamaño del subgrupo es constante.

El gráfico U se utiliza si el tamaño de los subgrupos es variable y si se desea controlar el número promedio de defectos por unidad.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN**

La situación actual de las líneas de producción nos permite evaluar mejoras al proceso de producción y empaque, a través de esta evaluación se puede determinar operaciones y actividades innecesarias que retrasan la eficiencia de la línea.

### **2.1. Proceso de preparación de mezclas**

Al inicio del proceso se empieza seleccionando cada uno de los elementos que componen la pasta que será utilizada para elaborar el producto denominado tamal.

Previo a utilizar todos estos elementos, se inicia en el área de bodega de materia prima a seleccionar y pesar los elementos para elaborar el producto establecido en el programa de producción, esta tiene una inspección de calidad previa a ser introducido en los silos que serán los encargados de proveer al molino del grano y de los condimentos necesarios.

Para realizar el cocido del maíz se transporta hacia el área de cocimiento, donde se pone a cocer en un recipiente metálico, el agua que se agrega es del 40% del grano que se procesara, además se agrega cal con la intención de que permita al grano reventar<sup>9</sup>. La proporción de cal debe de ser del 1% del grano a procesar, se puede utilizar cal para construcción (óxido de calcio), carbonato de sosa natural, o cal viva (óxido de calcio anhídrido) en la misma proporción.

---

<sup>9</sup> Reventar: que la cáscara se abra y el grano de maíz absorba el agua

Se cocina por 60 minutos la mezcla del grano con agua y cal, el maíz precocido se lava con agua hasta quitar el sumo<sup>10</sup>.

La materia prima necesaria se traslada al área de molienda donde se prepara la mezcla que será base para la preparación del tamal, como lo es la masa, aquí se agregan los saborizantes y preservantes necesarios.

AL inicio la mezcla es elaborada en los molinos, donde empieza el proceso de elaboración de tamales, los cuales como base principal tienen la masa que es producto del maíz, esta misma mezcla es utilizada por las diferentes presentaciones que posee la línea de producción de tamales.

El proceso dura por espacio de 25 minutos los cuales son controlados por el operario encargado de la elaboración de esta mezcla, la misma debera de llevar la consistencia que el procedimiento de elaboración determina para con ello garantizar que durante el resto del proceso no se ocasionar daño alguno al producto.

Luego si este contenedor es descargado dentro de los transportes de materia prima la cual sera llevada al area de producción, donde esperan los operarios encargados de pesar las cantidades dentro de las bandejas que contienen las hojas de platano cuyo recubrimiento es el Polipel, dentro de la orden de producción se envian las solicitudes de sabores, las cuales no deberian por obligación ser de un solo sabor de tamal sino que puede contener proporciones diferentes acorde a las necesidades que posea el departamento de ventas.

---

<sup>10</sup> Sumo: término popular para el nombrar al desecho del maíz precocido.

Cuando se tiene la planificación deseada de los productos que se deberán de preparar para poder cumplir con las demandas exigidas, estas comienzan a ser elaboradas ya con la pasta elaborada de la manera siguiente:

- Si son salados el bicarbonato es excluido y el porcentaje de sales incrementado.
- Si es dulce el porcentaje de sales disminuye y se agrega bicarbonato.

Una vez preparada la mezcla se comienza a realizar la incorporación de los elementos que son necesarios para darle la característica a determinado sabor, se agrega una cantidad de agua aproximada del 60% de la masa y se comienza el precocido de la masa, este proceso dura aproximadamente 120 minutos.

Esta mezcla tendrá al final de preparación, una pasta de consistencia media la cual ostentará una cantidad de agua aproximada del 40% la cual es medida respecto a la señalizada en el molino, la cual representa la cantidad de agua promedio que tiene una porción antes de ser preparada, se traslada la segunda pasta al área de enfriado la cual dura aproximadamente por un tiempo de 30 minutos

### **2.1.1. Materias primas**

Para la elaboración del tamal, se seleccionan cuidadosamente los elementos que conformaran la masa, previo a agregarle el sabor característico a cada tamal.

La materia prima utilizada para la elaboración de la masa son las siguientes:

- Maíz
- Agua
- Cal
- Margarina
- Sal
- Conservantes
- Saborizantes

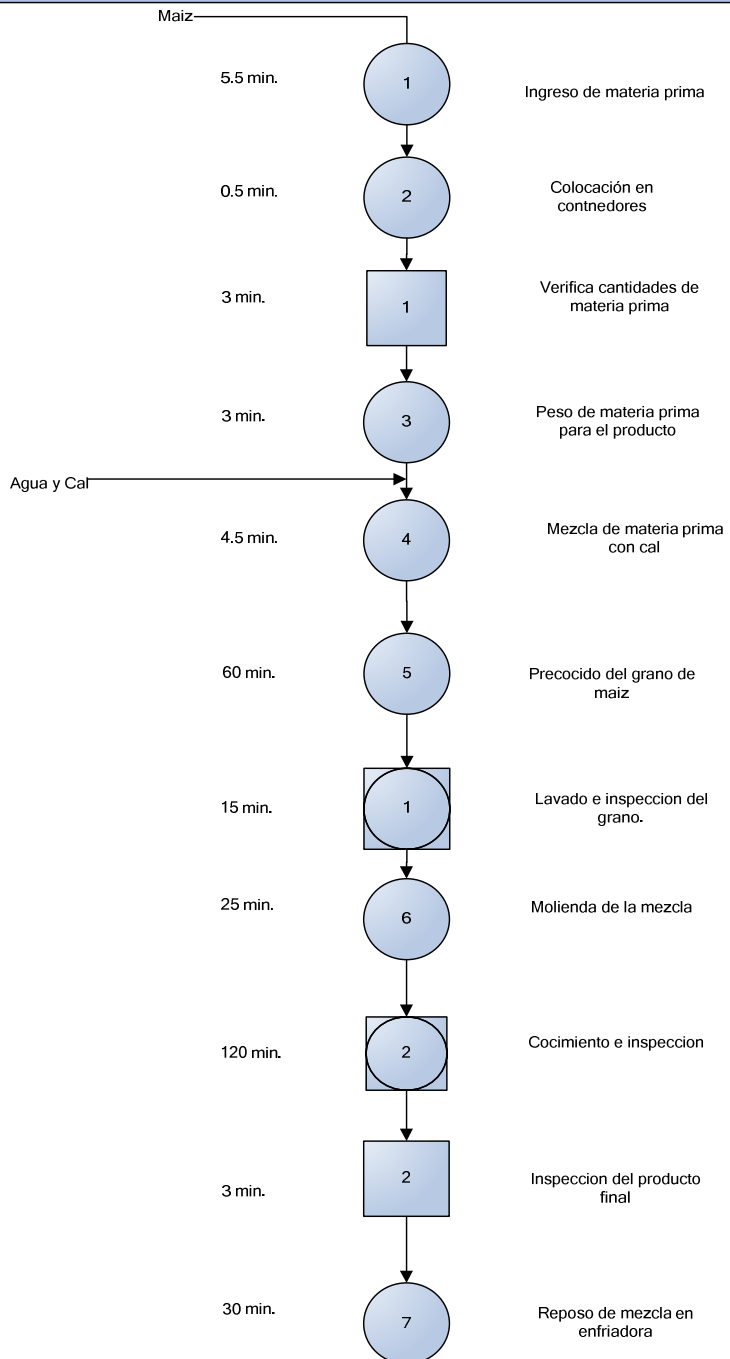
### **2.1.2. Diagrama de Operaciones**

A continuación se presenta el diagrama de operaciones del proceso de preparación de mezclas.




**Figura 4. Diagrama de Operaciones del proceso de preparación de mezcla**

Fabrica: Producos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V. Método: Actual Objeto: Diagrama de operaciones de proceso de preparacion de mezcla Fecha de elaboracion: Febrero de 2006 Inicia: ingreso de materia prima Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Mendez	Departamento: Produccion Hoja: 1 de 1
---	--



## RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo [Min]
	Inspección operación	2	135
	Inspección	2	6
	Operación	7	128.5

El proceso de operaciones de preparación de mezclas dura un tiempo de 269.5 minutos actualmente.

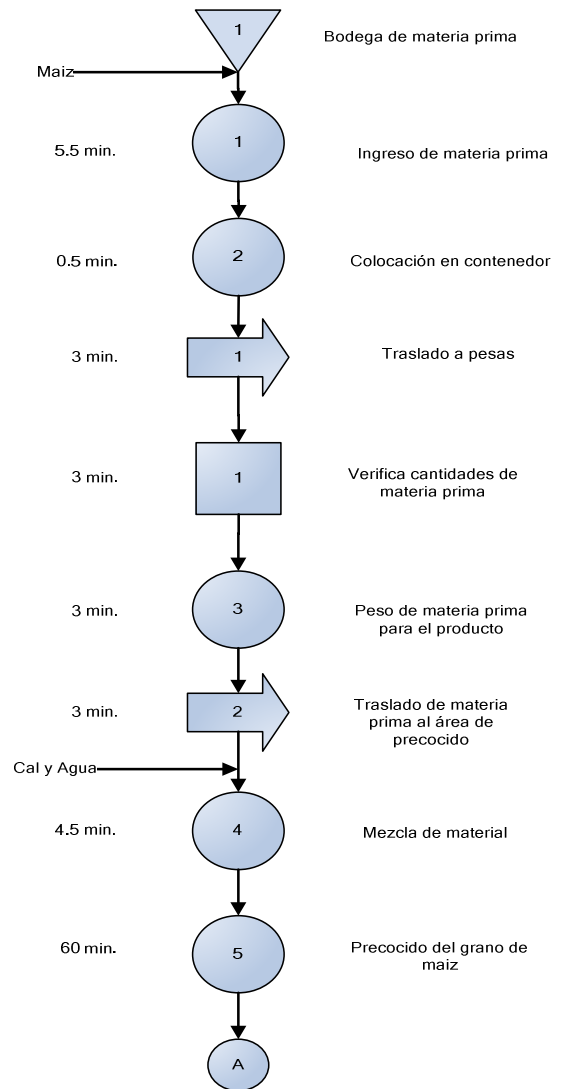
El supervisor de producción es el encargado del control de las líneas de producción, así como de la preparación a tiempo de las mezclas que se usaran para la elaboración del producto.

### 2.1.3. Diagrama de flujo

A continuación se presenta el diagrama de flujo operaciones del proceso de preparación de mezclas.

**Figura 5. Distribución de flujo de proceso de preparación de mezclas.**

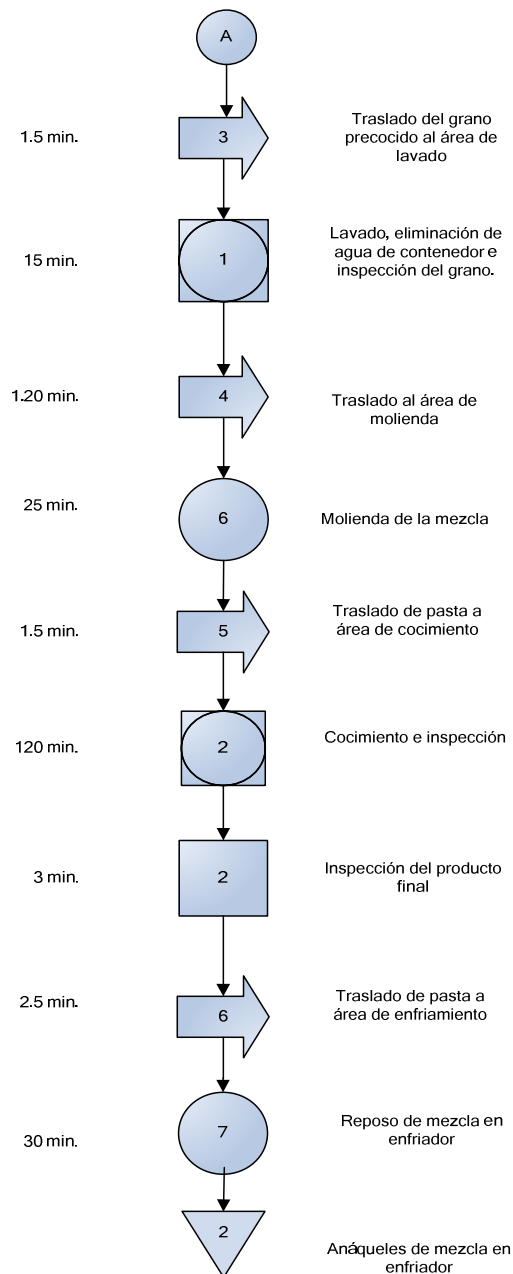
Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V. Método: Actual Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de proceso de preparación de mezcla Fecha de elaboración: Febrero de 2006 Inicia: Ingreso de materia prima Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Méndez	Departamento: Producción Hoja: 1 de 2
---	--








## Continuación

Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.  
Método: Actual  
Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de proceso de preparación de mezcla  
Fecha de elaboración: Febrero de 2006  
Inicia: Ingreso de materia prima  
Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Méndez

Departamento: Producción  
Hoja: 2 de 2



RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo [Min]
	Inspección operación	2	135
	Inspección	2	6
	Operación	7	128.5
	Transporte	6	12.7
	Bodegas	2	

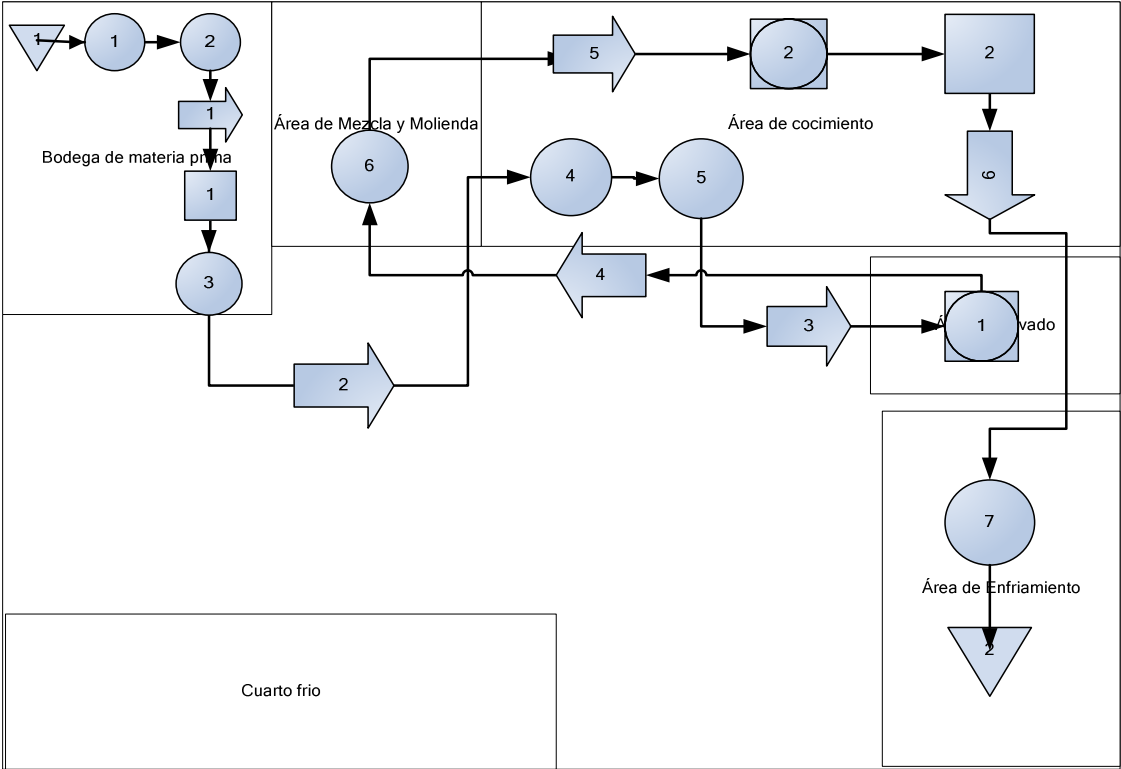
El flujo proceso de operaciones de preparación de mezcla dura un tiempo de 279.2 minutos actualmente.

### 2.1.4. Diagrama de recorrido

**Figura 6. Diagrama de recorrido del proceso de preparación de mezcla.**

Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.  
 Método: Actual  
 Objeto: Diagrama de recorrido del proceso de preparación de mezcla  
 Fecha de elaboración: Febrero de 2006  
 Inicia: Ingreso de materia prima  
 Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Méndez

Departamento: Producción  
 Hoja: 1 de 1



## **2.2. Línea de producción de tamales**

Ya enfriado la masa precocida un operario traslada la pasta al área de envoltura, la cual realizará la incorporación del sabor deseado, ya sea este de loroco, queso o elote, el operario se encarga de introducir los preservantes que ha de tener el producto para tener mas tiempo de vida, cada una de las porciones elaboradas es envuelta en una hoja, e introducida dentro de los recipientes de cocido final.

El dar la forma al tamal es una actividad realizada de forma manual, aquí la habilidad del operario es importante, dado que es un trabajo laborioso. En la línea de producción se procede a la preparación de la hoja y la envoltura del tamal.

Aquí se procede a tomar y colocar el polipel sobre la mesa de trabajo, luego se toma la hoja se coloca sobre el polipel, se cortan las puntas de las hojas, luego se agrega la masa por medio de un recipiente que tiene la medida aproximada de masa que tendrá cada tamal, luego se mide en la balanza electrónica aproximadamente de 110 gramos, la cual es puesta sobre la hoja, además se agrega el ingrediente característico del sabor deseado, luego se enrollan las puntas de las hojas, se doblan las puntas y se cortan los sobrantes, luego se colocan en las jvas.

### **2.2.1. Materias primas**

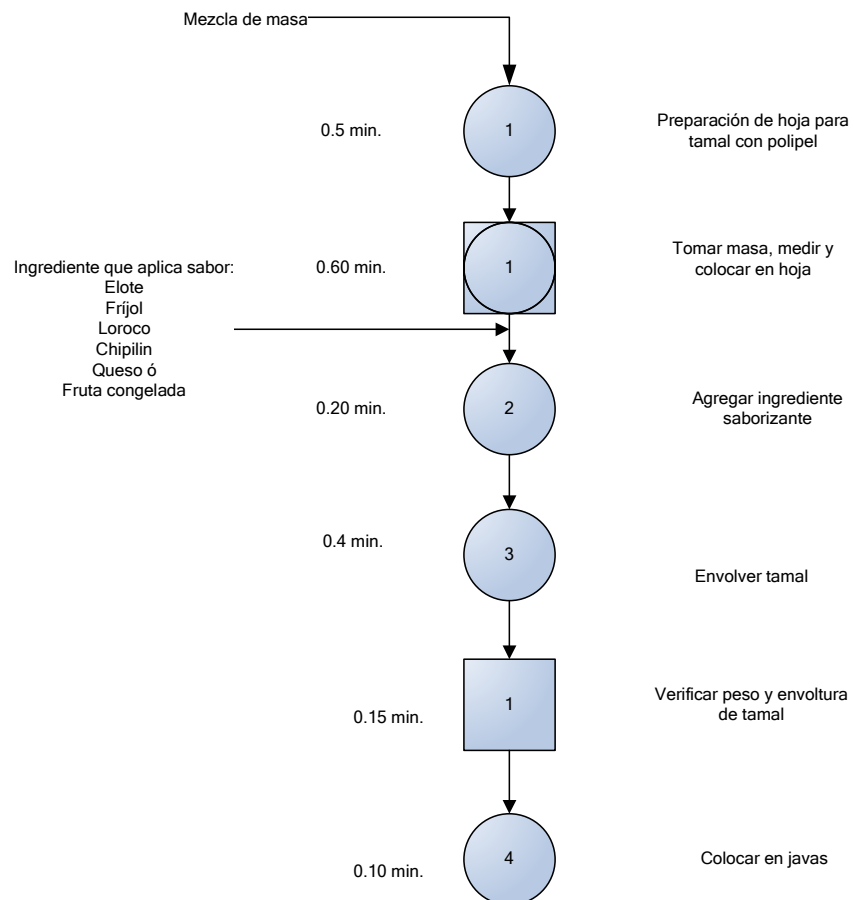
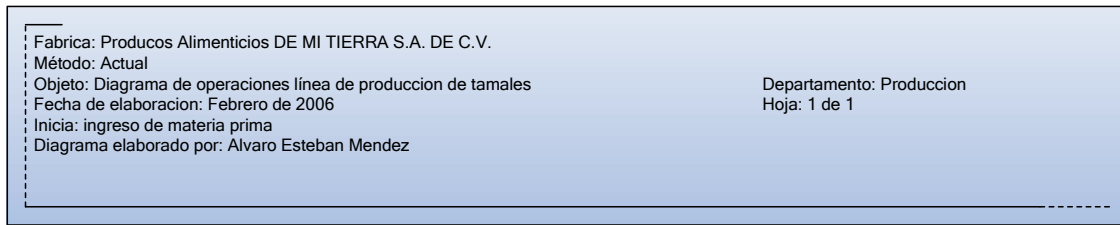
La materia prima utilizada para envolver y darle la forma al tamal son las siguientes:

- Hoja para tamal, del árbol de plátano
- Polipel

## 2.2.2. Diagrama de operaciones

A continuación se muestra el diagrama de la línea de producción de tamales.

**Figura 7. Diagrama de operaciones línea de producción de tamales.**





RESUMEN

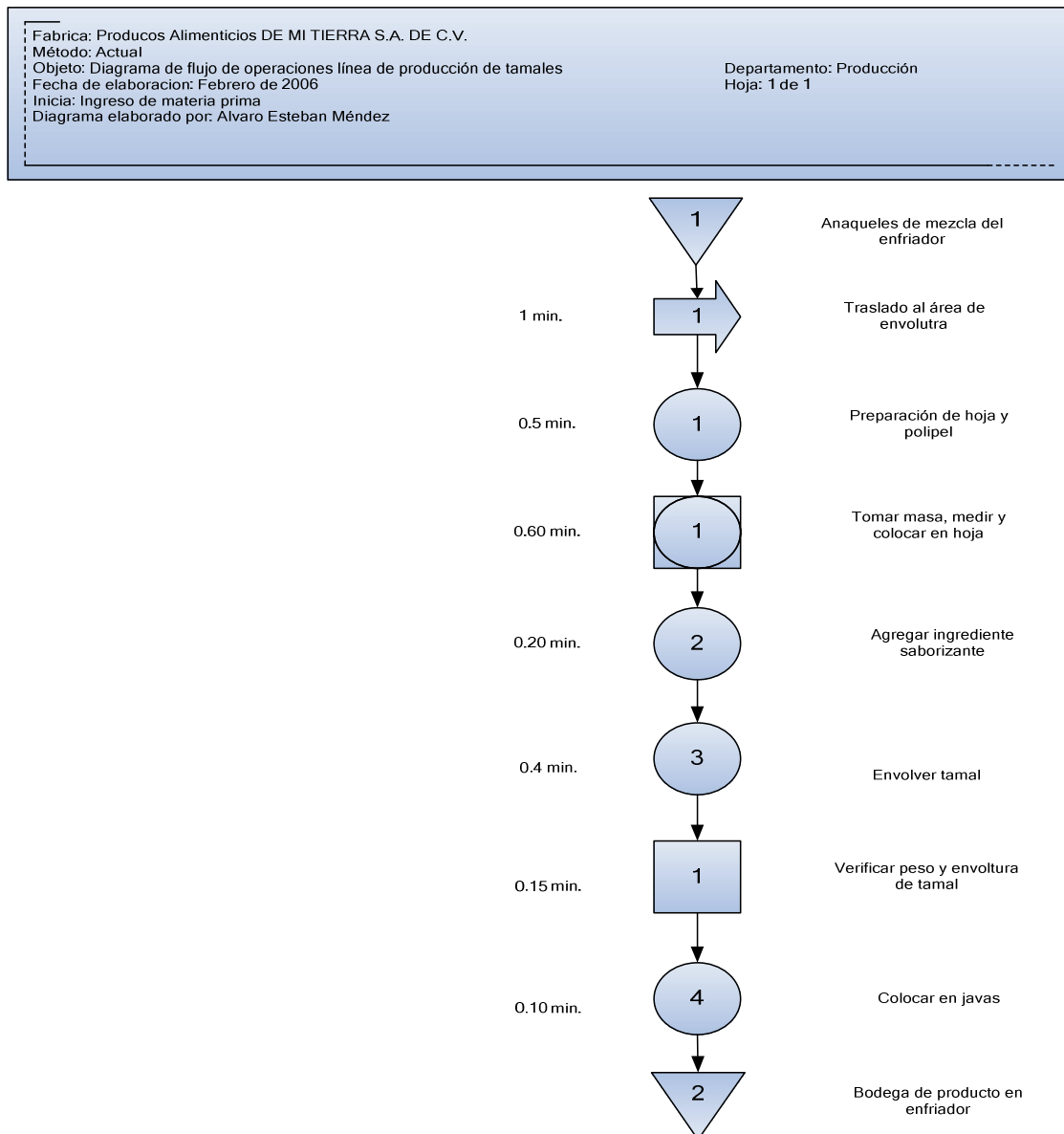
Símbolo	Evento	No.	Tiempo [Min]
	Inspección operación	1	0.60
	Inspección	1	0.15
	Operación	4	1.20

El proceso de operaciones de producción de tamales dura un tiempo de 1.95 minutos actualmente.






### 2.2.3. Diagrama de flujo

A continuación se presenta el diagrama de flujo operaciones del proceso de producción de tamales.

**Figura 8. Diagrama de flujo de línea de producción de tamales.**



RESUMEN

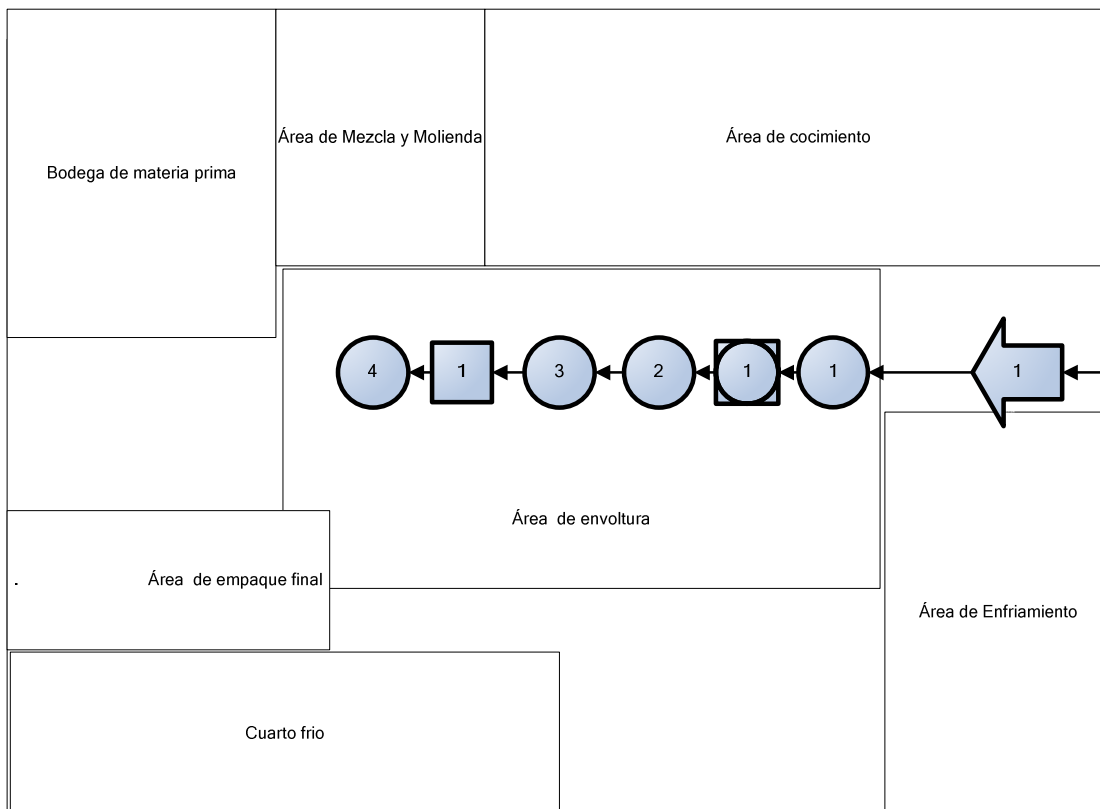
Símbolo	Evento	No.	Tiempo [Min]
	Inspección operación	1	0.60
	Inspección	1	0.15
	Operación	4	1.20
	Transporte	1	1.00
	Bodegas	2	

El flujo proceso de operaciones de producción de tamales dura un tiempo de 2.95 minutos actualmente.

## 2.2.4. Diagrama de recorrido

**Figura 9. Diagrama de recorrido línea de producción de tamales**

Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.  
Método: Actual  
Objeto: Diagrama de recorrido de la línea de producción de tamales      Departamento: Producción  
Fecha de elaboración: Febrero de 2006      Hoja: 1 de 1  
Inicia: ingreso de materia prima  
Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Mendez



### 2.2.5. Personal de trabajo

Los operarios que actualmente se encuentran en la línea de producción de tamales esta compuesto por 15 personas, trabajando turnos de 9 horas con 2 horas extras.

### 2.2.6. Cálculo de la eficiencia

Dentro de los cálculos de eficiencia, se ha tomado el proceso critico de producción del cual depende gran parte el poder cumplir con la demanda solicitada; por otro parte, el proceso de preparación de las bandejas que será quien contenga los tamales previamente a ser cocidos y enviados al enfriador de producto terminado son procesos que cumplen un papel importante, pero que no atrasan la producción dado que se elabora en un tiempo más corto por uno de los operarios de planta, es asi como se calculó la eficiencia en el punto crítico del proceso.

Unidades a Fabricar	13.000
Tiempo Disponible (minutos)	660
Índice de Producción (Unidades/minuto)	19,697
No. Total de Operarios teóricos	43

Unidades por Día	3960	3564
Eficiencia Planeada	90%	
Eficiencia Real	78%	

	Operación	Tiempo Estándar	Operarios Reales	Tiempo Asignado	Tiempo Estándar Asignado	
	Preparación de hoja	1	0,500	3	0,167	0,167
	Colocar masa	2	0,600	4	0,150	0,167
	Agregar ingrediente	3	0,200	2	0,100	0,167
	Envolver tamal	4	0,400	4	0,100	0,167
	Verificar peso	5	0,150	1	0,150	0,167
	Colocar en javas	6	0,100	1	0,100	0,167
	<b>Totales</b>		<b>1,950</b>	<b>15</b>		

Luego de realizar el balance de las líneas de producción de tamales se establece una eficiencia real del 78%.

### **2.2.7. Producción actual**

La producción actual diaria es de 3960 tamales, produciendo mensualmente 95,040 tamales,

### **2.2.8. Productividad actual**

$$\text{Productividad} = \frac{95,040 \text{ tamales}}{15 \text{ operarios} * 11 \text{ horas} * 22 \text{ días}} = 26 \text{ tamales/horas hombre}$$

## **2.3. Proceso de cocimiento y empaque de tamal**

Ya envuelto el tamal en las hojas, un operario traslada los contenedores al área de cocimiento final, donde es puesto en los contenedores para su cocimiento final, esto proceso dura aproximadamente 90 minutos.

Posteriormente un operario traslada los contenedores de tamales al área de enfriado por aproximadamente 30 minutos previos a realizar la operación del empaque, donde se procede a poner 6 tamales en cada bolsa de empaque.

Los tamales ya empacados son puestos en jvas y almacenados en los cuartos fríos, la cual es la bodega de producto terminado.

### 2.3.1. Materias primas

Las materias primas necesarias en el proceso de cocimiento y empaque del tamal son las siguientes:

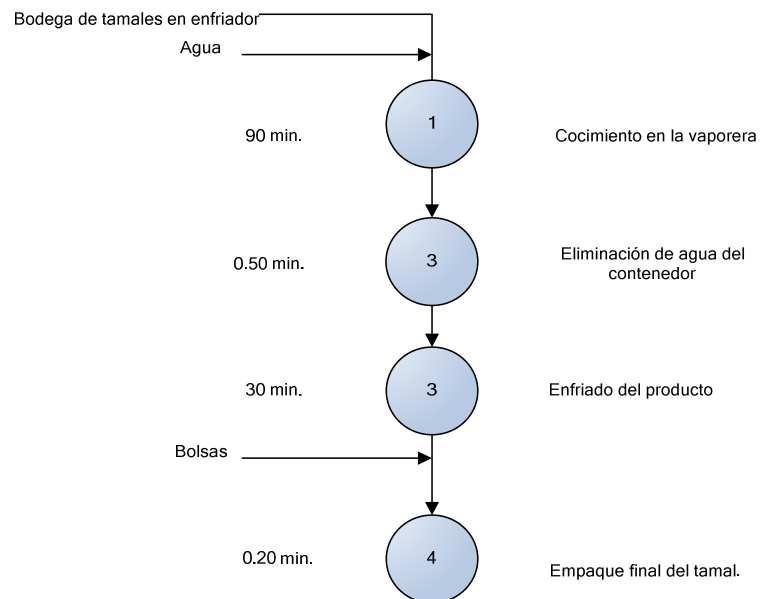
- Agua
- Bolsa de empaque

### 2.3.2. Diagrama de operaciones

A continuación se muestra el diagrama de operaciones del proceso de cocimiento y empaque del tamal.

**Figura 10. Diagrama de operaciones cocimiento y empaque de tamal.**

Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V. Método: Actual Objeto: Diagrama de operaciones de proceso de cocimiento y empaque de tamal Fecha de elaboracion: Febrero de 2006 Inicia: ingreso de materia prima Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Mendez	Departamento: Produccion Hoja: 1 de 1
--	--



## RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo [Min]
	Inspección operación	-	-
	Inspección	-	-
	Operación	4	120.70

El proceso de operaciones de cocimiento final del tamal y de su empaque dura un tiempo de 120.2 minutos actualmente.

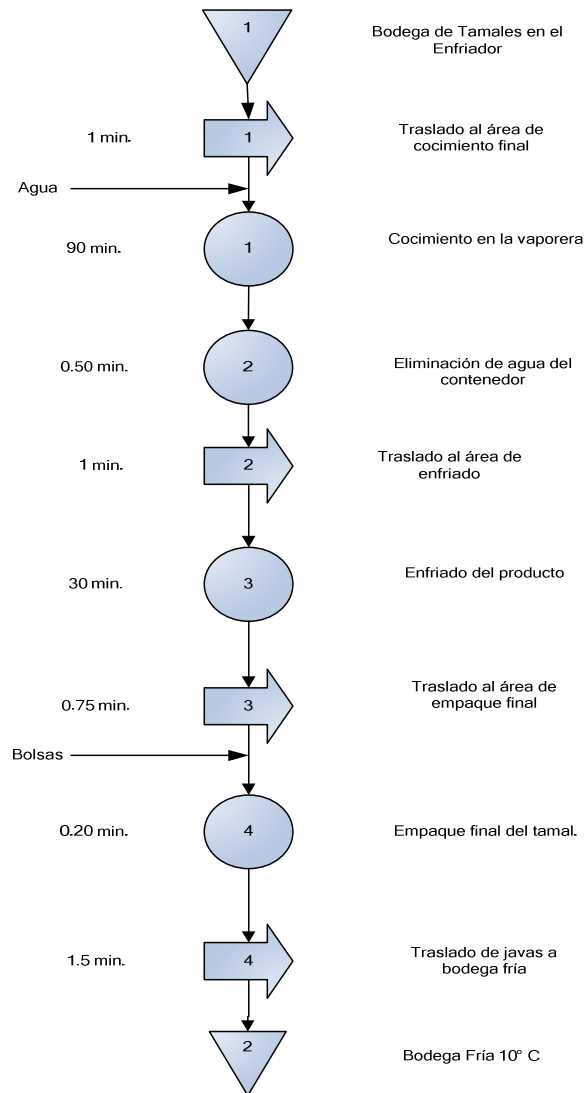


### 2.3.3. Diagrama de flujo






A continuación se muestra el diagrama de flujo de operaciones del proceso de cocimiento y empaque del tamal hasta su almacenamiento en la bodega fría.

**Figura 11. Diagrama de flujo de cocimiento y empaque de tamal.**

Fabrica: Producos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V. Método: Actual Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de proceso de cocimiento y empaque Fecha de elaboracion: Febrero de 2006 Inicia: Ingreso de materia prima Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Méndez	Departamento: Producción Hoja: 1 de 1
---	--



RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo [Min]
	Inspección operación	-	-
	Inspección	-	-
	Operación	3	120.7
	Transporte	4	4.25
	Bodegas	2	

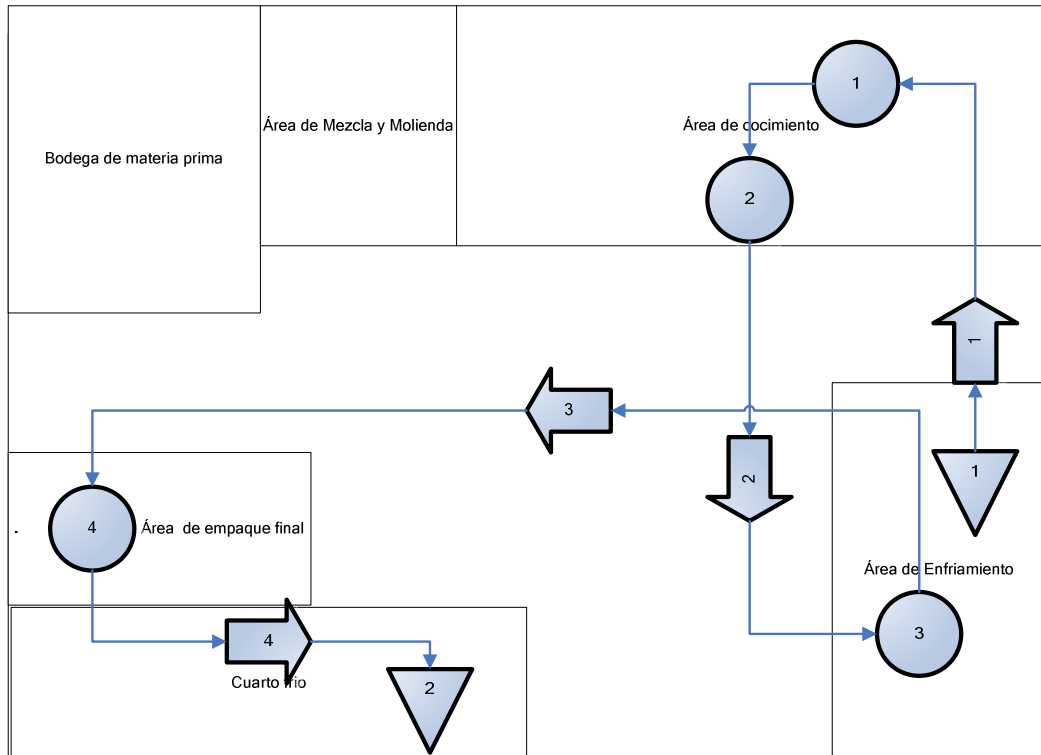
El flujo de operaciones del proceso de cocimiento final del tamal y de su empaque dura un tiempo de 124.45 minutos actualmente.

### 2.3.4. Diagrama de recorrido

Figura 12. Diagrama de recorrido proceso de cocimiento y empaque de tamal.

Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.  
Método: Actual  
Objeto: Diagrama de recorrido del proceso de cocimiento y empaque de tamal  
Fecha de elaboración: Febrero de 2006  
Inicia: ingreso de materia prima  
Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Mendez

Departamento: Produccion  
Hoja: 1 de 1





### **3. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES Y ESTUDIO DE TIEMPOS**

#### **3.1. Análisis de operaciones**

Dentro de este análisis se ha logrado determinar que se pueden realizar cambios significativos dentro del proceso de producción de tamales, lo que lo proporcionaría a la línea de producción un tiempo mas amplio para poder utilizarlo en realizar el cumplimiento de una mayor demanda y a su vez aumentar la productividad sin tener que depender de una mayor habilidad de los operarios o aumentar las cantidades de horas extras en el trabajo, ya que esto ocasiona una salida de efectivo, en donde se puede disminuir tan solo al utilizar el tiempo de una forma mas eficiente.

Cada uno de los procesos de elaboración de tamal, el cual es un producto perecedero, se hace necesario garantizar que cumplirá con normas de preservación las cuales empiezan a tener efecto dentro de la planta de producción por lo que se deben de tener en cuenta la reducción de tiempo a exposición que estos tienen al momento de ser elaborados.

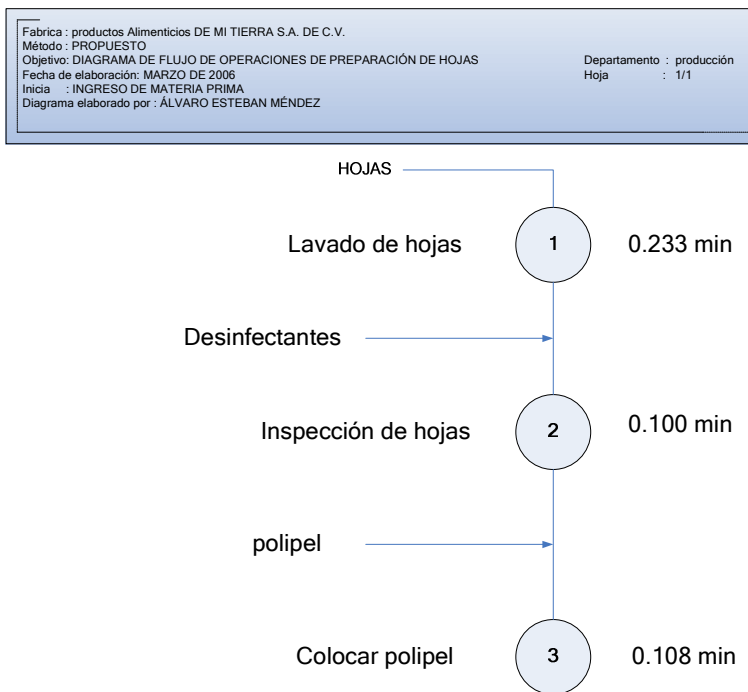
En las líneas de producción de tamal, los operarios tienden a aumentar la cantidad de tiempo al utilizar métodos de trabajo que hacen que estos contengan movimientos innecesarios o en otros casos son simplemente un distractor que repercute en la eficiencia verdadera de la misma al momento de realizar el análisis.

El operario es el encargado de realizar cambios en la forma de elaborar el producto en mención, se puede observar que estos lo realizan de la misma manera que se les enseñó, donde copian los errores cometidos por los demás en periodos anteriores sin que estos sean perceptibles cuya habilidad no puede ser objetable en algunos casos.

### 3.1.1. Operación preparación de hoja

La operación de preparación de la hoja es conformada por una metodología que hace que este sea un producto confiable, ya que es elaborado con sumo cuidado por ser un producto de exportación cuyas normas son exigidas por los países importadores para poder ser comercializadas hacia estos. Las operaciones de preparación de las hojas de envoltura realizan una secuencia de tres pasos, los mismos se ven descritos en el diagrama siguiente:

**Figura 13. Diagrama de operaciones de preparación de hojas.**



Se han tomado en forma completa, el procedimiento de lavado de las hojas de tamal, la selección y colocación del Polipel los cuales garantizan la calidad al momento de utilizarlos en el proceso de envoltura.

### 3.1.1.1. Estudio de movimientos

Tomado como base los elementos que conforman la envoltura de tamal, es necesario saber el tiempo total axial como la forma en que se realizan y como es que se esta llevando a cabo la disminución de tiempo necesario para realizarlo.

Para la elaboración de este diagrama bimanual se utilizara la simbología de los elementos fundamentales para el estudio de movimientos.

**Figura 14. Diagrama bimanual de preparación de hoja con Therbligh.**

Fabrica : productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V. Método : PROPUESTO Objetivo: DIAGRAMA BIMANUAL DE PREPARACIÓN DE HOJA Fecha de elaboración: MARZO DE 2006 Inicia : TOMAR HOJA Diagrama elaborado por : ALVARO ESTEBAN MÉNDEZ	Departamento : Producción Hoja : 1
--	---------------------------------------

Descripción de las actividades mano izquierda			Descripción de las actividades mano derecha
Busca hoja	B	D	Descansa
Alcanzar hoja	AL	D	Descansa
Tomar hoja	T	D	Descansa
Mueve hoja	M	D	Descansa
Colocar hoja en mesa	C	D	Descansa
Suelta hoja	S	B	Busca desinfectante
Descansa	D	AL	Alcanzar desinfectante
Descansa	D	T	Toma desinfectante
Alcanzar hoja seleccionada	AL	M	Mover hacia la hoja seleccionada
Sostener hoja	SO	C	Colocar desinfectante
Sostener hoja	SO	I	Inspeccionar
Sostener hoja	SO	M	Mueve desinfectante a la mesa
Sostener hoja	SO	P	Posiciona desinfectante en la mesa
Sostener hoja	SO	S	Suelta desinfectante en mesa
Sostener hoja	SO	B	Busca hoja seleccionada sobre la mesa
Suelta Hoja	S	AL	Alcanza a hoja seleccionada
Descansa	D	T	Toma hoja
Busca polipel	B	SO	Sostener hoja
Alcanzar el polipel	AL	PP	Posiciona hoja de tamal
Tomar polipel	T	SO	Sostener hoja
Mueve polipel sobre la hoja	M	SO	Sostener hoja
Colocar Polipel sobre la hoja	C	SO	Sostener hoja
Suelta polipel	S	T	Toma hoja con polipel
Descansa	D	B	Busca bandeja
Descansa	D	M	Mueve hoja con polipel a bandeja
Descansa	D	C	Colocar en bandeja de hojas
Descansa	D	S	Suelta hoja

### 3.1.1.2. Diagrama bimanual

Es importante identificar cuales serán los movimientos básicos que se verán integrados dentro la preparación de la hoja de tamal, es por ello que después de haber realizado el estudio de movimientos se realiza el diagrama bimanual de mano derecha y mano izquierda.

**Figura 15. Diagrama bimanual de preparación de hojas.**

Fabrica : productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V. Método : PROPUESTO Objetivo: DIAGRAMA BIMANUAL DE PREPARACIÓN DE HOJAS Fecha de elaboración: MARZO DE 2006 Inicia : INGRESO DE MATERIA PRIMA Diagrama elaborado por : ÁLVARO ESTEBAN MÉNDEZ				Departamento : producción Hoja :			
---	--	--	--	-------------------------------------	--	--	--

<i>Derecha</i>					<i>Tiempo en minutos</i>						<i>Izquierda</i>
Alcanzar hoja del deposito					0.020						
Tomar Hoja del deposito para lavar					0.220	0.045					Tomar un extremo de la hoja
Llevar Hoja a la mesa						0.020					Sostener extremo
						0.060					Colocar e Inspeccionar la hoja
Soltar un extremo de la hoja						0.040					Precolocar en posición
						0.045					Colocación de Polipel
Tomar para empacar					0.050	0.040					Llevar a bandejas
Soltar en bandeja											Colocar en bandejas
TOTAL	4	1	0	2	0.240	0.250	1	0	5		

Este proceso dura en total un periodo de 29.40 segundos, lo que corresponde a 0.490 minutos totales los cuales tendrán una secuencia de realización para que tenga una calidad óptima.



### **3.1.2. Operación envoltura de tamal en hoja**

Por su importancia se elabora el diagrama de operaciones, tanto para mano derecha como izquierda, que permita analizar los movimientos de ambas manos, dentro del mismo diagrama.

#### **3.1.2.1. Estudio de movimientos**

Este diagrama nos permitirá realizar un análisis de los movimientos realizados y eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar los eficientes.

**Figura 16. Diagrama de operaciones envoltura de tamal en hoja.**

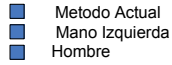
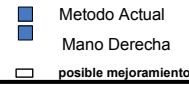




















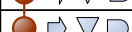


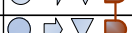













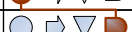




















Fabrica: productos Alimenticios DE MI TIERRA&. DE C.V.	Departamento: Producción
Método: ACTUAL	Hoja: 1 DE 2
Objetivo: DIAGRAMA BIMANUAL DE ENVOLTURA DE TAMAL	
Fecha de elaboración: MARZO DE 2006	
Inicia : INGRESO DE MATERIA PRIMA	
Diagrama elaborado por: ÁLVARO ESTEBAN MÉNDEZ	

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	OPERACIÓN TRANSPORTE ALMACENAJE DEMORA	Escala Lecturas Tiempo	OPERACIÓN TRANSPORTE ALMACENAJE DEMORA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	
					Metodo Actual	Mano Derecha
1	BUSCAR HOJA		0.017		Metodo Actual	1
2	ALCANZAR HOJA		0.025		Metodo Actual	2
3	SELECCIONAR HOJA		0.033		Metodo Actual	3
4	TOMAR HOJA		0.020		Metodo Actual	4
5	MOVER HOJA A LA MESA DE ENVOLTURA		0.038		Metodo Actual	5
6	COLOCAR EN MESA DE ENVOLTURA		0.021		Metodo Actual	6
7	SUELTA HOJA		0.027		Metodo Actual	7
8	DESCANSA		0.030		Metodo Actual	8
9	DESCANSA		0.047		Metodo Actual	9
10	DESCANSA		0.027		Metodo Actual	10
11	ALCANZAR RECIPIENTE CON MASA		0.042		Metodo Actual	11
12	TOMAR RECIPIENTE CON MASA		0.070		Metodo Actual	12
13	SOSTENER RECIPIENTE CON MASA		0.027		Metodo Actual	13
14	SOLTAR RECIPIENTE CON MASA		0.077		Metodo Actual	14
15	DESCANSA		0.017		Metodo Actual	15
16	DESCANSA		0.038		Metodo Actual	16
17	DESCANSA		0.032		Metodo Actual	17
18	DESCANSA		0.050		Metodo Actual	18
19	ALCANZAR HOJA		0.047		Metodo Actual	19
20	SOSTENER HOJA		0.037		Metodo Actual	20
21	SOSTENER HOJA		0.075		Metodo Actual	21
22	SOSTENER HOJA		0.038		Metodo Actual	22
23	SOSTENER HOJA		0.043		Metodo Actual	23

bevi/LAVA

## Continuación

Fabrica: productos Alimenticios DE MI TIERRA/S DE C.V.	Departamento: Producción
Método: ACTUAL	Hoja: 2 DE 2
Objetivo: DIAGRAMA BIMANUAL DE ENVOLTURA DE TAMAL	
Fecha de elaboración MARZO DE 2006	
Inicia : INGRESO DE MATERIA PRIMA	
Diagrama elaborado por: ÁLVARO ESTEBAN MÉNDEZ	

		OPERACIÓN TRANSPORTE ALMACENAJE DEMORA	Escala Lecturas Tiempo		OPERACIÓN TRANSPORTE ALMACENAJE DEMORA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		
								
24			0.070			COLOCAR MASA SOBRE HOJA		24
25			0.043			MOVER EL MEDIDOR DE MASA VACIA A LA MESA		25
26			0.040			POSICIONAR MEDIDOR DE MASA SOBRE MESA		26
27			0.013			SOLTAR MEDIDOR DE MASA		27
28			0.225			BUSCA HOJA CON MASA		28
29			0.042			INSPECCIONA MASA SOBRE HOJA		29
30			0.227			ALCANZAR HOJA		30
31			0.047			TOMAR PUNTA DE HOJA PARA DOBLARLA		31
32			0.070			ENSAMBLAR HOJA HACIA EL FRENTE		32
33			0.017			SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR		33
34			0.030			SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR		34
35			0.030			SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR		35
36			0.070			SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR		36
37			0.017			SOLTAR HOJA PARA REALIZAR DOBLES LATERAL		37
38			0.035			ALCANZAR PUNTA DE HOJA		38
39			0.038			TOMAR PUNTA DE HOJA PARA DOBLARLA		39
40			0.070			ENSAMBLAR HOJA HACIA LA IZQUIERDA		40
41			0.017			SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA		41
42			0.037			SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA		42
43			0.040			SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA		43
44			0.037			SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA		44
45			0.063			SOSTENER PARA REALIZAR INSPECCIÓN		45
46			0.033			INSPECCION		46
47			0.033			SOLTAR TAMAL ENVUELTO		47
48			0.033			DESCANSA		48
49			0.050			DESCANSA		49
50			0.033			DESCANSA		50
51			0.020			DESCANSA		51
52								52

bestLAVA

Se puede observar que para poder realizar la envoltura de los tamales es primordial la inspección de calidad, por lo que el proceso de envoltura garantiza en dos puntos de control este factor como lo es la medida de peso de la porción y si esta envoltura corresponde al peso que debe de tener antes de ser cocida.

Este proceso dura en total un periodo de 117 segundos, lo que corresponde a 1.95 minutos totales los cuales tendrán una secuencia de realización para que tenga una calidad óptima, lo que se buscara es rediseñar el proceso para conseguir el objetivo de envolver el tamal pero de manera mas eficiente.

#### **3.1.2.2. Diagrama bimanual**

Para la elaboración de este diagrama bimanual se utilizara la simbología de los elementos fundamentales para el estudio de movimientos, este proporciona un bosquejo detallado de cómo se elabora un proceso de producción, es así como se tiene el de preparación de las hojas de envoltura de tamal.

**Figura 17. Diagrama bimanual envoltura de tamal en hoja.**

Fabrica : Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V. Método : PROPUESTO Objetivo: DIAGRAMA BIMANUAL DE OPERACIÓN DE ENVOLTURA DE HOJA Fecha de elaboración: MARZO DE 2006 Inicia : BUSCAR HOJA Diagrama elaborado por : ÁLVARO ESTEBAN MÉNDEZ	Departamento : Producción Hoja : 1 DE 1
--	--

Descripción de las actividades mano izquierda	S	S	Descripción de las actividades mano derecha
BUSCAR HOJA	B	D	DESCANSA
ALCANZAR HOJA	AL	D	DESCANSA
SELECCIONAR HOJA	SE	D	DESCANSA
TOMAR HOJA	T	D	DESCANSA
MOVER HOJA A LA MESA DE ENVOLTURA	M	D	DESCANSA
COLOCAR EN MESA DE ENVOLTURA	C	D	DESCANSA
SUELTA HOJA	S	B	BUSCAR MEDIDOR DE MASA
DESCANSA	D	AL	ALCANZAR MEDIDOR DE MASA
DESCANSA	D	T	TOMAR MEDIDOR DE MASA
DESCANSA	D	B	BUSCAR RECIPIENTE CON MASA
ALCANZAR RECIPIENTE CON MASA	AL	M	MOVER MEDIDOR DE MASA AL RECIPIENTE DE MASA
TOMAR RECIPIENTE CON MASA	T	S	TOMAR MASA CON LA MEDIDA
SOSTENER RECIPIENTE CON MASA	SO	M	MOVER EL MEDIDOR DE MASA A LA BALANZA DIGITAL
SOLTAR RECIPIENTE CON MASA	S	C	COLOCAR RECIPIENTE CON MASA
DESCANSA	D	S	SOLTAR RECIPIENTE
DESCANSA	D	I	INSPECCIONAR PESO DE LA MASA DE TAMAL
DESCANSA	D	PL	PLANEA QUE HACER CON EL PESO DEL TAMAL
DESCANSA	D	AL	ALCANZAR MEDIDOR DE MASA
ALCANZAR HOJA	AL	T	TOMAR MEDIDOR DE MASA
SOSTENER HOJA	SO	M	MOVER MEDIDOR DE MASA A LA HOJA DE ENVOLTURA
SOSTENER HOJA	SO	PP	PREPOSICIONAR MEDIDOR DE MASA SOBRE HOJA
SOSTENER HOJA	SO	C	COLOCAR MASA SOBRE HOJA
SOSTENER HOJA	SO	M	MOVER EL MEDIDOR DE MASA VACIA A LA MESA
SOLTAR HOJA	S	P	POSICIONAR MEDIDOR DE MASA SOBRE MESA
DESCANSA	D	S	SOLTAR MEDIDOR DE MASA
ALCANZAR HOJA PARA DOBLARLA	AL	B	BUSCA HOJA CON MASA
TOMAR HOJA PARA DOBLARLA	T	I	INSPECCIONA MASA SOBRE HOJA
SOSTENER HOJA PARA DOBLES FRONTAL	SO	AL	ALCANZAR HOJA
SOSTENER HOJA PARA DOBLES FRONTAL	SO	T	TOMAR PUNTA DE HOJA PARA DOBLARLA
SOSTENER HOJA PARA DOBLES FRONTAL	SO	E	ENSAMBLAR HOJA HACIA EL FRENTE
SOLTAR HOJA	S	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR
ALCANZAR HOJA PARA DOBLARLA	AL	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR
TOMAR HOJA PARA DOBLARLA	T	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR
ENSAMBLAR HOJA HACIA ATRÁS	E	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR
SOSTENER PARA DOBLES LATERAL IZQUIERDA	SO	S	SOLTAR HOJA
SOSTENER PARA DOBLES LATERAL IZQUIERDA	SO	AL	ALCANZAR PUNTA DE HOJA
SOSTENER PARA DOBLES LATERAL IZQUIERDA	SO	T	TOMAR PUNTA DE HOJA PARA DOBLARLA
SOSTENER PARA DOBLES LATERAL IZQUIERDA	SO	E	ENSAMBLAR HOJA HACIA LA IZQUIERDA
SOLTAR HOJA PARA REALIZAR OTRO DOBLES AXIAL	S	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA
ALCANZAR HOJA PARA DOBLARLA	AL	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA
TOMAR HOJA PARA DOBLARLA	T	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA
ENSAMBLAR HOJA HACIA LA DERECHA	E	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA
SOSTENER PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN	SO	SO	SOSTENER PARA REALIZAR INSPECCIÓN
SOSTENER PARA REALIZAR INSPECCION	SO	I	INSPECCION
TOMAR TAMAL ENVUELTO	T	S	SOLTAR TAMAL ENVUELTO
BUSCAR JAVA	B	D	DESCANSA
MOVER TAMAL ENVUELTO HACIA LA JAVA	M	D	DESCANSA
COLOCAR EN JAVAS	C	D	DESCANSA
SOLTAR TAMAL ENVUELTO	S	D	DESCANSA

### 3.2. Estudio de tiempos

Para el estudio de tiempos se ha determinado utilizar un medidor de tiempo para poder calcular el total utilizado para realizar las operaciones que se necesitan en cada una de las estaciones de trabajo, estas mediciones han hecho que podemos hacer que los tiempos de operación se reduzcan en un tiempo considerablemente aceptado teniendo como finalidad ayudar a la empresa y al operario para que aumenten sus ingresos.

#### 3.2.1. Operación preparación de hoja

El proceso completo de preparación de la hoja de tamal esta conformado por una serie de pasos, los cuales tienen un estándar de realización, los cuales están incluidos en la Tabla VII.

**Tabla VII Tabla de operación de preparación de hoja.**

<b>Operación</b>	<b>Tiempo máxima</b>	<b>Tiempo mínimo</b>	<b>Tiempo promedio</b>
<b>Selección de hojas</b>	0.283	0.183	0.233
<b>Limpieza de hojas</b>	0.133	0.067	0.100
<b>Poner Polipel</b>	0.150	0.067	0.108

### 3.2.1.1. Tiempos cronometrados

Los tiempos cronometrados en minutos dentro de la operación de preparación de hoja están detallados en la tabla 8, estos mismos servirán para poder determinar el tiempo tanto normal como estándar de esta secuencia de operaciones previas ha determinar su producto final en la utilización de envolver el producto denominado tamal.

Tabla VIII. Tabla de operación de lavado de hoja.

Lavado de Hoja					
Observación:	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Observación 1	0.233	0.242	0.205	0.250	0.267
Observación 2	0.200	0.183	0.192	0.217	0.250
Observación 3	0.250	0.233	0.217	0.200	0.225
Observación 4	0.250	0.283	0.200	0.217	0.183
Observación 5	0.267	0.233	0.250	0.183	0.250
Observación 6	0.283	0.217	0.250	0.200	0.233

Tiempo máximo y mínimo en la toma de tiempos:

0.283	0.183
-------	-------

Lo que nos da un tiempo promedio de 0.233 minutos lo que es equivalente a 14 segundos

Tabla IX. Tabla de inspección de hoja.

Inspección de Hojas					
Observación:	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Observación 1	0.083	0.117	0.133	0.133	0.133
Observación 2	0.117	0.117	0.117	0.100	0.117
Observación 3	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Observación 4	0.067	0.100	0.083	0.117	0.100
Observación 5	0.083	0.083	0.133	0.117	0.117
Observación 6	0.133	0.100	0.133	0.100	0.117

Tiempo máximo y mínimo en la toma de tiempos:

0.133	0.067
-------	-------

Lo que da un tiempo promedio de 0.100 minutos lo que es equivalente a 6 segundos:

Tabla X Tabla de colocar Polipel.

Colocar Polipel					
Observación:	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Observación 1	0.067	0.117	0.117	0.133	0.133
Observación 2	0.117	0.083	0.133	0.083	0.100
Observación 3	0.100	0.133	0.083	0.100	0.083
Observación 4	0.067	0.067	0.133	0.133	0.117
Observación 5	0.133	0.117	0.100	0.117	0.133
Observación 6	0.083	0.150	0.133	0.083	0.100



Tiempo máximo y mínimo en la toma de tiempos:

<b>0.150</b>	<b>0.067</b>
--------------	--------------

Lo que da un tiempo promedio de **0.108** minutos lo que es equivalente a 6.5 segundos

Al pretender conocer si el número mínimo de muestra podría en algún momento ser representadas por solamente 30 inspecciones, se debe de saber el total de muestras admisibles como mínimo para este estudio por medio de una estimación estadística, dando los siguientes valores para cada las operaciones:

Desviación Standard	0.023828
Numero de muestras	30
Error de probabilidad	1%
Media	0.11

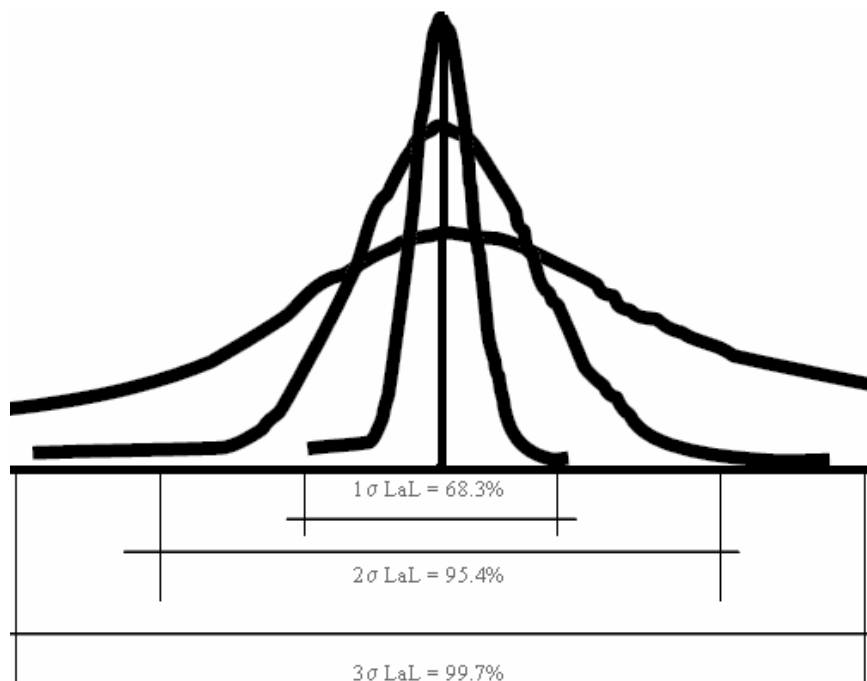
$$n = \text{desviación} * Z / (\text{error} * \text{media})$$

$$n = 0.23828 * 2.06 / 0.02 * 0.11$$

Dando como resultado 22.31 muestras lo que equivale a 23, al haber realizado 30 garantizamos que con un margen del 2% de error el poder trabajar, este error es tomado desde el uso siguiente criterio aceptado de que el margen de error permisible en un proceso de diagnostico es del 1.85% que se aproxima a 2% para efectos de redondeo o aproximación.

Como se ha podido observar solamente hemos utilizado uno de las operaciones para estimar el total de inspecciones que se deben de tener, no debería de desestimarse este resultado por solo utilizar un único juego de datos porque se ha visto que en los modelos estadísticos se corre con un margen de error que es aceptado por las técnicas de ingeniería para el control de procesos industriales.

**Figura 18. Gráfico de error permisible**



Al tener 3 desviaciones por cada lado de la media y estas se divide en 9 partes cada una, dando como resultado 54 partes, lo cual determina el porcentaje máximo de error aceptado según la operatoria siguiente:

$$6 \text{ desviaciones} * 9 \text{ partes cada una} = 54 \text{ partes totales}$$

Teniendo un total unitario se concluye que  $1/54 = 0.0185 = 1.85\%$ , ese es el máximo error permitido en una estimación que sirve en el control de proceso de producción en bienes y servicios.

### 3.2.1.2. Tiempo normal

Este es el tiempo que requerirá un operario normal para realizar la operación y se determina como lo indica la siguiente ecuación.

Tiempo normal.<sup>11</sup>

$$TN = TO \times \bar{R} / 100$$

Donde:

**TN** = Tiempo Normal o Tiempo Estándar

**TO** = Tiempo cronometrado o tiempo de operación

$\bar{R}$  = Calificación del operador o Tasa de Rendimiento

Donde, tasa promedio <sup>12</sup>

$$\bar{R} = (\sum R) / N$$

**R** = rendimiento

**N** = número de observaciones

---

<sup>11</sup> Niebel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) pp 544

<sup>12</sup> Niebel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) pp 544

El tiempo normal realizado, fue tomado por medio del método de cronometro con regreso a cero el cual permite poder determinar de forma más concreta la cantidad de tiempo invertido para realizar la operación.

En la tabla XI se muestra la columna de tiempos cronometrados y la calificación para cada operador de 0 a 100, para especificar el tiempo normal ( $T_n$ ) de cada operación.

**Tabla XI. Tiempo normal par la operación preparación de hoja de tamal.**

<b>No. Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo (min.) 1 unidad</b>	<b>Calificación</b>	<b>Tiempo Normal (min.)</b>
1	Lavado de hoja.	0.233	80	0.186
2	Inspección de hoja	0.100	75	0.075
3	Colocar Polipel	0.108	85	0.092
	<b>Tiempo Total</b>	<b>0.441</b>		<b>0.353</b>

Las calificaciones se tomaron con base a evaluación del operario por observación visual del trabajo que realiza.

### 3.2.1.3. Tolerancias

Es todo el tiempo que se concede al operario por cualquier motivo que lo distraiga de su trabajo y cause interrupción en el mismo. En la tabla XII se listan las tolerancias y su respectivo porcentaje.

**Tabla XII. Tolerancias o concesiones a los operarios.**

<b>Tolerancia</b>	<b>%</b>
Personal (ir al sanitario, beber agua, etc.)	5
Por fatiga	4
Posición de trabajo	2
Atención requerida	2
Monotonía de alto nivel	4
<b>Total</b>	<b>17</b>

La tolerancia permisible de aceptación en la desviación de tiempo, esta supeditada al promedio de toma de tiempos realizada por medio de los métodos utilizados.

### 3.2.1.4. Tiempo estándar

Este es el tiempo que se requiere para un operario calificado y capacitado trabajando a paso normal para realizar la operación y se calcula como lo indica la siguiente ecuación.

**Tiempo estándar.<sup>13</sup>**

$$Te = Tn(1 + \% \text{ Suplemento})$$

---

<sup>13</sup> Niebel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) pp 451

***Te*** = tiempo estándar

***Tn*** = tiempo normal

**% suplemento** = porcentaje de concesiones

En la tabla XIII se describe el tiempo estándar *Te* de cada operación, tomando 17% de concesiones.

**Tabla XIII. Tiempo estándar para la operación preparación de hoja de tamal.**

<b>No. Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo Normal (min.)</b>	<b>Tiempo Estándar (min.)</b>
1	Lavado de hoja.	0.186	0.21762
2	Inspección de hoja	0.075	0.08775
3	Colocar Polipel	0.092	0.10764
	<b>Tiempo Total</b>	<b>0.353</b>	<b>0.41301</b>

### 3.2.2. Operación envoltura de tamal en hoja

La siguiente tabla proporciona el total de toma de datos con el método retorno a cero en la preparación de la hoja tomando en cuenta que se tienen 4 operarios, dentro del proceso y al determinar el tiempo estándar se tiene:

**Tabla XIV. Tiempo cronometrado preparación de la hoja.**

Preparación de la hoja					
Observación	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Observación 1	0.200	0.183	0.217	0.183	0.200
Observación 2	0.196	0.200	0.217	0.200	0.217
Observación 3	0.217	0.183	0.221	0.221	0.217
Observación 4	0.183	0.167	0.208	0.200	0.221
Observación 5	0.200	0.150	0.183	0.200	0.183
Observación 6	0.217	0.183	0.200	0.217	0.218

Ha estos datos se le analizan sus márgenes de aceptabilidad se puede decir que se tiene como tiempo estándar 0.185 el resultado es:

$$0.167 \leq 0.185 \leq 0.250$$

En el proceso de envolver los tamales se ha de tener este tiempo estándar, con esto se puede observar a su vez que se encuentran dentro del margen de aceptabilidad pero se necesita que se tenga como margen mayor el dato de menor valor dentro del margen dado.

**Tabla XV. Tiempo cronometrado colocar masa en hoja.**

<b>Colocacion de masa en hoja</b>					
<b>Observación:</b>	<b>Tiempo 1</b>	<b>Tiempo 2</b>	<b>Tiempo 3</b>	<b>Tiempo 4</b>	<b>Tiempo 5</b>
<b>Observación 1</b>	<b>0.617</b>	<b>0.65</b>	<b>0.55</b>	<b>0.7</b>	<b>0.583</b>
<b>Observación 2</b>	<b>0.633</b>	<b>0.65</b>	<b>0.567</b>	<b>0.65</b>	<b>0.533</b>
<b>Observación 3</b>	<b>0.533</b>	<b>0.683</b>	<b>0.583</b>	<b>0.583</b>	<b>0.617</b>
<b>Observación 4</b>	<b>0.55</b>	<b>0.583</b>	<b>0.55</b>	<b>0.6</b>	<b>0.633</b>
<b>Observación 5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.583</b>	<b>0.55</b>	<b>0.617</b>	<b>0.633</b>
<b>Observación 6</b>	<b>0.65</b>	<b>0.5</b>	<b>0.583</b>	<b>0.633</b>	<b>0.6</b>

**Tabla XVI. Tiempo cronometrado agregar ingrediente.**

<b>Agregar Ingrediente</b>					
<b>Observación:</b>	<b>Tiempo 1</b>	<b>Tiempo 2</b>	<b>Tiempo 3</b>	<b>Tiempo 4</b>	<b>Tiempo 5</b>
<b>Observación 1</b>	<b>0.217</b>	<b>0.25</b>	<b>0.233</b>	<b>0.233</b>	<b>0.217</b>
<b>Observación 2</b>	<b>0.183</b>	<b>0.183</b>	<b>0.167</b>	<b>0.183</b>	<b>0.2</b>
<b>Observación 3</b>	<b>0.183</b>	<b>0.233</b>	<b>0.2</b>	<b>0.25</b>	<b>0.15</b>
<b>Observación 4</b>	<b>0.15</b>	<b>0.267</b>	<b>0.183</b>	<b>0.25</b>	<b>0.167</b>
<b>Observación 5</b>	<b>0.167</b>	<b>0.2</b>	<b>0.167</b>	<b>0.183</b>	<b>0.2</b>
<b>Observación 6</b>	<b>0.25</b>	<b>0.217</b>	<b>0.183</b>	<b>0.167</b>	<b>0.167</b>

**Tabla XVII. Tiempo cronometrado envolver tamal.**

<b>Envolver tamal</b>					
<b>Observación:</b>	<b>Tiempo 1</b>	<b>Tiempo 2</b>	<b>Tiempo 3</b>	<b>Tiempo 4</b>	<b>Tiempo 5</b>
<b>Observación 1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.35</b>	<b>0.367</b>	<b>0.417</b>	<b>0.417</b>
<b>Observación 2</b>	<b>0.383</b>	<b>0.433</b>	<b>0.467</b>	<b>0.417</b>	<b>0.383</b>
<b>Observación 3</b>	<b>0.35</b>	<b>0.433</b>	<b>0.45</b>	<b>0.433</b>	<b>0.4</b>
<b>Observación 4</b>	<b>0.383</b>	<b>0.367</b>	<b>0.417</b>	<b>0.467</b>	<b>0.35</b>
<b>Observación 5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.35</b>	<b>0.367</b>	<b>0.383</b>	<b>0.383</b>
<b>Observación 6</b>	<b>0.417</b>	<b>0.383</b>	<b>0.417</b>	<b>0.417</b>	<b>0.4</b>



**Tabla XVIII. Tiempo cronometrado verificar peso.**

<b>Verificar peso</b>					
<b>Observación:</b>	<b>Tiempo 1</b>	<b>Tiempo 2</b>	<b>Tiempo 3</b>	<b>Tiempo 4</b>	<b>Tiempo 5</b>
<b>Observación 1</b>	<b>0.15</b>	<b>0.183</b>	<b>0.167</b>	<b>0.2</b>	<b>0.167</b>
<b>Observación 2</b>	<b>0.117</b>	<b>0.167</b>	<b>0.133</b>	<b>0.167</b>	<b>0.183</b>
<b>Observación 3</b>	<b>0.183</b>	<b>0.167</b>	<b>0.15</b>	<b>0.167</b>	<b>0.158</b>
<b>Observación 4</b>	<b>0.133</b>	<b>0.167</b>	<b>0.117</b>	<b>0.133</b>	<b>0.15</b>
<b>Observación 5</b>	<b>0.15</b>	<b>0.142</b>	<b>0.142</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>
<b>Observación 6</b>	<b>0.133</b>	<b>0.15</b>	<b>0.1</b>	<b>0.117</b>	<b>0.117</b>

**Tabla XIX. Tiempo cronometrado colocar en javas.**

<b>Colocar en javas</b>					
<b>Observación:</b>	<b>Tiempo 1</b>	<b>Tiempo 2</b>	<b>Tiempo 3</b>	<b>Tiempo 4</b>	<b>Tiempo 5</b>
<b>Observación 1</b>	<b>0.083</b>	<b>0.098</b>	<b>0.097</b>	<b>0.103</b>	<b>0.1</b>
<b>Observación 2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.108</b>	<b>0.108</b>	<b>0.114</b>	<b>0.115</b>
<b>Observación 3</b>	<b>0.1</b>	<b>0.108</b>	<b>0.105</b>	<b>0.1</b>	<b>0.111</b>
<b>Observación 4</b>	<b>0.091</b>	<b>0.102</b>	<b>0.103</b>	<b>0.1</b>	<b>0.09</b>
<b>Observación 5</b>	<b>0.083</b>	<b>0.091</b>	<b>0.087</b>	<b>0.104</b>	<b>0.108</b>
<b>Observación 6</b>	<b>0.1</b>	<b>0.097</b>	<b>0.102</b>	<b>0.1</b>	<b>0.095</b>

Se realizó el mismo estudio para las operaciones que involucra la envoltura de tamal, la cual es mostrada en resumen en la tabla de tiempos cronometrados.

### 3.2.2.1. Tiempos cronometrados

Los tiempos cronometrados solamente en el proceso de envolver esta dado por las siguientes lecturas, las cuales fueron tomadas en días aleatorios y a operarios en distintos periodos de trabajo

Los tiempos cronometrados promedio se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla XX. Tiempo cronometrado envoltura de tamal en hoja.**

No. Operación	Descripción	Tiempo (min.) 1 unidad	Tiempo (seg.) 1 unidad
1	Preparación de hoja y Polipel	0.185	11.1
2	Tomar masa y colocar en hoja	0.145	8.7
3	Agregar ingrediente	0.108	6.48
4	Envolver tamal	0.105	6.3
5	Verificar peso y envoltura	0.150	9
6	colocar en javas	0.100	6
	<b>Tiempo Total</b>	<b>0.793</b>	<b>47.580</b>

### 3.2.2.2. Tiempo normal

Los tiempos determinados por el método continuo, donde la holgura deberá de ser admisible en el proceso, ha proporcionado un juego de datos que explican como se comporta el proceso al momento de analizarlo

Este es el tiempo que requerirá un operario normal para realizar la operación y se determina como lo indica la siguiente ecuación.

**Tiempo normal.**<sup>14</sup>

$$\mathbf{TN = TO \times \bar{R} / 100}$$

Donde,

**TN** = Tiempo normal o Tiempo Estándar

**TO** = Tiempo cronometrado o tiempo de operación

**$\bar{R}$**  = Calificación del operador o Tasa de Rendimiento

Donde, tasa promedio <sup>15</sup>

$$\bar{R} = (\sum R) / N$$

**R** = rendimiento

**N** = número de observaciones

El tiempo normal realizado, fue tomado por medio del método de cronometro con regreso a cero el cual permite poder determinar de forma mas concreta la cantidad de tiempo invertido para realizar la operación.

En la tabla XXI se muestra la columna de tiempos cronometrados y la calificación para cada operador de 0 a 100, para especificar el tiempo normal  $Tn$  de cada operación.

---

<sup>14</sup> Niebel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) pp 544

<sup>15</sup> Niebel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) pp 544

**Tabla XXI. Tiempo normal envoltura de tamal en hoja.**

<b>No. Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo (min.) 1 unidad</b>	<b>Calificación</b>	<b>Tiempo normal (min.)</b>
1	Preparación de hoja y polipel	0.185	80	0.148
2	Tomar masa y colocar en hoja	0.145	86	0.125
3	Agregar ingrediente	0.108	90	0.097
4	Envolver tamal	0.105	80	0.084
5	Verificar peso y envoltura	0.150	90	0.135
6	colocar en jvas	0.100	95	0.095
	<b>Tiempo Total</b>	<b>0.793</b>		<b>0.684</b>

Las calificaciones se tomaron en base a evaluación del operario por observación visual del trabajo que realiza.

El tiempo normal es menor que el tiempo cronometrado, ya que se entiende que los operadores que se observaron tienen una calificación de desempeño baja por lo cual, la operación se puede realizar en menor tiempo.

El tiempo promedio es de 0.793 minutos en este proceso.

### **3.2.2.3. Tolerancias**

Al tener un tiempo prudencial para absorber los inconvenientes encontrados en la elaboración del producto, el cual no es mas que una desviación estándar de la medición realizada, se ha podido observar que una de las principales causas de aumento de tiempos es la inclusión de los tiempos de consulta, los que a su vez deben de ser visto por los agentes de inspección de calidad con los que cuenta la empresa.

En la tabla XXII se listan las tolerancias y su respectivo porcentaje.

**Tabla XXII. Tolerancias o concesiones a los operarios.**

<b>Tolerancia</b>	<b>%</b>
Personal (ir al baño, beber agua, etc.)	5
Por fatiga	4
Posición de trabajo	2
Atención requerida	2
Monotonía de alto nivel	4
<b>Total</b>	<b>17</b>

#### **3.2.2.4. Tiempo estándar**

Este es el tiempo que se requiere para un operario calificado y capacitado trabajando a paso normal para realizar la operación y se calcula como lo indica la siguiente ecuación.

**Tiempo estándar.**<sup>16</sup>

$$Te = Tn(1 + \% \text{ Suplemento})$$

***Te*** tiempo estándar

***Tn*** tiempo normal

**% *suplemento*** porcentaje de concesiones

---

<sup>16</sup> Niebel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) pp 451

En la tabla XXIII se describe el tiempo estándar  $T_e$  de cada operación, tomando 17% de concesiones.

**Tabla XXIII. Tiempo estándar envoltura de tamal en hoja.**

<b>No. Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo normal (min.)</b>	<b>Tiempo Estándar (min.)</b>
1	Preparación de hoja y Polipel	0.148	0.17316
2	Tomar masa y colocar en hoja	0.125	0.145899
3	Agregar ingrediente	0.097	0.113724
4	Envolver tamal	0.084	0.09828
5	Verificar peso y envoltura	0.135	0.15795
6	colocar en jvas	0.095	0.11115
	<b>Tiempo Total</b>	<b>0.684</b>	<b>0.800163</b>

El tiempo promedio es de 0.800 minutos en este proceso.

### **3.3. Identificación de problemas específicos**

Algunos aspectos específicos que demuestran problema de operación dentro del área de producción, se tienen que considerar los de tipo técnico y recurso humano.

Al resaltar que el aspecto técnico será analizado tanto en falta de equipo como de los problemas de toma de tiempos en la línea de producción, cuando se refiera a recursos humanos este se relacionara con personal capacitado en el trabajo para el cual fue asignado.

#### **3.3.1. Problemas técnicos**

Luego de examinar el área de molienda se logro establecer, que el encargado del molino se traslada 2.5 metros para abrir y cerrar la llave del agua que alimenta la masa hasta su puesto de trabajo que es el área de alimentación de los granos al molino, por lo que para eficientar el área de molienda se debe realizar una extensión de la llave del agua hasta su lugar de trabajo, evitando realizar un traslado innecesario del encargado del molino de su área de trabajo.

En el traslado de los anaqueles que contiene la materia prima que es la masa, se utilizan mesas que no tienen una altura adecuada para trasladar del área de molienda al área de cocimiento, y luego al área de lavado del grano, por lo que se sugiere la altura sea de 1.5 metros de alto, evitando que los operarios hagan un esfuerzo extraordinario que conlleve al cansancio, debido a que esta operación la realiza en todo el turno de trabajo.

Otro de los problemas técnicos identificados es la balanza electrónica para medir los granos que ingresan a la bodega de materia prima, ya que esta no se encuentra debidamente calibrada y puede presentar anomalías en el peso de los granos y materia prima que envían los proveedores.

Dentro del proceso de preparación de hojas para envoltura de tamal se observa que se realiza de manera artesanal, es decir se utilizan tijeras para el corte adecuado de las hojas que se utilizan para la envoltura, por lo que se sugiere se utilice una cortadora de mano para cortar adecuadamente las hojas y disminuir el cansancio del operario que prepara la hoja.

Los problemas que se dio en el proceso de toma de tiempos de la operación, es a raíz de que cada operario realiza su trabajo de manera que le facilite según su criterio la realización, por lo que no se contaba con los tiempos de observaciones que permitieran estandarizar los mismos durante el estudio.

Se implemento una capacitación rápida a los operarios de cómo se debía de realizar el proceso, que permitió poner en marcha pruebas piloto que ayudaran a saber cual seria el mejor método para la misma toma de tiempos:

- Lectura con retroceso a cero
- Lectura continua de reloj

Cada uno de ellos desarrollo en forma clara las ventajas y desventajas que ocurre al momento de tomarlas por lo que se muestra el resultado del análisis en el cuadro siguiente:



**Figura 19. Ventajas y desventajas de lectura retroceso a cero.**

<u>Lectura retroceso a cero</u>	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexibilidad en la toma porque siempre se empieza en cero la lectura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se perdió tiempo cuando se tomaba el tiempo y este era retrocedido.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tienen el tiempo sin holgura, de la toma de tiempo total de cada operario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los operarios estimaron que el supervisor hacia que se tomara un tiempo corrido luego de iniciar.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tienen con mayor facilidad los tiempos, dado que no implica seguir la secuencia de proceso sino solo a la operación individual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se pierde el tiempo de error que el reloj no marca cuando se sigue al proceso.</li> </ul>

**Figura 20. Ventajas y desventajas de lectura continúa.**

<u>Lectura continúa</u>	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada error que no se estimó con el de retroceso a cero fue compensado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tuvo que practicar para poder tomar tiempos de esta manera</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>El operario quedo conforme al saber que el tiempo contínuo desde el último momento tomado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se pudo realizar toma de tiempos en áreas que presentaban condiciones no favorables, debido a las altas temperaturas a las que se someten algunos procesos en un tiempo considerablemente prolongado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Teóricamente no se perdió tiempo alguno al momento de realizar el estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se utilizo más tiempo en las lecturas de lo que se había estimado.</li> </ul>

Luego de haber visto cuales fueron los problemas que se corrigieron para realizar las mejoras en las operaciones, se tienen los problemas de alta de equipo que se necesita para elaborar de manera más rápida las mezclas, dentro del equipo que se tiene recomendado insertar a las líneas de producción se tienen:

- Extensión de la llave de agua que alimenta el recipiente que tiene la medida de la formula de agua que alimenta el molino.
- Readecuar la mesa de traslado a una altura de 1.5 evitando el cansancio y la fatiga del operador.
- Una balanza calibrada.
- Una cortadora manual de aluminio para utilizarlo en la preparación de hojas de tamal.
- Se utiliza la lectura con retroceso a cero.

### **3.3.2. Problemas de recursos humanos**

Los principales problemas de recursos humanos identificados es el de salarios e incentivos, el método que utiliza la empresa es el sistema de salarios por producto o destajo, y consiste en pagarle al operario de acuerdo con el trabajo desarrollado, y otros operarios que realizan una función definida se les paga con un salario preestablecido, esto lleva a discrepancias entre los empleados por la función que realizan en la empresa.

Es por ello que se sugiere se utilice el sistema de incentivos, que consiste en pagar una prima o gratificación, la cual aumenta a medida que el operario se acerca al estándar establecido.

Además de un bono por grupo luego de alcanzar estándares establecidos, y un bono de calidad, para evitar que el operario al querer aumentar sus ingresos descuide lo más importante para la empresa que es la calidad del producto, ya que es su mayor activo y de ello depende su supervivencia en un mundo globalizado.

Otro de los problemas identificados es la programación de las capacitaciones de los empleados, estos problemas provienen del área de recursos humanos que no promueve la importancia de las capacitaciones en la realización de las labores diarias, además se establece que al momento de realizar contrataciones lo realizan como aprendices y no como trabajadores netamente.



## **4. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE TAMALES**

### **4.1. Procesos de preparación de mezclas**

El proceso de preparación de la mezcla para la elaboración de tamales, tiene como principal característica que se realiza como se acostumbra en las comunidades rurales de los países centroamericanos, en el cual se ingresa el maíz en un contenedor junto con cal, cuya función es que se suelte la membrana que cubre al maíz, para preparar al grano ya cocido para ser molido y tener la masa primaria.

En el proceso de preparación de mezclas se debe de realizar cambios en el diagrama de recorrido, esto disminuirá el tiempo de ocio del área de molienda, si se tienen en cuenta que los operarios que trabajan en el área de molienda y bodega deben iniciar sus labores con 1.30 horas antes del inicio de la jornada laboral para que al iniciar cada turno se encuentre ya la pasta que se utiliza en las líneas de producción de tamales.

Al preparar la mezcla se puede observar que el proceso de elaboración no puede ser rediseñado salvo en algunas ocasiones por ejemplo:

- Para bajar la temperatura de la mezcla sería necesario contar con un enfriador capaz de llevarlo a la temperatura necesaria garantizando su calidad.
- La molienda de la materia prima disminuiría el tiempo si aumenta la cantidad que pueda ser procesada para tener al final mas materia prima en el mismo periodo de tiempo utilizado.

- Recorrido de los granos y la pasta dentro de la planta, debe de disminuir en los puntos de cruce que hacen el proceso más lento.
- Utilizar una balanza de mayor capacidad para medir los granos.

Rediseñando el área de trabajo, se elimina el recorrido del transporte del grano de maíz precocido y el traslado de la pasta al área de cocimiento, este era uno de los principales problemas con los que se cuenta dentro del área de preparación de mezcla y elaboración de tamales.

Se ha puesto énfasis en el transporte que aumenta el tiempo ya sea en preparación o elaboración, por lo que al implementar una señalización coherente de traslado se obtiene una rebaja significativa en tiempo de ocio.

Se logra de manera sencilla, realizando un traslado del área de lavado de maíz precocido, a 3 metros del área de molienda, esto disminuirá el transporte y haría más eficiente el uso del espacio físico evitando traslados innecesarios

Además se debe de realizar una extensión de la llave de agua que alimenta los recipientes de agua que tienen la medida que se agrega según la forma al grano para tener una consistencia adecuada, esto hará que el encargado del molino no se traslade 2.5 metros haciendo uso mas eficiente del área de trabajo.

En las estaciones de trabajo de los operarios se utilizo dos de las cinco S, que indican que al ordenar y limpiar se empieza a mejorar un proceso, esto se logro al indicarles que:

- Al utilizar una herramienta, si no se retira los mismos de la mesa les aumenta tiempo al tener que acomodarse al espacio existente y no al espacio disponible.
- Al tener lugares específicos para colocar los contenedores que trasladan materiales, esto disminuye traslado y a su vez les proporciona un tiempo de descanso entre traslados de anaqueles.

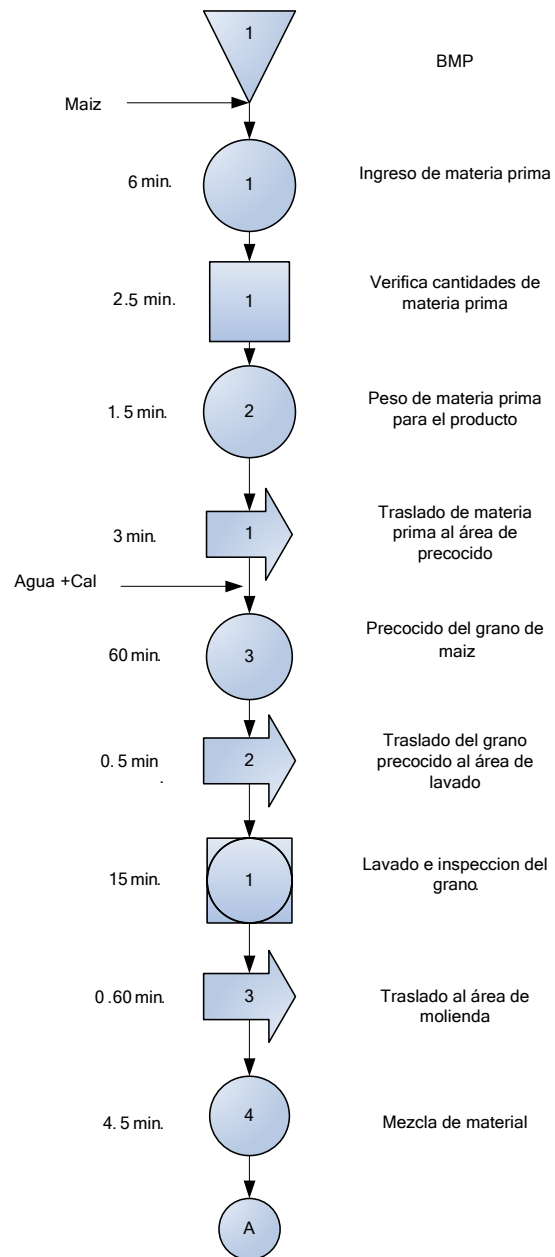
Al realizar la revisión de datos es perceptible que el flujo de las operaciones son las que han tenido una reducción de tiempo, estos debido al rediseño de las estaciones de trabajo.

A continuación se muestran los diagramas propuestos para el mejoramiento de la operación de preparación de mezclas.

**Figura 21. Diagrama propuesto de flujo de proceso de preparación de mezcla.**

Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S A DE CV.  
 Método: Propuesto  
 Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de proceso de preparación de mezcla  
 Fecha de elaboración: Febrero de2006  
 Inicia: ingreso de materia prima  
 Diagrama elaborado por: Álvaro Esteban Méndez

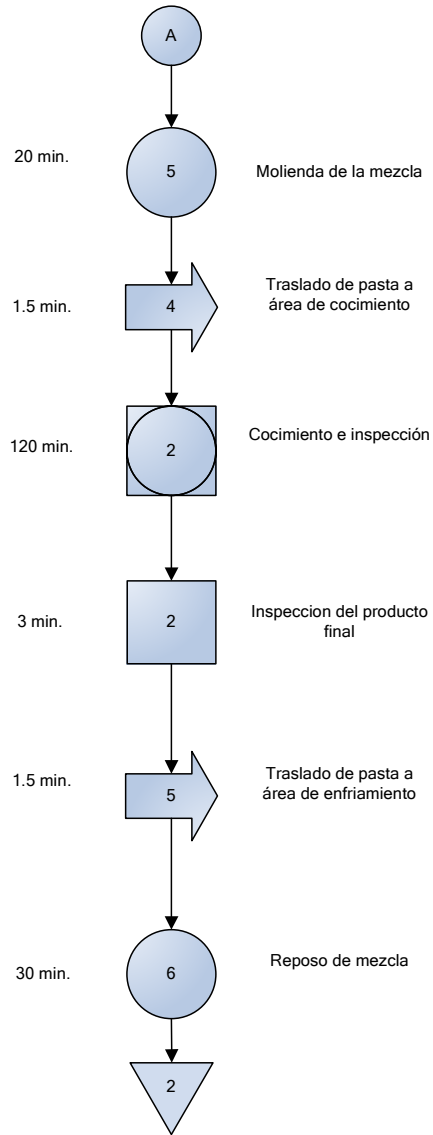
Departamento: Producción  
 Hoja: 1 de2










Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE CV.  
Método: Propuesto  
Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de proceso de preparación de mezcla  
Fecha de elaboración: Febrero de 2006  
Inicia: Ingreso de materia prima  
Diagrama elaborado por: Álvaro Esteban Méndez

Departamento: Producción  
Hoja: 2 de 2



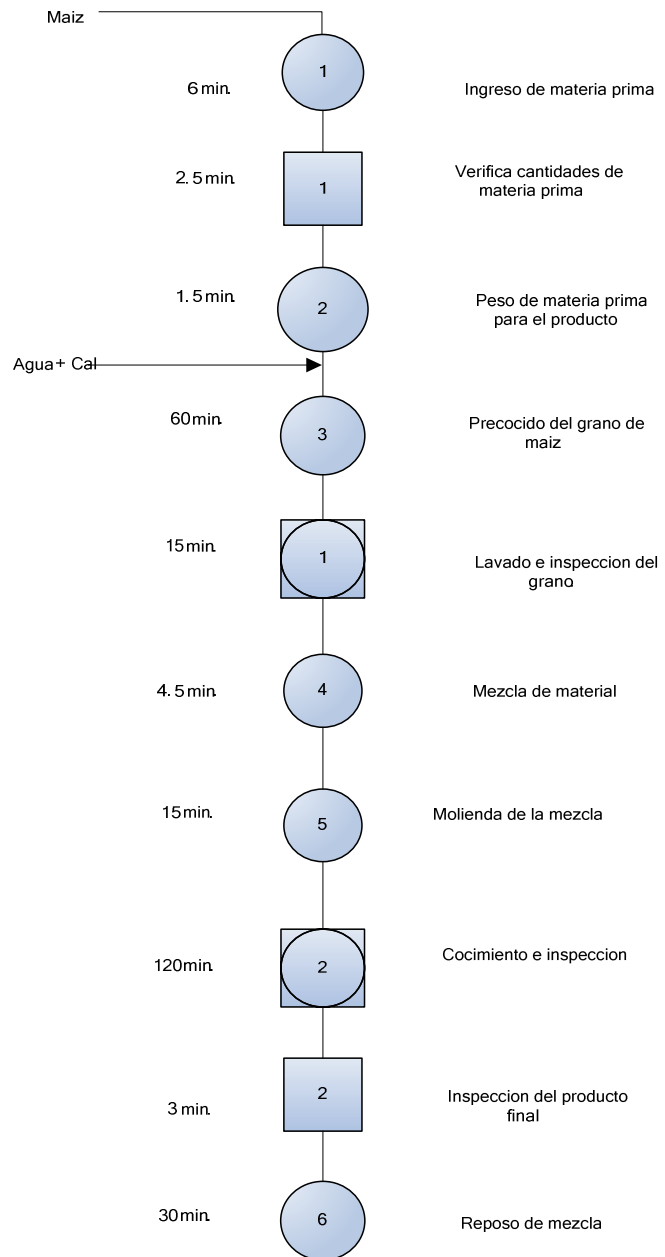
RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo [Min]
	Inspección operación	2	130
	Inspección	2	5.5
	Operación	6	122
	Transporte	5	7.1
	Bodegas	2	


El flujo proceso de operaciones de preparación de mezcla puede durar un tiempo de 262.6 en comparación con los 279.2 minutos que tarda actualmente.

**Figura 22. Diagrama propuesto de operaciones de proceso de preparación de mezcla.**

Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRAS DE C.V. Método: Propuesto Objeto: Diagrama de operaciones de proceso de preparacion de mezcla Fecha de elaboracion: Febrero de 2006 Inicia: ingreso de materia prima Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Mendez	Departamento Produccion Hoja: 1 de 1
---	---



RESUMEN

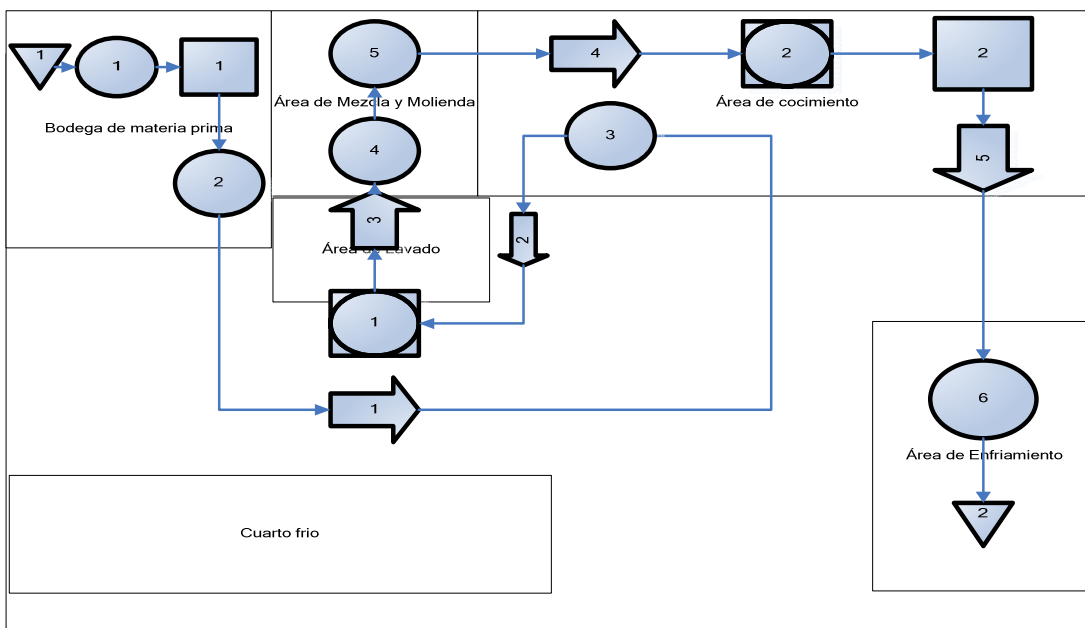
Símbolo	Evento	No.	Tiempo [Min]
	Inspección operación	2	130
	Inspección	2	5.5
	Operación	6	122

El proceso de operaciones de preparación de mezclas puede durar un tiempo de 257.5 reduciendo un total de 12 minutos con respecto al proceso que se tiene actualmente.

**Figura 23. Diagrama propuesto de recorrido de preparación de mezcla.**

Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.  
 Método: Propuesto  
 Objeto: Diagrama de recorrido del proceso de preparación de mezcla  
 Fecha de elaboración: Febrero de 2006  
 Inicia: Ingreso de materia prima  
 Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Méndez

Departamento: Producción  
 Hoja: 1 de 1



## **4.2. Línea de producción de tamales**

En la línea de producción de tamales es importante poder tener en consideración que se deben de minimizar los tiempos de operación de la producción de los productos, pero al contar con una planta donde la maquinaria al ser instalada es puesta con todo tipo de medidas de agarre, los pernos, sería imposible el poder cambiarlas de lugar es por ello que se ha tomado en consideración cambiar la forma en que elabora y se procesa el tamal, enfocándonos en los micro movimientos para mejorar el proceso.

En las estaciones de trabajo de los operarios se debe delimitar visualmente la estación de trabajo, esto con el objetivo de que cada operario trabaje en su propio espacio y lo utilice adecuadamente.

Se debe de agregar un tope a la mesa de trabajo a una distancia de 0.70 metros de la parte frontal de la mesa, para colocar el recipiente con la masa, esto con el objetivo de asegurar el recipiente y no tener que acomodarlo según se este utilizando.

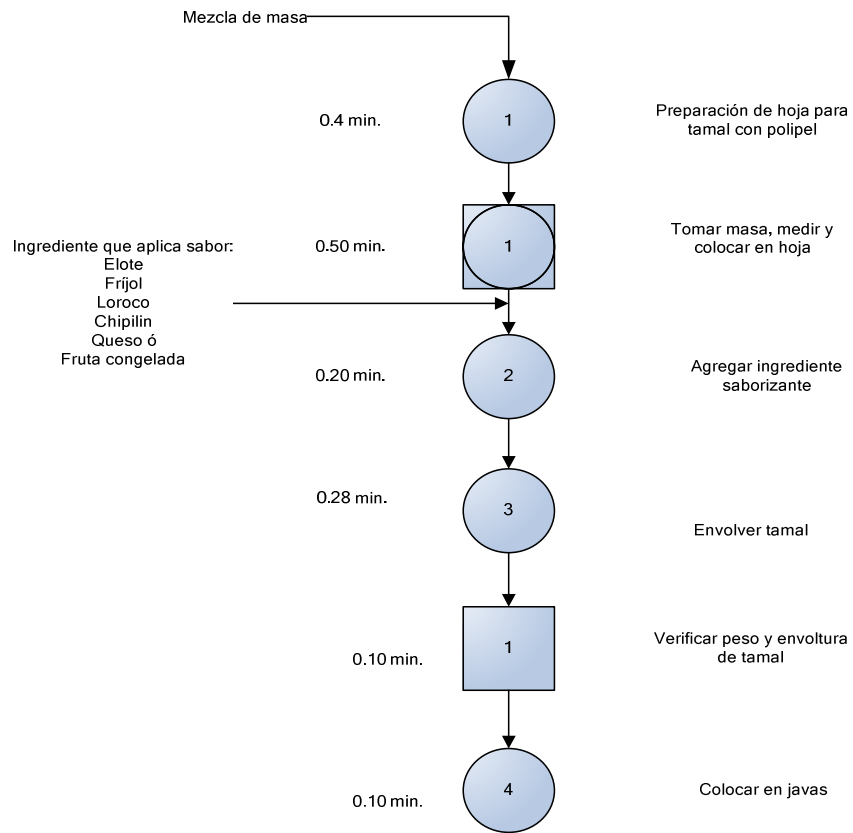
La balanza electronica debe estar colocada en el centro de la estacion de trabajo, para evitar que las manos efectúen un mayor recorrido, y evitar la fatiga de relizar una operación que requiere esfuerzo.

### 4.2.1. Diagrama de operaciones

Los cambios realizados proporcionan un mejor traslado de la mezcla hacia el área de trabajo donde los empacadores tendrán que envolver el tamal en sus diferentes estilos, al tener una preparación semejante no debería de variar su tiempo de preparación solamente al momento de agregar el sabor la cual se hace al momento de preparar la mezcla.

**Figura 24 Diagrama propuesto de operaciones línea de producción de tamales.**

Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V. Método: Actual Objeto: Diagrama de operaciones línea de producción de tamales Fecha de elaboración: Febrero de 2006 Inicia: Ingreso de materia prima Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Méndez	Departamento: Producción Hoja: 1 de 1
---	--



### RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo [Min]
	Inspección operación	1	0.5
	Inspección	1	0.10
	Operación	4	0.98

El proceso de operaciones de producción de tamales dura un tiempo de 1.13 minutos en el diagrama propuesto.

#### **4.2.2. Diagrama de flujo**

El proceso de preparación de la mezcla tienen en forma básica operaciones que no pueden ser eliminadas, mas sin embargo dan pauta a poder minimizar los tiempo de elaboración si es que estos se realizan de una forma más técnica como se detalla a continuación:

- La distancia de un operario a otro debe de ser de 1.5 metros.
- Se debe señalar el área de trabajo de cada operario.
- Los anaqueles donde se colocan las jvas deben de ser de 4 niveles y con rodos para facilitar su transporte del área de envoltura y empaque al cuarto frio.
- Cada estación de trabajo debe contar con un recipiente de desechos.

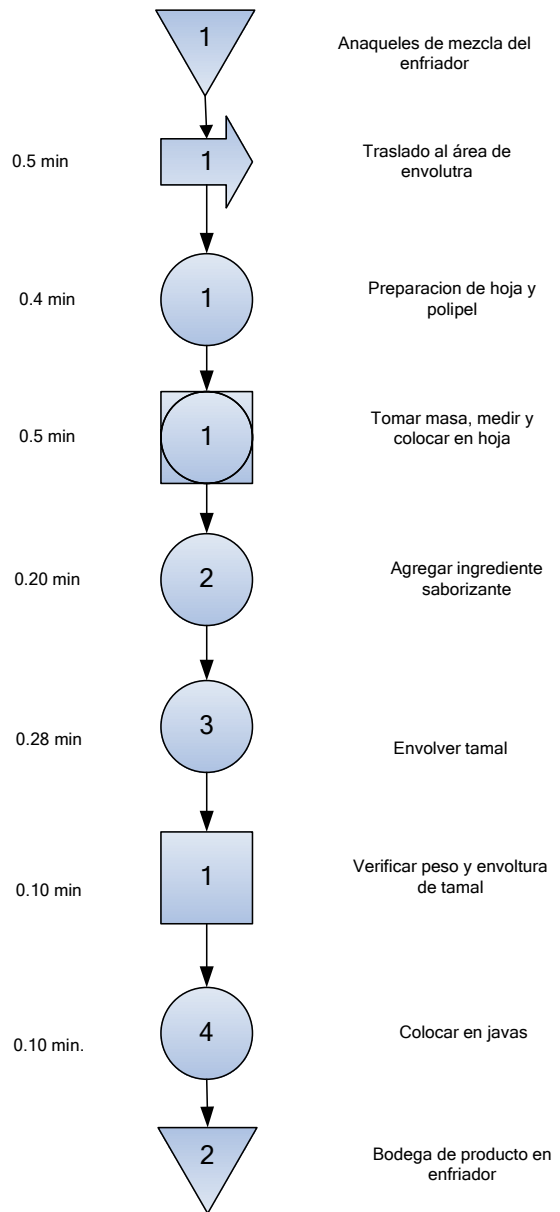
En el cual el operario tenga que utilizar lo cual da como resultado una minimización del mismo tiempo dentro de la realización de este proceso el cual tienen la tabla siguiente que es tomada de la cronometración realizada.




**Figura 25 Diagrama propuesto de flujo de línea de producción de tamales**

Fabrica: Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.  
 Método: Actual  
 Objeto: Diagrama de flujo de operaciones línea de producción de tamales  
 Fecha de elaboración: Febrero de 2006  
 Inicia: Ingreso de materia prima  
 Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Méndez

Departamento: Producción  
 Hoja: 1 de 1



RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo [Min]
	Inspección operación	1	0.5
	Inspección	1	0.10
	Operación	4	0.98
	Transporte	1	0.5
	Bodegas	2	

El flujo proceso de operaciones de producción de tamales dura un tiempo de 2.08 minutos con el método propuesto, lo que equivale a 0.87 minutos de reducción en el tiempo.

Este conjunto de datos refleja cuanto es el periodo de tiempo que tarda un operario normal en realizar la operación de preparación de la mezcla para posteriormente ser envuelta en la hoja con su protección de Polipel. Estos datos reflejan a medida que se tiene un tiempo de 5 minutos para realizar la operación, mas sin embargo es importante mencionar que los mismos operarios realizan operaciones innecesarias como lo son:

- Quitar adherencias o partículas de tamaño considerable que afecten al producto, aun cuando este ya fue revisado por la línea que prepara la masa y que no se percata de este problema.

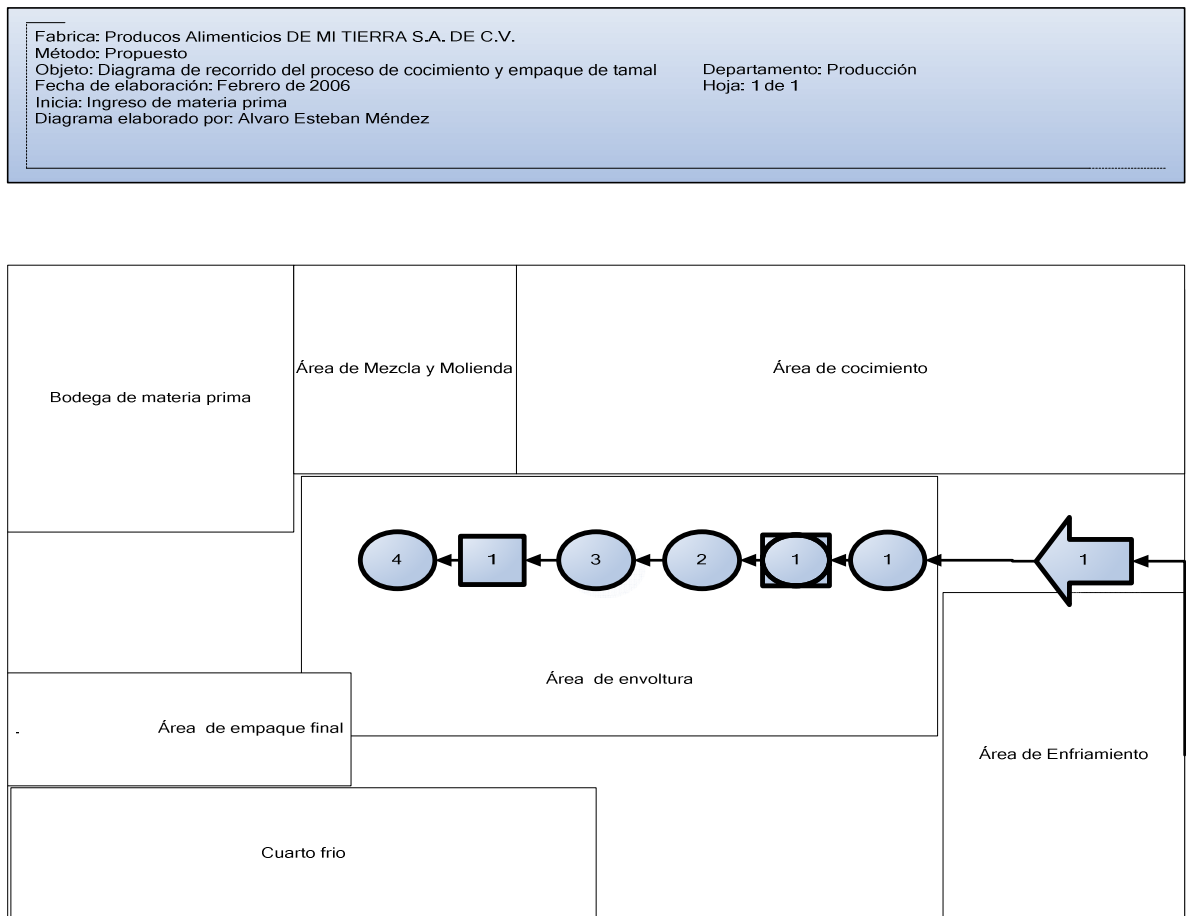
Si mencionamos el caso de envolver este también tienen un periodo de retardo que esta suscrito a:

- Colocar el Polipel en la hoja, en cuyo caso es una inspección que debería haber elaborado la línea de preparación de hojas para que este proceso no afecte al operario que realiza la envoltura del producto.

### 4.2.3. Diagrama de recorrido

El proceso de elaboración del tamal debe de seguir siendo el mismo, lo que cambia es la estación de trabajo, ya que se le deben de agregar bancos con respaldo para la espalda cuya altura sea de 1 metro para que este a la altura adecuada de la mesa de trabajo, además la distancia entre operario debe de ser de 1.5 metros para que le permita trabajar con comodidad y evitar el esfuerzo al momento de trasladar el producto, el diagrama de recorrido se muestra a continuación:

**Figura 26. Diagrama de recorrido línea de producción de tamales.**



#### **4.2.4. Diagrama de bimanual**

Durante el proceso de toma de tiempo para calcular como debería de ser el comportamiento de los tiempos utilizados por cada mano en las operaciones de desarrollo o fabricación del producto, los mismos han sufrido una disminución al cambiar algunos aspectos básicos como lo son:

- Eliminar movimientos improductivos.
- Utilizar cuando sea posible las dos manos.
- Utilizar un tope especial para poner el medidor de masa.
- Hacer mas grande el recipiente con la masa para evitar el movimiento buscar, según la percepción del propio operario.
- Evitar planear

Con estos cambios realizados se obtiene el siguiente bimanual:

##### **4.2.4.1. Operación de preparación de hoja**

La operación de preparar la hoja de tamal para envolver el producto final es una de los procesos que mas influyen dentro de la calidad del producto como de este proceso de disminución de tiempos ha dado un total de 0.066 lo que es 4 segundos por cada envoltura realizada lo que es 15% más rápido que lo anterior lo que garantiza un ahorro de 1 hora aproximadamente al final del periodo de producción.

Esto se logra con el rediseño de la mesa de trabajo, y con el uso de las herramientas como la guillotina para el corte de las puntas de las hojas, así cuando llegan a este proceso, las hojas son más fáciles de manipular.

El operario solo deberá tomar las hojas de tamal, y con la otra mano el Polipel, luego deberá de colocar la hoja sobre el Polipel, se realiza una inspección con la aplicación del desinfectante, proceso que lo puede realizar de utilizando las dos manos al mismo tiempo.

A continuación se presentan el diagrama de operaciones propuesto, así como el diagrama bimanual y los cambios en el diagrama utilizando la simbología de therbligs.

**Figura 27. Therbligs efectivos.**

Fabrica : productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V. Método : PROPUESTO Objetivo: therbligs efectivos y no efectivos Fecha de elaboración: MARZO DE 2006 Inicia : Elaborado por : ÁLVARO ESTEBAN MÉNDEZ	Departamento : producción Hoja : 1/2
--	---

<b>Therbligs efectivos</b>		
<b>Alcanzar</b>	<b>AL</b>	<b>Movimiento con la mano vacía desde hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia, en general precede a soltar y va seguido de tomar</b>
<b>Mover</b>	<b>M</b>	<b>Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; en general precedida por tomar y seguida de soltar o posicionar</b>
<b>Tomar</b>	<b>T</b>	<b>Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende de tipo de tomar; en general precedido de alcanzar y seguido por mover</b>
<b>Soltar</b>	<b>S</b>	<b>Dejar el control de un objeto; por lo general es el therbling mas corto</b>
<b>Preposicionar</b>	<b>PP</b>	<b>Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior casi siempre ocurre junto con mover, como orientar una pluma para escribir</b>
<b>Usar</b>	<b>U</b>	<b>Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha, se detecta con facilidad al hacer que avance el trabajo</b>
<b>Ensamblar</b>	<b>E</b>	<b>Unir dos partes que van juntas; suele ir precedido por posicionar o mover, y seguido de soltar</b>
<b>Desensamblar</b>	<b>DE</b>	<b>Opuesto a ensamblar, separación de partes que están juntas, en general precedido de posicionar o mover, seguido de soltar</b>

**Figura 28. Therbligs no efectivos.**

Fabrica : productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V. Método : PROPUESTO Objetivo: therbligs efectivos y no efectivos Fecha de elaboración: MARZO DE 2006 Inicia : Elaborado por : ÁLVARO ESTEBAN MÉNDEZ	Departamento : producción Hoja : 2/2
--	---

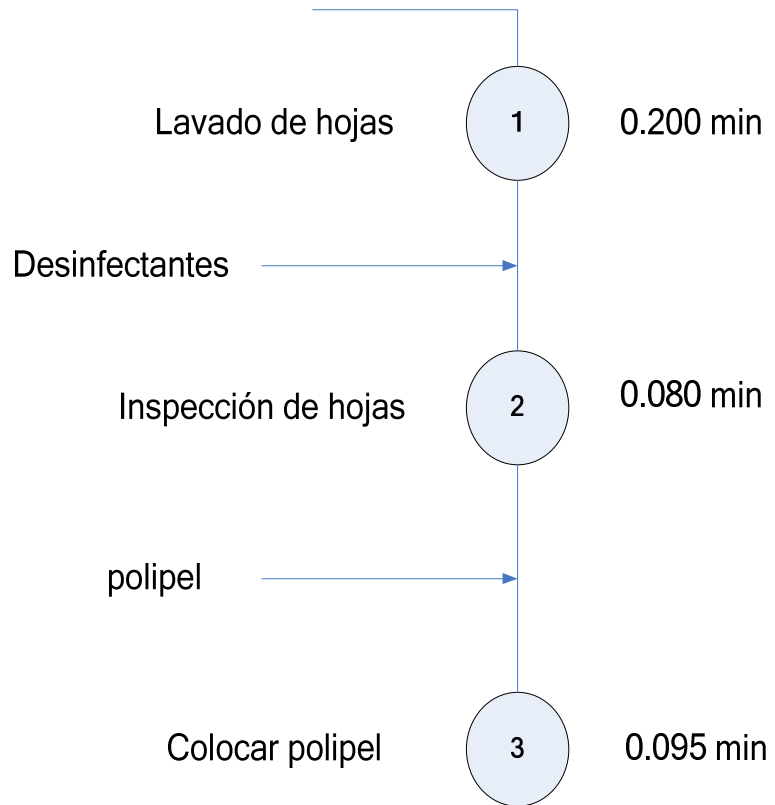
<b>Therbligs no efectivos</b>		
<b>Buscar</b>	<b>B</b>	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto
<b>Seleccionar</b>	<b>SE</b>	Elegir un articulo entre varios; por lo común sigue a buscar
<b>Posicionar</b>	<b>P</b>	Orientar un objeto durante el trabajo; en general precedido de mover seguido de soltar( en contraste a durante para preposicionar)
<b>Inspeccionar</b>	<b>I</b>	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos
<b>Planear</b>	<b>PL</b>	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento
<b>Retroceso Inevitable</b>	<b>RI</b>	Solo el operario es responsable del tiempo ocioso, como el toser
<b>Descanso para contrarrestar la fatiga</b>	<b>D</b>	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos, depende de la carga de trabajo físico
<b>Sostener</b>	<b>SO</b>	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo

<sup>17</sup> Nivel –Freivalds Ingenieria Industrial, Metodos, estandares y diseño del trabajo 11ª. Edicion, ditorial Alfaomega PP 150

**Figura 29. Diagrama de operaciones de preparación de hoja.**

Fabrica : productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.  
Método : PROPUESTO  
Objetivo: DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES DE PREPARACIÓN DE HOJAS  
Fecha de elaboración: MARZO DE 2006  
Inicia : INGRESO DE MATERIA PRIMA  
Diagrama elaborado por : ÁLVARO ESTEBAN MÉNDEZ

Departamento : producción  
Hoja : 1/1



**Figura 30. Diagrama bimanual propuesto preparación de hoja con therbligs**

Fabrica Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.	
Método PROPUESTO	
Objetivo DIAGRAMA BIMANUAL DE PREPARACIÓN DE HOJA	Departamento: Producción
Fecha de elaboración MARZO DE 2006	Hoja: 1 de 1
Inicia : Tomar hoja	
Diagrama elaborado por ÁLVARO ESTEBAN MÉNDEZ	

Descripción de las actividades mano izquierda			Descripción de las actividades mano derecha
Alcanzar hoja	AL	D	Descansa
Tomar hoja	T	D	Descansa
Mueve hoja	M	D	Descansa
Colocar hoja en mesa	C	D	Descansa
Suelta hoja	D	AL	Alcanzar desinfectante
Descansa	D	T	Toma desinfectante
Alcanzar hoja seleccionada	AL	M	Mover hacia la hoja seleccionada
Sostener hoja	SO	C	Colocar desinfectante
Sostener hoja	SO	M	Mueve desinfectante a la mesa
Sostener hoja	SO	S	Suelta desinfectante en mesa
Suelta Hoja	S	AL	Alcanza a hoja seleccionada
Descansa	D	T	Toma hoja
Alcanzar el polipel	AL	PP	Posiciona hoja de tamal
Tomar polipel	T	SO	Sostener hoja
Mueve polipel sobre la hoja	M	SO	Sostener hoja
Colocar Polipel sobre la hoja	C	SO	Sostener hoja
Suelta polipel	S	T	Toma hoja con polipel
Descansa	D	M	Mueve hoja con polipel a bandeja
Descansa	D	C	Colocar en bandeja de hojas
Descansa	D	S	Suelta hoja



**Figura 31. Diagrama bimanual propuesto preparación de hoja.**

Fabrica : Productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.  
 Método : PROPUESTO  
 Objetivo: DIAGRAMA BIMANUAL DE PREPARACIÓN DE HOJAS  
 Fecha de elaboración: MARZO DE 2006  
 Inicia : INGRESO DE MATERIA PRIMA  
 Diagrama elaborado por : ALVARO ESTEBAN MÉNDEZ

Departamento : Producción  
 Hoja : 1 de 1

<i>Derecha</i>					<i>Tiempo en minutos</i>					<i>Izquierda</i>	
Alcanzar hoja del deposito					0.020						
Tomar Hoja del deposito para lavar					0.150	0.045					Tomar un extremo de la hoja
Llevar Hoja a la mesa						0.020					Sostener extremo
						0.060					Colocar e Inspeccionar la hoja
Soltar un extremo de la hoja						0.040					Precolocar en posición
						0.045					Colocación de Polipel
Tomar para empacar					0.050	0.040					Llevar a bandejas
Soltar en bandeja											Colocar en bandejas
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0.240</b>	<b>0.250</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>		

#### 4.2.4.2. Operación de envoltura de tamal en hoja

Figura 32. Diagrama propuesto bimanual envoltura de hoja con therbligs.

Fabrica : productos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.	Departamento : Producción
Método : PROPUESTO	Hoja : 1 de 1
Objetivo: DIAGRAMA BIMANUAL DE OPERACIÓN DE ENVOLTURA DE HOJA	
Fecha de elaboración: MARZO DE 2006	
Inicia : ALCANZAR HOJA	
Diagrama elaborado por : ÁLVARO ESTEBAN MÉNDEZ	

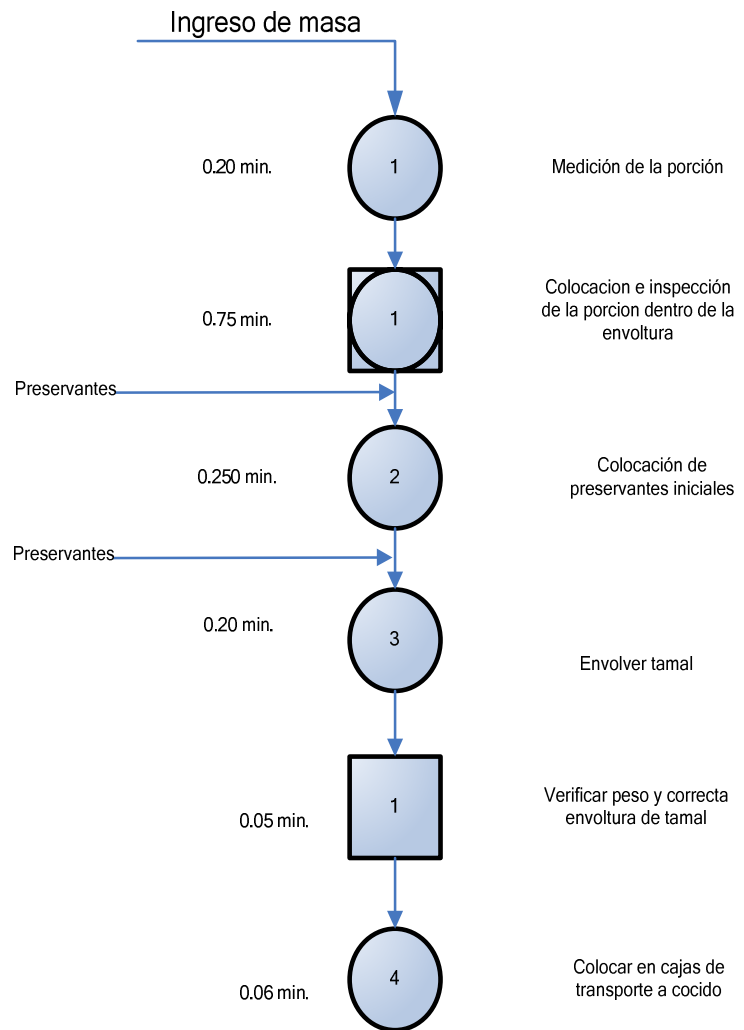
Descripción de las actividades mano izquierda	s	S	Descripción de las actividades mano derecha
ALCANZAR HOJA	AL	D	DESCANSA
TOMAR HOJA	T	D	DESCANSA
MOVER HOJA A LA MESA DE ENVOLTURA	M	D	DESCANSA
COLOCAR EN MESA DE ENVOLTURA	C	D	DESCANSA
SUELTA HOJA	S	AL	ALCANZAR MEDIDOR DE MASA
DESCANSA	D	T	TOMAR MEDIDOR DE MASA
ALCANZAR RECIPIENTE CON MASA	AL	M	MOVER MEDIDOR DE MASA AL RECIPIENTE DE MASA
TOMAR RECIPIENTE CON MASA	T	S	TOMAR MASA CON LA MEDIDA
SOSTENER RECIPIENTE CON MASA	SO	M	MOVER EL MEDIDOR DE MASA A LA BALANZA DIGITAL
SOLTAR RECIPIENTE CON MASA	S	C	COLOCAR RECIPIENTE CON MASA
DESCANSA	D	S	SOLTAR RECIPIENTE
DESCANSA	D	AL	ALCANZAR MEDIDOR DE MASA
ALCANZAR HOJA	AL	T	TOMAR MEDIDOR DE MASA
SOSTENER HOJA	SO	M	MOVER MEDIDOR DE MASA A LA HOJA DE ENVOLTURA
SOLTAR HOJA	S	PP	PREPOSICIONAR MEDIDOR DE MASA SOBRE MESA
DESCANSA	D	C	COLOCAR MASA SOBRE HOJA
DESCANSA	D	M	MOVER EL MEDIDOR DE MASA VACIA A LA MESA
ALCANZAR HOJA PARA DOBLARLA	AL	S	SOLTAR MEDIDOR DE MASA
TOMAR HOJA PARA DOBLARLA	T	AL	ALCANZAR HOJA
SOSTENER HOJA PARA DOBLES FRONTAL	SO	T	TOMAR PUNTA DE HOJA PARA DOBLARLA
SOSTENER HOJA PARA DOBLES FRONTAL	SO	E	ENSAMBLAR HOJA HACIA EL FRENTE
SOLTAR HOJA PARA REALIZAR EL DOBLES POSTERIOR	S	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR
ALCANZAR HOJA PARA DOBLARLA	AL	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR
TOMAR HOJA PARA DOBLARLA	T	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR
ENSAMBLAR HOJA HACIA ATRÁS	E	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES POSTERIOR
SOSTENER PARA DOBLES LATERAL IZQUIERDA	SO	S	SOLTAR HOJA PARA REALIZAR DOBLES LATERAL
SOSTENER PARA DOBLES LATERAL IZQUIERDA	SO	AL	ALCANZAR PUNTA DE HOJA
SOSTENER PARA DOBLES LATERAL IZQUIERDA	SO	T	TOMAR PUNTA DE HOJA PARA DOBLARLA
SOSTENER PARA DOBLES LATERAL IZQUIERDA	SO	E	ENSAMBLAR HOJA HACIA LA IZQUIERDA
SOLTAR HOJA PARA REALIZAR OTRO DOBLES AXIAL	S	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA
ALCANZAR HOJA PARA DOBLARLA	AL	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA
TOMAR HOJA PARA DOBLARLA	T	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA
ENSAMBLAR HOJA HACIA LA DERECHA	E	SO	SOSTENER HOJA PARA DOBLES LATERAL DERECHA
SOSTENER PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN	SO	SO	SOSTENER PARA REALIZAR INSPECCIÓN
TOMAR TAMAL ENVUELTO	T	S	SOLTAR TAMAL ENVUELTO
MOVER TAMAL ENVUELTO HACIA LA JAVA	M	D	DESCANSA
COLOCAR EN JAVAS	C	D	DESCANSA
SOLTAR TAMAL ENVUELTO	S	D	DESCANSA

En la operación de envoltura de tamal en hojas se ha podido comprobar la disminución de 28 segundos.

**Figura 33. Diagrama propuesto de operaciones de línea de envoltura de tamal.**

Fabrica: Producos Alimenticios DE MI TIERRA S.A. DE C.V.  
Método: Actual  
Objeto: Diagrama de operaciones línea de envoltura de tamales  
Fecha de elaboración: Febrero de 2006  
Inicia: Ingreso de materia prima  
Diagrama elaborado por: Alvaro Esteban Méndez

Departamento: Producción  
Hoja: 1 de 1



Comprobando con esto que se puede aumentar la cantidad de producción con solo hacer cambios necesarios que se han hecho al quitar los obstáculos que provocan ineficiencia en la operación, como lo son los movimientos no efectivos.

#### 4.2.5. Balance de líneas

El balance de la línea de producción se realizara calculando el número total de personas que deben de laborar dentro de la misma, con ello hacemos el calculo de cual es el comportamiento de la producción en condiciones ideales y en condiciones reales. Posteriormente a la toma de tiempos es importante el análisis.

Con este nuevo balance de líneas, luego de realizar la propuesta se logra establecer un aumento de 2,640 unidades adicionales, sabiendo que se cuenta con 22 días de labores se logra incrementar la producción a 58,080 unidades.

El número de operarios necesarios en la línea de producción se calcula utilizando la relación

$$N = R \times \sum MP = R \times \frac{\sum ME}{E}$$

ME: Minutos Estándar por operación  
MP: minutos Permitidos por operación  
R: tasa de producción deseada  
E: Eficiencia

Niebel - Freivalds. Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño del trabajo. (11ª Edición. México. Alfaomega Grupo Editor 2004) pp. 57-64.

Si se realizan los datos por separado se obtiene

$$\begin{aligned}\sum ME &= 1.180 \\ E &= 90\% \\ R &= 19.697\end{aligned}$$

$$N = R \times \frac{\sum ME}{E} = \frac{19.697 \times 1.180}{90\%} = 25.824$$

Al redondear el resultado se obtiene que sean 26 operarios, así mismo el cuadro realiza el cálculo por cada una de las estaciones de trabajo que hay dentro de la planta

<b>Unidades a Fabricar</b>	13,000
<b>Tiempo Disponible (minutos)</b>	660
<b>Índice de Producción (Unidades/minuto)</b>	19.697
<b>No. Total de Operarios teóricos</b>	26.000

<b>Unidades por Día</b>	6600	5940
<b>Eficiencia Planeada</b>	90.00%	
<b>Eficiencia Real</b>	83.75%	

	<b>Operación</b>	<b>Tiempo Estándar</b>	<b>Operarios Teóricos</b>	<b>Operarios Reales</b>	<b>Tiempo Asignado</b>	<b>Tiempo Estándar Asignado</b>
Preparacion de hoja	1	0.200	4.4	5	0.100	0.100
Colocar masa	2	0.300	6.6	7	0.075	0.100
Agregar ingrediente	3	0.200	4.4	5	0.067	0.100
Envolver tamal	4	0.280	6.1	6	0.056	0.100
Verificar peso	5	0.100	2.2	2	0.100	0.100
colocar en javas	6	0.100	2.2	2	0.100	0.100
	<b>Totales</b>	<b>1.180</b>	<b>25.900</b>	<b>27</b>		

Es importante hacer notar que dentro del cálculo individual se tiene una variación de un operario, pero esto se debe al criterio que se tomo de que al tener un número que supere en 4 décimas al entero este se aproximara al entero superior.

#### **4.2.6. Eficiencia teórica**

La eficiencia teórica que tiene la línea de producción es de un 90%, la cual esta en base al criterio de manejo de plantas industriales, las que contienen un criterio de aceptación de solo un 10% de pérdida de tiempos en todo proceso industrial.

La eficiencia teórica proporcionada por la línea de elaboración de tamales esta sujeta a los criterios de que el tiempo utilizado se estima que en una hora utilizamos 54 minutos, lo que seria una simple división de:

$$\text{Eficiencia} = 54/60 = 0.90 = 90\%$$

#### **4.2.7. Producción teórica que se debe alcanzar**

La producción teórica que debe de alcanzar la línea están dadas por la toma de tiempos, las misma tienen la particularidad de tomar en cuenta los sistemas de toma de tiempos que se utilizan en el campo laboral.

Satisfactoriamente, se ha obtenido cada una de las tablas que garantizan la medición de los mismos los que se subdividen en cada operación que se realiza dentro de la producción de tamales.

### Preparación de hoja

Preparación de Hoja					
Obs.	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Obs. 1	0.417	0.650	0.533	0.483	0.500
Obs. 2	0.633	0.533	0.517	0.450	0.517
Obs. 3	0.533	0.500	0.483	0.517	0.483
Obs. 4	0.500	0.417	0.417	0.517	0.450
Obs. 5	0.533	0.467	0.483	0.533	0.483
Obs. 6	0.450	0.483	0.583	0.500	0.433

### Colocación de masa

Colocación de Masa					
Obs.	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Obs. 1	0.617	0.650	0.550	0.700	0.583
Obs. 2	0.633	0.650	0.567	0.650	0.533
Obs. 3	0.533	0.683	0.583	0.583	0.617
Obs. 4	0.550	0.583	0.550	0.600	0.633
Obs. 5	0.600	0.583	0.550	0.617	0.633
Obs. 6	0.650	0.500	0.583	0.633	0.600

### Agregar ingredientes

Agregar Ingredientes					
Obs.	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Obs. 1	0.217	0.250	0.233	0.233	0.217
Obs. 2	0.183	0.183	0.167	0.183	0.200
Obs. 3	0.183	0.233	0.200	0.250	0.150
Obs. 4	0.150	0.267	0.183	0.250	0.167
Obs. 5	0.167	0.200	0.167	0.183	0.200
Obs. 6	0.250	0.217	0.183	0.167	0.167

### Envolver tamal

Envolver Tamal					
Obs.	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Obs. 1	0.400	0.350	0.367	0.417	0.417
Obs. 2	0.383	0.433	0.467	0.417	0.383
Obs. 3	0.350	0.433	0.450	0.433	0.400
Obs. 4	0.383	0.367	0.417	0.467	0.350
Obs. 5	0.400	0.350	0.367	0.383	0.383
Obs. 6	0.417	0.383	0.417	0.417	0.400

### Verificar el peso

Verificar peso					
Obs.	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Obs. 1	0.150	0.183	0.167	0.200	0.167
Obs. 2	0.117	0.167	0.133	0.167	0.183
Obs. 3	0.183	0.167	0.150	0.167	0.158
Obs. 4	0.133	0.167	0.117	0.133	0.150
Obs. 5	0.150	0.142	0.142	0.150	0.150
Obs. 6	0.133	0.150	0.100	0.117	0.117

### Colocar en javas

Colocar en javas					
Obs.	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Obs. 1	0.083	0.098	0.097	0.103	0.100
Obs. 2	0.100	0.108	0.108	0.114	0.115
Obs. 3	0.100	0.108	0.105	0.100	0.111
Obs. 4	0.091	0.102	0.103	0.100	0.090
Obs. 5	0.083	0.091	0.087	0.104	0.108
Obs. 6	0.100	0.097	0.102	0.100	0.095



Luego de analizar los datos se debe de ver cual es el total de tiempo que se tiene para con ello saber la el porcentaje de productividad teórica la que oscila en 90% como mínimo para uso de cálculos.

Esta eficiencia alcanzada proporcionaría un cantidad muy grande que no se podría cubrir es una cantidad mayor en a la que se realiza en la línea de producción con un 70% de eficiencia real, esta diferencia hace ver que la producción es muy factible, el poder hacer que realice mas a menor costo si se realiza algún cambio en los movimientos que hacen perder tiempo.

#### **4.2.8. Productividad teórica**

La productividad teórica que se tienen en este proceso esta propuesta por la relación que se tienen entre el tiempo utilizado y el disponible lo que aumentara en un nivel significativo la cantidad que se puede producir si es que se tienen condiciones ideales que garanticen la continuidad del proceso.

Demanda	13,000 unidades
Tiempo necesario por unidad	0.375 minutos
Líneas de producción	1
Tiempo por día	420 minutos
Días disponibles	12
Demanda producida	11,200 unidades

Se tienen 12 días calendario lo que hace que se elabore la distribución de las horas siguiente:

	L	M	M	J	V	S	D	Total
Horas totales	8	8	8	8	8	0	0	40
Horas de trabajo	7	7	7	7	7	0	0	35
Días productivos	1	2	3	4	5	6	7	
	8	9	10	11	12			

Se observa que se tienen en sumatoria 35 horas de una semana y 35 de la semana siguiente, que es igual a 10 días totales es por ello que se elabora el calculo en base a estos lineamientos

<b>Tiempo disponible por día</b>	420 minutos
<b>Tiempo de elaboración por unidad</b>	0.375 minutos
<b>Días disponibles</b>	10 días
<b>Demanda deseada</b>	13,000 unidades

Productividad = realizado / deseado

Realizado = **Unidades elaboradas**

Unidades elaboradas = (Tiempo disponible) / (Tiempo de elaboración)

Tiempo disponible = 420 [minutos/día] x 10 [días]

Tiempo disponible = 4,200 [minutos]

Realizado = 4,200 [minutos] / 0.375 [minutos/unidad]

Realizado = 11,200 [unidades]

Deseado = 13,000 [unidades]

$$\text{Productividad} = 11,200 \text{ [unidades]} / 13,000 \text{ [unidades]} = 0.8615 = 86.15 \%$$

Esta Productividad asume que se tienen un tiempo efectivo de 7 horas proporcionando un 86.15 % de productividad, lo cual es aceptable si se estima que la demanda puede ser completada con horas extras.

Ahora bien esto ocasionara un aumento en el flujo de caja, cuyo pago innecesario puede disminuir al realizar una correcta rotación del personal dentro de fabrica, que al momento de descansar pueden utilizaran un traslape de horario lo que haría que la línea trabajara 8 horas en vez de 7 y proporcionarían la porción deseada de faltante con el mínimo de costo en horas extras.



## **5. PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA**

La empresa debe implementar un programa de mejora continua para optimizar sus procesos y hacer un uso más eficiente de los recursos con que dispone, es por eso que se sugiere se establezca un programa de mejora con el fin de suplir alimentos salubres, inocuos y de calidad.

Desde el punto de vista operativo y gerencial se puede lograr de manera efectiva y eficiente implementando un sistema de calidad integrada, el cual consta de dos componentes:

1. Componente gerencial
  - a. Cultura de la planta
  - b. Valores, conocimientos y habilidades
  - c. Indicadores de desempeño y evaluación de resultados
  
2. Componente estructural
  - a. Programa de prerrequisitos
  - b. Programa de calidad
  - c. Programa de inocuidad

### **5.1. Aspectos administrativos y de organización**

Para que se pueda implementar un programa de mejora continua, debe empezar con el deseo de la administración, ya que estos deben definir la política que seguirá la empresa y velara por su implementación y verificación.

La gerencia de la empresa, es la que validará que los procesos definidos en el componente estructural se integren a la cultura y vivencia operativa de la planta. Este componente incluye los programas de educación y capacitación de los empleados diseñados para apoyar de manera continua el elemento estructural del sistema.

Asimismo, será responsabilidad de la gerencia, la revisión, evaluación y mejora continua de los procesos asociados al sistema de mejora continua. Este componente incluye las inspecciones y auditorias periódicas y la medición de indicadores de desempeño, que retan la efectividad y eficiencia del proceso de transformación implementado. El sistema de mejora continua debe ser práctico y flexible en su implementación, es por ello que se propone la utilización de TPM (Mantenimiento productivo total), que es la aplicación de la calidad total al equipo.

La primera etapa de la mejora continua es el involucramiento y conlleva el compromiso de la dirección de llevar a cabo el programa. A continuación se lista el compromiso de la dirección:

- a) Comunicación cómo se van cumplir los requisitos del cliente
- b) Política de calidad establecida
- c) Objetivos de calidad
- d) Revisiones por la dirección
- e) Aseguramiento de recursos.

Luego de definir el compromiso se debe asignar un presupuesto para lograr obtener los objetivos deseados.

Finalmente, es necesario resaltar el papel de la etapa de evaluación Y ajustes, como etapa decisiva para conocer si se alcanzan los estados deseados y si realmente los factores disminuyeron o fueron eliminados en la medida necesaria y de no ser así realizar la regulación, los ajustes necesarios para lograrlo, a continuación se elaboro un formato de revisión de la gerencia de las auditorias que deben de realizar.

**Tabla XXIV. Formato de la agenda de revisión por la gerencia.**

**PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE MI TIERRA S.A. DE C.V.**  
**Revisión por la Gerencia**

CLAVE: MA9 801  
 FECHA DE EMISION: MAR '06

REVISION No. 0  
 HOJA 1 DE 1

**Revisión No. 01/2006**

**Fecha:           Lugar:**

**1. Participantes**

No.	Nombre	Puesto
1		Gerente General
2	Ing.	Gerente de planta
3	Ing.	Gestor de calidad
4	Lic.	Gerente de financiero
5	Lic.	Gerente de Ventas
6	Lic.	Gerente administrativo

**2. Lectura de minuta de agenda de reunión anterior**

**3. Seguimiento de puntos fijos de agenda**

- 3.1. Informe de auditorias internas
- 3.2. Estado de correcciones, acciones correctivas y preventivas.
- 3.3. Desempeño de procesos y productos
- 3.4. Desempeño en general del sistema de mejoramiento continuo
- 3.5. Encuesta al cliente
- 3.6. Informe de cambios en el sistema

**4. Otros puntos**

**5. Conclusiones y recomendaciones**

**6. Firmas de Aprobación y cierre:**

_____ Gerente de ventas	_____ Gerente financiero
_____ Gestor de calidad	_____ Gerente de planta.
_____ Gerente administrativo	
_____ GERENTE GENERAL	

## **5.2. Aspectos físicos en las líneas de producción**

Todas las operaciones de recepción, transporte, empaque, preparación, procesamiento y almacenamiento de alimentos deben seguir principios sanitarios, a continuación se describen los aspectos que deben verificarse:

- Las materias primas deben ser inspeccionadas y separadas de los productos procesados.
- Los contenedores de materia prima deben ser sometidos a inspección.
- El equipo para procesamiento de alimentos debe ser sometido a inspección y limpiado con regularidad.
- Los factores de procesamiento como tiempo, temperatura, humedad, presión y otras variables relevantes deben ser adecuadamente controlados y documentados.
- Deben establecerse los procedimientos que se seguirán para las pruebas que se utilizarán para la revisión de calidad y seguridad de los productos terminados.
- Los materiales de empaque deben ser aprobados y proporcionar protección adecuada.
- Los productos terminados deben ser codificados para brindar información como lugar y fecha de producción.
- Los registros de producción deben ser llevados correctamente y guardados por un lapso de tiempo apropiado.
- Los productos deben ser almacenados y transportados bajo condiciones sanitarias y lejos de sustancias nocivas.



### **5.3. Programa de control de calidad**

Para implementar un programa de control de calidad se debe utilizar un programa de mantenimiento productivo total (TPM), que permita integrar los esfuerzos de todos de manera estructurada para mejorar la productividad del área de trabajo.

#### **Medición**

El Mantenimiento Productivo Total se basa en la información y comunicación de los resultados, con el propósito de que éstos sirvan para iniciar esfuerzos de mejora permanentemente dentro del área de trabajo.

La medición del estado MPT en un área de trabajo se basa en el indicador general del sistema, el E.G.E.

Todos los días, todos los turnos se deben calcular el E.G.E., y debe publicarse en la cartelera oficial del área. Con el propósito de que todos conozcamos como fue el desempeño del turno y poder planear como mejorar en el siguiente.

El E.G.E., evalúa los aspectos relevantes de la operación y si mejora éstos, corregiremos también otros aspectos que a veces no consideramos prioritarios.

El E.G.E., evalúa globalmente el área y se basa en las siguientes definiciones:

1. **TIEMPO PROGRAMADO:** es el tiempo que fue programado que la línea trabajará durante un turno. El tiempo programado debe respetarse desde la hora programada de arranque, hasta la hora programada de paro.
2. **TIEMPO PERDIDO:** es el tiempo en que por cualquier motivo la línea interrumpió la operación, no importando si es un paro operativo, paro por aspectos de mantenimiento, por falta de materiales, por falta de energía, etc.
3. **PRODUCCION REAL:** es la cantidad de producto entregado a Bodega durante el tiempo programado. La cantidad de producción debe ser tomada de los contadores de los equipos que entregan el producto a bodega. En nuestro caso, el conteo de las cajas de javas de tamales.
4. **VELOCIDAD TEORICA:** la velocidad teórica es la cantidad de producción que esta establecida que la línea produzca en una hora. La velocidad teórica es definida por el proveedor a requerimiento del cliente.
5. **DESPERDICIO:** el desperdicio es la cantidad de producto que por aspectos del proceso no fue entregado a bodega durante el tiempo programado.
6. **PRODUCCION TOTAL:** esta es la suma de la producción real (entregado a bodega) más el desperdicio, o sea todo lo que se procesó aunque no haya llegado a bodega.

## **Estructura y Cálculo del E.G.E.**

El E.G.E. Integra 3 indicadores que a su vez evalúan los aspectos claves en la operación de la línea, estos son:

A.- *DISPONIBILIDAD*

B.- *VELOCIDAD*

C.- *CALIDAD*

A continuación se mostrará el uso de las fórmulas y se realizarán los cálculos en una línea de producción de tamales, los datos que se utilizaron son los realizados en el balance de líneas de la sección 2.2.6 del capítulo 2.

### **A.- DISPONIBILIDAD**

Es el tiempo que la línea trabajó durante el tiempo en que fue programada para trabajar.

Forma de cálculo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Programado} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Tiempo Programado}} * 100$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{660 \text{ (min.)} - 78 \text{ (min.)} * 100}{660 \text{ (min.)}} = 88\%$$

## **B.- VELOCIDAD**

Este indicador evalúa que tan eficientes fuimos para operar la línea durante el tiempo que esta trabajó. La velocidad nos indica cuanto del tiempo trabajado operamos a la “velocidad teórica” establecida.

Forma de cálculo:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Producción Real} * 100}{\text{Producción Teórica}}$$

$$\text{Producción teórica} = \text{Tiempo trabajado} * \text{velocidad teórica}$$

$$\text{Producción teórica} = 495 * 1.95 = 965.25$$

$$\text{Velocidad} = \frac{867}{965.25} * 100 = 84 \%$$

## **C.- CALIDAD**

Este tercer indicador evalúa la calidad del proceso, nos dice cuál fue la calidad durante el tiempo que la línea trabajó.

Forma de cálculo:

$$\text{Calidad} = 1 - \left( \frac{\text{Desperdicio}}{\text{Producción Total}} \right) * 100$$

$$\text{Calidad} = 1 - \frac{(10)}{867} * 100 = 98 \%$$

## **Efectividad Global del Equipo (E.G.E.)**

El EGE integra los indicadores anteriores para evaluar en general cuál fue el desempeño de la línea durante el tiempo programado. El EGE es el indicador que resume el esfuerzo dedicado al TPM.

Forma de cálculo:

$$\text{EGE} = \frac{\text{Disponibilidad} * \text{Velocidad} * \text{Calidad}}{10,000}$$

$$\text{EGE} = \frac{88 * 84 * 98}{10,000} = 72.44 \%$$

Este dato general del EGE debe ser publicado en cada turno, y el objetivo de la mejora continua es aumentar la efectividad global del equipo.

### 5.3.1. Formularios de control de calidad

A continuación se presenta los formularios que se deben utilizar para el cálculo del EGE.

**Figura 34. Formulario para el cálculo del EGE.**

PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE MI TIERRA S.A.

TAMALES

**CONTROL DE LA PRODUCCION**

TURNO: **DIURNO** FECHA

VELOCIDAD TEORICA

HORA	PRODUCCION/ HORA	ACUMULADA	CAUSAS DE LA BAJA EN LA PRODUCCION	TIEMPO PERDIDO
6:00-7:00				
7:00-8:00				
8:00-9:00				
9:00-10:00				
10:11-:00				
11:00-12:00				
12:00-13:00				
13:00-14:00				
14:00-15:00				
15:00-16:00				
16:00-17:00				
17:00-18:00				

TOTAL TIEMPO PERDIDO

PRODUCCION BRUTA	BAJO NIVEL	CONTROL DE CALIDAD	ROTURA EN PRODUCCION	ENTREGADO A		
# DE OPERARIOS	TIEMPO UTILIZADO	EFICIENCIA UNIDADES HORAS*HORA	DISPONIBILIDAD	VELOCIDAD	CALIDAD	E.G.E.

\_\_\_\_\_  
F JEFE DE PRODUCCION

\_\_\_\_\_  
F SUPERVISOR DE PRODUCCION

Figura 35. Formulario para el cálculo de la efectividad global del equipo.

**EFFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO**

SALON: \_\_\_\_\_ SUPERVISOR: \_\_\_\_\_  
 FECHA: \_\_\_\_\_ SABOR: \_\_\_\_\_

DIA / TURNO		RESULTADO	ACUMULADO
DISPONIBILIDAD	$\frac{\text{Tiempo Prog.} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Tiempo Programado}} * 100$		$\frac{\text{T. Prog. Acum.} - \text{T. Perd. Acum.}}{\text{T. Programado Acumulado}} * 100$
VELOCIDAD	$\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Teórica}} * 100$ <p><b>Producción Teórica = Velocidad teórica * tiempo trabajado</b></p>		$\frac{\text{Prod. Real Acum.}}{\text{Prod. Teórica Acumulada}} * 100$
CALIDAD	$1 - \left[ \frac{\text{Desperdicio}}{\text{Prod. Total}} \right] * 100$ <p><b>Producción Total = Producción Real + Desperdicio</b></p>		$1 - \left[ \frac{\text{Desp. Acum.}}{\text{Prod. Total Acum.}} \right] * 100$
E.G.E.	$\frac{\text{Disponibilidad} * \text{Velocidad} * \text{Calidad}}{10,000}$		$\frac{\text{Disp. Acum.} * \text{Vel. Acum.} * \text{Cst. Acum.}}{10,000}$

**OBSERVACIONES:**

---



---



---



---



---

### 5.3.2. Gráficos de control

Es necesario vigilar los procesos, para identificar causas especiales de variación y poder decidir cuando tomar una acción correctiva, es por ello que se utilizara el grafico de control X y R, para vigilar el peso del tamal, ya que es fácil de utilizar e implementar en piso, y posteriormente utilizar algún otro grafico que nos ayude a vigilar nuestros procesos.

Para ello definiremos los pasos a seguir para desarrollar y utilizar las graficas de control X y R, estos pasos serian los mismos si queremos utilizar algún otro grafico de control para evaluar nuestro proceso.

1. Preparación
  - a. Escoger la variable y atributo a medir  
Peso del tamal
  - b. Determinar la base , tamaño y frecuencia de la muestra  
25 muestras de tamaño 5
  - c. Determinar la grafica de control  
Grafico X y Grafico R
2. Recolección de datos
  - a. Registro de datos
  - b. Cálculos estadísticos
  - c. Trazar gráficos de los datos

Calculo de datos estadísticos de la muestra 1

**Sumatoria muestra 1 =  $110+108+105+115 = 556$**

**Media muestra 1 =  $556/5 = 111.2$**

**Rango muestra 1 =  $118-110$**

**Los cálculos son similares para las 25 muestras.**



Tabla XXV. Muestra y cálculo de las mediciones de calidad.

Muestra	Observaciones					$\Sigma$	Media	Rango
1	110	108	105	115	118	556	111.2	13
2	108	103	115	116	111	553	110.6	13
3	109	115	111	111	105	551	110.2	10
4	105	108	114	106	116	549	109.8	11
5	116	116	106	116	107	561	112.2	10
6	114	113	119	115	104	565	113	15
7	109	107	114	117	113	560	112	10
8	107	108	107	108	118	548	109.6	11
9	109	109	109	105	117	549	109.8	12
10	108	117	112	114	104	555	111	13
11	111	105	105	120	105	546	109.2	15
12	114	117	112	110	115	568	113.6	7
13	117	111	113	99	116	556	111.2	18
14	115	107	112	110	111	555	111	8
15	113	109	106	111	109	548	109.6	7
16	111	112	118	115	112	568	113.6	7
17	102	115	105	116	119	557	111.4	17
18	109	104	104	118	104	539	107.8	14
19	107	119	107	112	114	559	111.8	12
20	114	104	113	103	111	545	109	11
21	106	103	118	104	112	543	108.6	15
22	118	102	114	109	102	545	109	16
23	119	118	100	112	108	557	111.4	19
24	106	110	114	103	104	537	107.4	11
25	104	111	113	104	106	538	107.6	9

Cálculo de datos para el gráfico

$$\Sigma X = 2761.6/25=110.464$$

$$\Sigma R = 304/25=12.16$$

Cálculo de límites para Rangos

$$UCL = D4(R) = 2.114(12.16) = 25.7064$$

$$UCL = D3(R) = 0(12.16) = 0$$

Cálculo de límites para medias

$$UCL = X + A2(R) = 110.464 + 0.577(12.16) = 117.56$$

$$UCL = X - A2(R) = 110.464 - 0.577(12.16) = 103.37$$

Figura 36. Gráfico X para peso del tamal.

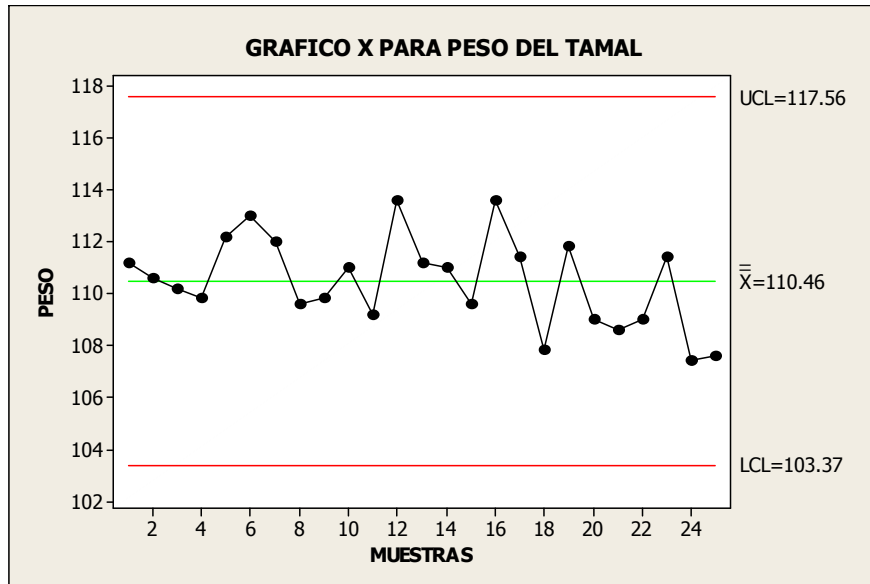
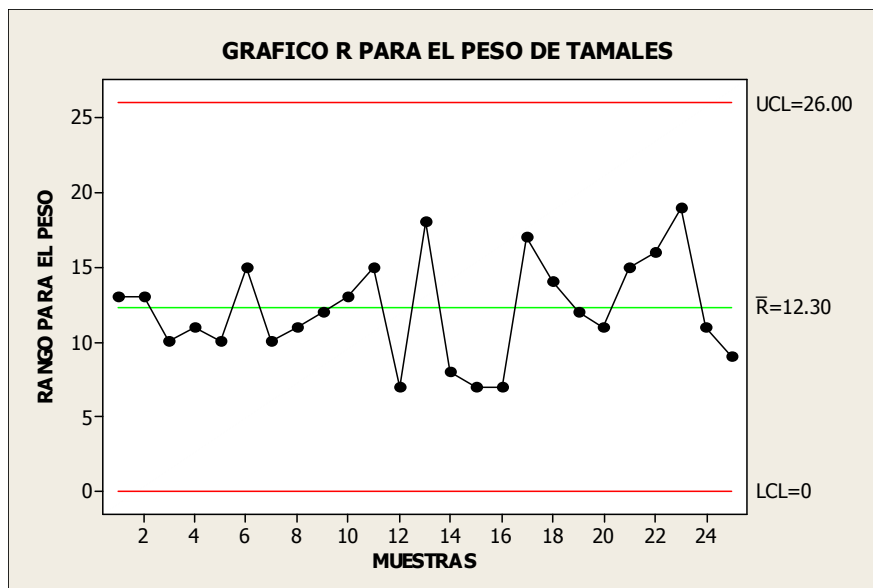


Figura 37. Gráfico R para el peso del tamal.



$$\delta = R/d2 = 12.16 / 2.326 = 5.23$$

$$RCP = \frac{LSE - LIE}{6\delta} = \frac{116 - 104}{6(5.23)} = 0.38$$

$$6\delta = 6(5.23)$$

#### **5.4. Estrategias de seguimiento**

Para el seguimiento de las políticas de mejoramiento continuo de la empresa se usara la estrategia de control visual, que permite a cualquier persona reconocer a simple vista los estándares y la información necesaria, así como los problemas, anormalidades, pérdidas o desviaciones de los estándares.

Ejemplo: un sistema de control visual para prevenir defectos en la línea de cocimiento y empaque de tamal:

- Carteles claros sobre las operaciones manuales.
- Una luz de color rojo colocada sobre una línea que se encienda cuando la línea necesite ayuda.
- Carteles sobre los tamales bien elaborados.
- Carteles sobre los tamales defectuosos.
- Condiciones de operación de la línea

En las reuniones periódicas que se tengan, se deben efectuar sugerencias, que permitan mejorar la política de calidad de la empresa, estos deberán ser evaluados y posteriormente registrados para su implementación.

Los documentos que contengan los registros de la política de calidad deberán controlarse y registrarse.

A continuación se muestra el formato de las actividades para el control de documentos y registros, así como los responsables de revisarlos y aprobarlos.

Figura 38. Despliegue de actividades para el control de documentos y registros.

Despliegue de actividades para el control de documentos y registros		Código: 01 Edición No. 1 Pagina 1 de 1		
FLUJO DE ACTIVIDADES	Documento	Registro	Responsable	
	1. Control de documentos externos.	1	FO-GC-09	Usuario Gestor de calidad
	2. Elaboración, cambios y revisiones de documentos.	2	FO-GC-02	Usuario Gestor de calidad
	3. Identificación y estructuración de documentos	3	NA	Usuario Gestor de calidad
	4. Revisión de documentos	4	FO-GC-02	Asignado Gestor de calidad
	5. Aprobación de documentos	5	FO-GC-02	Asignado
	6. Disposición de documentos	6	FO-GC-01	Usuario Gestor de calidad
	7. Capacitación y/o entrenamiento sobre actividades establecidas en documentos.	7	FO-RH-01	Jefe de proceso
	8. Custodio y preservación de documentos maestros y copias controladas.	8	FO-GC-01	Gestor de calidad Usuario
	9. Control de registros generados por documentos.	9	FO-GC-05 FO-GC-06	Usuario Gestor de calidad
	10. Aplicación de correcciones al sistema de calidad	10	FO-GC-10 FO-GC-11	Gestor de calidad

Dentro de la estrategia de seguimiento se debe utilizar las 5 “S” para la organización del área de trabajo

### **SEIRI (organización)**

Se debe clasificar y seleccionar lo necesario en el área de trabajo, a continuación se describe la organización del área de trabajo:

- Distinguir claramente entre los artículos necesarios e innecesarios
- Separar y eliminar todos los artículos innecesarios
- Identificar, clasificar y seleccionar todos los artículos necesarios .Usar la técnica de la etiqueta roja
- Determinar las medidas a tomar para prevenir la acumulación de artículos innecesarios

### **SEITON (orden)**

Se debe ordenar las cosas, establecer límites, compartir información, y determinar un lugar apropiado para todos los artículos necesarios

- Lograr que cada espacio o lugar sea auto explicativo y autorregulador. utilizar la técnica de carteles.
- Utilizar límites de altura y tamaño para controlar la utilización del espacio
- Determinar la cantidad que va a ser almacenada en un sitio dado.
- Facilitar las cosas de manera que cualquier persona pueda encontrar, utilizar y devolver estos artículos.

### **SEISO (limpieza)**

Se debe pulir los equipos, herramientas y toda el área de trabajo, así como mantener el área de trabajo barrida y limpia, para lograrlo se deben seguir los siguientes lineamientos:

- eliminar el sucio, polvo, aceite, desechos y cualquier material extraño
- la limpieza ayuda a identificar las condiciones normales y anormales
- la limpieza prevé posibles fallas y averías en los equipos y maquinas
- la inversión de esfuerzo personal y de tiempo en limpieza y mantenimiento, valoriza los equipos y nos enorgullece de nuestras áreas de trabajo

### **SEIKETSU (pulcritud)**

Esta etapa nos permite mantener las tres primeras “S” si nos ceñimos estrictamente a:

- compartir la información para no tener que buscar
- estandarizar todo para que las anomalías puedan ser fáciles y e inmediatamente reconocidas

### **SHITSUKE (disciplina)**

Esta etapa debemos seguir estrictamente las reglas:

- Sostener y mejorar las acciones tomadas
- Crear el hábito para ser una organización de 1ra. clase (nadie tira basura por los alrededores, pero todos recogen y limpian)
- Convertir en hábito el cumplimiento de los procedimientos correctos

Esto debe lograrse con programas de capacitación y sensibilización de todos los empleados de la empresa.

### **5.4.1. Hojas de verificación**

Se debe verificar que la organización cumpla con lo establecido en la política de mejoramiento continuo, a continuación se presenta las normas de conducta y aseo del personal dentro de la planta, así como las hojas de verificación.

## **NORMAS DE CONDUCTA Y ASEO DENTRO DE LA PLANTA**

### **Aseo personal**

- Es requerido bañarse diariamente antes de entrar a trabajar.
- Las uñas deben mantenerse limpias y adecuadamente cortadas.
- En el piso de producción no se permite el uso de joyería.
- En caso de haber cortadas o vendajes en las manos deben utilizarse guantes desechables.
- Las enfermedades contagiosas deben reportarse. No debe permitirse a los miembros del personal afectados o padeciendo de lesiones abiertas o heridas infectadas trabajar con productos alimenticios.

### **Uniformes y ropa interior**

- Los uniformes/batas o gabachas deben mantenerse limpios y ordenados.
- Los empleados se deben quitar las batas y el equipo antes de utilizar los baños.
- No se usarán las batas fuera de la planta.
- Las batas usadas en el área de producción se deben quitar, y se deben usar batas limpias en las áreas de productos cocinados.
- No se permiten bolsillos arriba de la cintura.
- El encargado del molino debe utilizar zapatos y anteojos de seguridad.

- Se debe evitar el uso de suéteres (o ropa similar) o cubrirlos con un uniforme.
- Se deben cambiar los uniformes si se ensucian.
- Los pantalones deben meterse dentro de las botas.
- Las botas deben lavarse antes de ingresar al área de procesamiento.

### **Cobertura del cabello**

- El cabello debe estar cubierto; preferiblemente usando redecillas para el cabello.
- Las redecillas para el cabello deben de ser nuevas y sin usar. Cada vez que un empleado se quite la redecilla para el cabello, ésta debe ser descartada.
- Los hombres deben estar rasurados o de lo contrario es necesario el uso de redecillas faciales. Se permiten los bigotes si están recortados y por encima de las esquinas de la boca.
- Las patillas deben estar cubiertas por encima de los lóbulos de las orejas.

### **Lavado de manos**

- Las manos deben ser lavadas siguiendo un procedimiento adecuado para el lavado de las manos.
- Se deben lavar las manos después de:
  - Toser o estornudar
  - Usar el baño
  - Períodos de descanso
  - Manipular contenedores sucios, materiales de desecho
  - Usar el teléfono



- Todo el equipo del personal debe limpiarse al final de cada turno, o más veces de ser necesario.
- Se debe usar jabón antibacterial y solución sanitaria deben ser colocados a la par de los lavabos, y se deben facilitar rollos de toallas desechables limpias.
- Para minimizar el contacto con los gérmenes en las llaves de los grifos, se debe entrenar a los trabajadores a apagar el agua con la toalla después de secarse las manos.
- De haber una puerta en el área de lavado de manos, los empleados deben abrir la puerta con la toalla, luego disponer de la toalla cuando salgan del cuarto.

### **Conducta**

- No es permitido escupir, fumar o masticar tabaco.
- La cadena de los orinales y retretes debe ser jalada después de cada uso.
- Las herramientas o partes para mantenimiento no son permitidas sobre las superficies de contacto con los alimentos.
- Se debe comer y tomar en áreas específicas, separadas del área de procesamiento de alimentos.
- Los vestidores deben mantenerse limpios y ordenados.
- No se permite correr, retozar o montarse sobre el equipo.

**Figura 39. Hoja 1 de auditoría de orden y limpieza.**

PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE MI TIERRA S.A.

Hoja 1 de 2  
 A EXCELENTE  
 1-2  
 B PROBLEMAS  
 3 ó MAS  
 C PROBLEMAS

AUDITORÍA DE ORDEN Y LIMPIEZA

CATEGORIA	ITEM	RANGO DE EVALUACION		
		A	B	D
ORGANIZACIÓN	Esta todo uniformemente publicado en carteleras			
	Se han apartado todos los artículos innecesarios			
	Esta claro porque los artículos no autorizados se encuentran allí			
	Están los pasillos y áreas de trabajo bien definidos			
	Están las jvas de tamales precocidos identificados			
ORDEN	Están identificados los contenedores de materias primas			
	Esta todo en su lugar			
	Se guarda todo después de que se utiliza			
	Están las áreas de trabajo ordenadas			
	Esta todo sujeto y asegurado en su lugar			
	Están ordenados los anaqueles, mesas e implementos de limpieza			

**Figura 40. Hoja 2 de auditoría de orden y limpieza.**

PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE MI TIERRA S.A.

Hoja 2 de 2  
 A EXCELENTE  
 1-2  
 B PROBLEMAS  
 3 O MAS  
 C PROBLEMAS

AUDITORIA DE ORDEN Y LIMPIEZA

CATEGORIA	ITEM	RANGO DE EVALUACION		
		A	B	D
LIMPIEZA	Esta la ropa limpia y pulcra			
	Son adecuados los extractores y la ventilación			
	Están limpias las áreas de trabajo			
	Se mantiene limpio el molino de maíz, herramientas fijas, los desagües			
	Están limpias y en perfectas condiciones las líneas de cocimiento y ensamble del tamal			
PULCRITUD	Esta el área libre de desperdicios y polvo			
	Se ha limpiado toda la maquinaria y equipo			
	Se ha limpiado el piso			
	Se han asignado las responsabilidades de limpieza			
	Están los basureros vacíos			
DISCIPLINA	Están todos los vestidos de acuerdo a las normas			
	Se guardan los enceres personales			
	Evitan comer y beber en el área de trabajo			
	Evitan todas las conversaciones privadas durante las horas de trabajo			

TOTALES

--	--	--

### 5.4.2. Diagramas de Pareto

Para implementar un programa de acción correctiva y preventiva, se utilizara el principio de análisis de Pareto, esto con el objetivo de resolver los problemas más importantes que afectan la calidad del tamal, y con ello resolver los problemas mediante el análisis de causa y efecto como lo es el diagrama de Ishikawa.

Procedimiento para la aplicación del principio de Pareto:

1. Participar con todo el grupo de trabajo en la selección del problema más importante a resolver o mejorar.
2. Escribir en una lista las causas que contribuyen al problema.
3. Ordenar dichas causas en base a su contribución, de mayor a menor.
4. Asigna el 100% al total del efecto y causa en porcentaje individual y acumulado de cada causa.
5. Representar en forma gráfica los valores de la tabla.
6. Sobre la misma gráfica, dibuja el polígono de frecuencias acumuladas.
7. Identificar las gráficas con el nombre del problema o defecto que se está analizando.

Se recomienda que se planifique una reunión quincenal con el fin de registrar y evaluar los problemas, es por ello que se debe llevar un registro de las reuniones que se han de realizar. Este registro de las reuniones debe registrarse los problemas, las acciones correctivas y el resultado de la evaluación de registros previos, es por ello se realizo el siguiente formato para llevar el control de registros de acciones preventivas y correctivas.

Figura 41. Hoja de registro de acciones correctivas y preventivas.

Registro de accion correctiva o preventiva		Código:	RCP 01
		Versión:	14-09-06
<b>No.</b>			
Línea o Área de trabajo:	Dueño del proceso:		Fecha: 29/10/06
Descripción de NO Conformidad o Hallazgo: Resolver presencia de polvo y suciedad en el empaque del producto.			
Análisis de Causas: Metodo Utilizado			
a) Tormenta de Ideas	b) Pareto de Fenomenos (PF) - Diagrama Causa-Efecto (DCE) - Pareto de Causas (PC)		
PF #:	DCE#:	PC#:	
Causa(s) determinadas	Acción a ejecutar	De:	a: Responsable
Metodo de Evaluación	Indicador		Período de Evaluación:
<b>Aprobaciones de actividades a ejecutar:</b>			
Dueño del proceso:		Auditor interno responsable:	
Nombre y firma		Nom. y firma	Fecha Aprobacion:
<b>ESTE LADO SOLO LLENAR CUANDO LA ACTIVIDAD SE HA EJECUTADO</b>			
Fecha Inicio:	Fecha Finalización:	Recursos utilizados y Personal Invoucrado No contemplados	
Resultado: a) Satisfactorio b) No satisfactorio			
Periodo Evaluado:			
Observación:			
Conclusion:			
Recomendaciones:			
<b>Aprobaciones de cierre de actividades ejecutadas:</b>			
Responsable de Ejecución		Auditor interno responsable:	
Nombre	Firma	Nombre	Firma
			Fecha de cierre

Dentro del programa de mejora continua debe permitirse que los empleados aporten sugerencias para el mejoramiento continuo, es por ello que se diseño el siguiente formato de sugerencias.

Figura 42. Hoja de Sugerencias.

**PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE MI TIERRA, S.A.**  
***PROGRAMA DE SUGERENCIAS (TPM)***

ORIGINADOR:  
 SUPERVISOR:

AREA:  
 FECHA:

**SITUACION ACTUAL:**

---



---

**PROBLEMA O ASPECTO A MEJORAR**

---

**SUGERENCIA:**

---



---

STATUS	RESPONSABLE	FECHA

## CONCLUSIONES

1. La eficiencia y rendimiento en el área de producción se encontraban en parámetros regulares, se lograron desarrollar programas de trabajo para aumentar la productividad, utilizando los tiempos de operación.
2. El tiempo estándar para la línea de producción de tamales, si se realizan los cambios es de 70.8 seg / unidad. En el área de molienda se debe agregar una extensión de 2.5 metros de la llave de agua, para evitar que el operario realice un traslado innecesario.
3. En el área preparación de hoja se eliminó la inspección de la aplicación de desinfectante, operación que puede realizarse al momento de tomar el polipel con una mano y la hoja de tamal con la otra, antes de colocarlo en la bandeja, luego en el área de envoltura de tamal se eliminan los movimientos improductivos de ambas manos permitiendo una disminución de 28 segundos.
4. Se realizaron los análisis del diseño de las estaciones de trabajo, con lo cual se debe de señalar cada estación de trabajo; además, se propuso un método para las operaciones de preparación de hoja y de envoltura de tamal en hoja, que permite un ahorro de tiempo de 28 segundos, y debido a que estos procesos son claves en la producción de tamales, su incidencia se ve reflejado en la eficiencia del proceso aumentando la productividad en un 8.15 %.

5. Se determinaron las necesidades de tiempo de operación para cada área de la elaboración de tamales, para poder saber con exactitud el tiempo efectivo laboral del operario.
6. Se deben eliminar los puntos de cruce en el recorrido del grano de maíz al área de cocimiento; además, se debe realizar un traslado del área de maíz precocido a 3 metros del área de molienda, disminuyendo el tiempo de transporte y al mismo tiempo evitar los cruces que se hacen en el traslado de los granos al área de molienda.
7. Se determinó la forma de calcular y establecer los formatos de presentación de la productividad teórica, estándar y real de las líneas de producción de tamales.



## RECOMENDACIONES

1. Realizar controles que verifiquen, los tiempos de operación establecidos para la línea de producción.
2. Hacer efectivo los cambios en el diseño del recorrido de los anaqueles con la mezcla de masa, para que el operario pueda reducir tiempo operativo y poder realizar otras labores en diferentes áreas donde se necesite.
3. Que se implementen los análisis del diseño en los puestos de trabajo.
4. Dar seguimiento a los tiempos estándar establecidos en el estudio, para hacer más eficiente los procesos de producción.
5. Verificar en forma periódica sí se está cumpliendo con los programas de trabajo que se diseñaron para una mejor organización.
6. Darle mantenimiento periódico al molino de maíz, para un mejor funcionamiento, y así evitar problemas para el proceso de producción.
7. Implementar el programa de mejora continua propuesto para optimizar sus procesos y hacer un uso más eficiente de los recursos con que dispone, con el fin de suplir alimentos salubres, inocuos y de calidad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. NIEBEL, FREIVALDS. Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos. México, Alfa omega 2004.
2. TEPEU QUIYUCH, JUAN R. El Estudio de Tiempos y Movimientos En la Industria Nacional de Camisas. En La Ciudad de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas, Tesis 1999.
3. MENDEZ SANTOS, HUGO TEODORO. Manual Teórico Práctico Para El Laboratorio de Ingeniería de Métodos. Facultad de Ingeniería, Tesis 1995.
4. KRICK, EDWARD V. Ingeniería de Métodos. México, Editorial Limusa, 1997.
5. P.E. WALTER W. ERWIN. Estudio de Tiempos y Movimientos para la Industria de La Aguja. Columbia, South Carolina. Editorial La Bobina, Industrial Engineering Services, 1982.
6. MUNDEL, MARVIN E. Estudio de Tiempos y Movimientos. Editorial Continental, S.A. de CV. México Primera Edición 1984.
7. MEREDITH, JACK R. Administración de Operaciones. Editorial Limusa, 1999.