

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

**ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
PROCESO, EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ACEITE  
VEGETAL (900 mL), EN OLMECA, S.A., APLICANDO EL  
ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

**Rodolfo Eduardo Monzón Oxom**

Asesorado por el Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, septiembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
PROCESO, EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ACEITE  
VEGETAL (900 mL), EN OLMECA, S.A., APLICANDO EL  
ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**RODOLFO EDUARDO MONZÓN OXOM**

ASESORADO POR EL ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Karla Lizeth Martínez Vargas
EXAMINADOR	Ing. Hélen Rocío Ramírez Lucas
EXAMINADOR	Ing. Gladys Lorraine Carles Zamarripa
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne 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 PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
PROCESO, EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ACEITE  
VEGETAL (900 mL), EN OLMECA, S.A., APLICANDO EL  
ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS,**

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 28 de noviembre de 2007.



**RODOLFO EDUARDO MONZÓN OXOM**

Guatemala 27 agosto 2008

Ingeniero  
Francisco Gómez  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Respetable Ingeniero Gómez:

Cordialmente me dirijo a usted para informarle que he revisado el informe final de trabajo de graduación titulado: **“ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ACEITE VEGETAL (900 ML) EN OLMECA, S.A. APLICANDO EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS”**. Desarrollado por el estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial: Rodolfo Eduardo Monzón Oxom, que se identifica con número de carné: 2003-12497

Por lo tanto, considero que el informe final de trabajo de graduación cumple con los requisitos para su aprobación.

Atentamente,

  
Renado Giron Alvarado  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 5977  
Ing. Renado Giron Alvarado  
Colegiado 5977  
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ACEITE VEGETAL (900 mL) EN OLMECA, S.A. APLICANDO EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**, sentado por el estudiante universitario **Rodolfo Eduardo Monzón Oxom**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Una firma manuscrita en tinta negra que parece decir 'Frisley Mendizabal'.

Ing. Frisley Mendizabal  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 6905

Ing. Frisley William Mendizabal Tánchez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2008.

/mgp


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO, EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ACEITE VEGETAL (900mL), EN OLMECA, S.A., APLICANDO EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**, presentado por el estudiante universitario **Rodolfo Eduardo Monzón Oxom**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2008.

/mgp

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas que de manera especial colaboraron en la realización del trabajo de graduación, en particular a:

Ing. Ronal Adolfo Herrera Orozco

Ing. Mario Figueroa

Ing. Renaldo Girón Alvarado

Personal de la línea de envasado, plásticos y todo el personal de Olmeca, S.A.



## **DEDICATORIA A:**

- DIOS** Todopoderoso, por iluminarme y darme la vida.
- MIS ABUELOS** Rodolfo Monzón<sup>+</sup>, Estela Muñoz<sup>+</sup>, Eduardo Oxom y Olga López, por aconsejarme y guiarme en el camino del bien.
- MIS PADRES** Germán Rodolfo Monzón Muñoz y Olga Anabella Oxom López, por darme la vida, haber formado la persona que soy, y enseñarme día a día a seguir adelante con pasos firmes.
- MIS HERMANAS** Heidy Karina y Claudia Anabella, con mucho cariño.
- MI TÍA** Laura Waleska Oxom, gracias por quererme como a un hijo.
- MI NOVIA** Karla Gabriela Palacios Ruiz, por su apoyo, amor, comprensión y creer en mi capacidad.
- MI CUÑADO** Carlos Alberto Acosta, por alentarme y aconsejarme en los buenos y malos momentos
- FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** Por darme la oportunidad de realizar una de las metas de mi vida y formarme como un profesional de éxito.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	IX
<b>ECUACIONES</b>	XI
<b>GLOSARIO</b>	XIII
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	XVII
<b>OBJETIVOS</b>	XIX
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XXI
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b>	1
1.1 OLMECA, S.A.	1
1.1.1 Historia	1
1.1.2 Ubicación	3
1.1.3 Proyecciones	3
1.1.4 Visión	4
1.1.5 Misión	4
1.1.6 Política de la empresa	4
1.1.7 Estructura organizacional de la empresa	5
1.1.8 Descripción de los procesos	6
1.1.8.1 Aceite de palma africana	6
1.1.9 Productos que elabora	10
1.2 Ingeniería de métodos	11
1.3 Métodos gráficos	13
1.3.1 Diagrama de flujo de proceso	13
1.3.2 Diagrama de operaciones	13

1.3.3 Diagrama de recorrido	14
1.3.4 Simbología	15
1.3.4.1 Operación	15
1.3.4.2 Transporte	16
1.3.4.3 Inspección	16
1.3.4.4 Demora	16
1.3.4.5 Almacenaje	16
1.3.4.6 Operaciones combinadas	17
1.4 Estudio de movimientos	17
1.4.1 Objetivo del estudio de tiempos y movimientos	18
1.4.2 Principio del estudio de tiempos y movimientos	19
1.4.3 Movimientos fundamentales	20
1.4.4 Divisiones básicas del trabajo (Therblings)	21
1.4.5 Diagrama bimanual y SIMO	32
1.4.5.1 Guías para construir diagrama bimanual	35
1.5 Diagrama hombre-máquina	36
1.5.1 Definición	36
1.5.2 Objetivos	37
1.5.3 Pasos para su realización	37
1.5.4 Construcción del diagrama	37
1.5.5 Diagrama de interrelaciones hombre-máquina	39
1.5.6 Tiempo de operación	39
1.5.6.1 Tiempo de ciclo	40
1.5.6.2 Tiempo muerto	40
1.5.6.3 Tiempo de ocio	41
1.5.7 Costo de operación	41
1.6 Calificación del rendimiento	41
1.7 Método de calificación	42
1.7.1 Sistema Westinghouse	43

<b>2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b>	<b>47</b>
2.1 Envasadora de 900 mililitros	47
2.1.1 Tiempos cronometrados en línea de envasado	48
2.1.2 Diagrama de flujo	49
2.1.3 Diagrama de operaciones	52
2.1.4 Diagrama de recorrido	54
2.1.5 Cálculo de eficiencias	55
2.2 Infladora de botellas de plástico de 900 mililitros	57
2.2.1 Diagrama hombre-máquina	57
2.2.1.1 Productividad	62
2.2.1.2 Tiempo de producción por unidad	62
2.2.1.3 Producción mensual	62
2.2.2 Diagrama bimanual	63
<b>3. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO</b>	<b>67</b>
3.1 Infladora de botellas de plástico de 900 mililitros	67
3.1.1 Equipo alternativo	68
3.1.2 Variador de frecuencia	68
3.1.2.1 Especificaciones técnicas	68
3.1.3 Motoreductor	69
3.1.3.1 Especificaciones técnicas	69
3.1.4 Análisis financiero	70
3.2 Envasadora de 900 mililitros	73
3.2.1 Análisis de operaciones	75
3.2.2 Objetivos de la operaciones	76
3.2.3 Distribución del área de trabajo	77
3.2.4 Mejoras propuesta	78

<b>4. IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA ALTERNA</b>	<b>79</b>
4.1 Envasadora de 900 mililitros	79
4.1.1 Tiempos cronometrados y estandarizados	81
4.1.2 Diagrama de flujo mejorado	83
4.1.3 Diagrama de operaciones mejorado	86
4.1.4 Cálculo de eficiencias mejorado	88
4.2 Infladora de botellas de plástico de 900 mililitros	90
4.2.1 Diagrama bimanual mejorado	91
4.2.2 Diagrama hombre-máquina mejorado	94
4.2.2.1 Productividad	98
4.2.2.2 Tiempo de producción por unidad	98
4.2.2.3 Producción mensual	98
4.3 Análisis de tiempo	99
4.3.1 Factor de nivelación de Westinghouse	100
4.3.1.1 Cualidades del operador	100
4.3.1.2 Tiempo normal	100
4.3.2 Tolerancia y suplementos	101
4.3.3 Tiempo estándar	101
4.3.4 Tiempo de jornada efectiva	102
4.3.5 Número de unidades por día	102
4.3.6 Pago del operador por día	103
<b>5. SEGUIMIENTO</b>	<b>105</b>
5.1 Ganancia bruta por año	105
5.2 Incremento en ventas promedio	106
5.3 Costo de producción promedio	106
5.4 Ganancia bruta promedio	106
5.5 Recuperación de inversión	106
5.5.1 Rendimiento sobre ventas	107

5.5.2 Rendimiento sobre inversión	107
5.5.3 Determinación de flujo de efectivo	107
5.6 Diagramas de flujo del proyecto	107
5.7 Herramientas de decisión económica	111
5.7.1 Payback	111
5.7.2 Valor presente neto	111
5.7.3 Tasa interna de retorno	112
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>115</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>117</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>119</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>123</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Tabla de simbología de Therbligs	31
2	Variador de frecuencia	69
3	Motoreductor de velocidad variable	70
4	Aceite vegetal en presentación de 900 mL	74
5	Redistribución de infladora y envasadora	124

### TABLAS

I	Clasificación de las acciones durante un proceso	15
II	Simbología para realización de diagramas	33
III	Destreza o habilidad	44
IV	Esfuerzo o empeño	45
V	Condiciones de trabajo	46
VI	Consistencia del operario	46
VII	Tiempos cronometrados en línea de producción método actual	48
VIII	Recursos obtenidos método actual	61
IX	Recursos invertidos método actual	61
X	Proyección a cinco años de la inversión inicial	72
XI	Proyecciones de ventas y costo de producción a cinco años	73
XII	Tiempos cronometrados en línea de producción método mejorado	81
XIII	Tiempos estándar en línea de producción método mejorado	82
XIV	Recursos obtenidos método mejorado	97



XV	Recursos invertidos método mejorado	97
XVI	Determinación de tiempos de producción	99
XVII	Análisis de las cualidades del operador	100
XVIII	Evaluación de los factores en los puestos de trabajo	101
XIX	Ganancia bruta	105
XX	Evaluación de tasa interna de retorno	113

## LISTA DE SÍMBOLOS

a	Valor 1 evaluado
A	Renta uniforme en el tiempo
b	Monto en valor 1
BPT	Bodega de producto terminado
C	Valor a interpolar
d	Monto en valor buscado
DFP	Diagrama de flujo del proceso
DOP	Diagrama de operaciones del proceso
DRP	Diagrama de recorrido del proceso
e	Valor 2 evaluado
f	Monto en valor 2
F	Valor monetario en el futuro
FN	Factor de nivelación de Westinghouse
i	Tasa de interés deseada
n	Número de años económicos
P	Valor monetario en el presente
TC	Tiempo cronometrado
TN	Tiempo normal
TS	Tiempo estándar
TIR	Tasa interna de retorno
VPN	Valor presente neto
X	Incremento en ventas promedio
Y	Costo de producción promedio
Z	Ganancia bruta promedio



## ECUACIONES

1	Tiempo efectivo de trabajo	61
2	Productividad	62
3	Tiempo por unidad	62
4	Unidades por hora	62
5	Producción mensual	62
6	Tiempo normal	80
7	Tiempo estándar	80
8	Tiempo jornada efectiva	102
9	Número de unidades por día	102
10	Costo de mano de obra	103
11	Ganancia bruta	105
12	Incremento en ventas promedio	106
13	Costo de producción promedio	106
14	Ganancia bruta promedio	106
15	Rendimiento sobre ventas	107
16	Rendimiento sobre inversión	107
17	Flujo de efectivo	107
18	Valor presente dado futuro	108
19	Valor presente dado renta uniforme	108
20	Payback	111
21	Valor presente neto	111
22	Tasa interna retorno	112
23	Interpolación	113



## GLOSARIO

<b>Consistencia del operador</b>	Es uno de los cuatro factores de Westinghouse que influyen en la calificación de la actuación del operador, evaluada como: aceptable, normal, buena, excelente y perfecta.
<b>Eficiencia de línea</b>	Es la relación entre los recursos óptimamente empleados y los recursos disponibles en una línea de producción, como: maquinaria, operarios, herramientas, planificación y productos empleados.
<b>Esfuerzo</b>	También llamado empeño y se define como una demostración de la voluntad del operario para trabajar con eficiencia
<b>Destreza</b>	Es la habilidad de un operario determinada por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo
<b>Motoreductor</b>	Dispositivo mecánico que posee la peculiaridad de variar la potencia con la que desarrolla un trabajo de eje propiciando la variación de velocidad en bandas transportadoras o tornillos sin fin.

<b>Payback</b>	Este método calcula el número de años necesarios para recuperar la inversión inicial, su interés radica en el tiempo de su recuperación, por lo tanto su criterio de decisión se basa en elegir el proyecto que recupere la inversión en menor tiempo.
<b>Pet</b>	El Pet es un polímero denominado: ter-eftalato de polinivilo que se utiliza para elaborar artículos de plásticos diversos, como: botellas, recipientes, entre otros. Además es fundente a bajas temperaturas.
<b>Potenciómetro</b>	Equipo electrónico que modifica la salida del factor de frecuencia a partir de un valor determinado de potencia que oscila en el tiempo, expresada en hertz, y opera en conjunto con dispositivos mecánicos o mecatrónicos.
<b>Productividad</b>	Es la razón entre los recursos obtenidos y los recursos invertidos. Mientras la razón sea cercana a 1, el proceso opera de manera ideal.
<b>Rendimiento de línea</b>	Es la mayor cantidad de trabajo efectivo que se puede obtener de una línea de producción, durante una operación estable.

## RESUMEN

Se llevó a cabo el análisis de operaciones para el mejoramiento del proceso en la línea de producción de aceite vegetal, en presentación de 900 mililitros, realizando una serie de pasos para optimizar los recursos disponibles (maquinaria, recurso humano e insumos), con la finalidad de aumentar la eficiencia en la línea de envasado y reducir tiempos de producción.

Para mejorar la operabilidad se propuso una mejora en el departamento de envases, la cual consiste en la implementación de un sistema de calentamiento e inflado por presión de aire, operado por un motoreductor y variador automatizado que permite aumentar el ritmo de producción, reduciendo el tiempo de ocio del operario y mejorando el tiempo de ciclo. Lo cual se refleja en el aumento de la productividad del departamento de envases en 12.62% y un aumento en el volumen productivo de 33.68%.

El aumento en el ritmo de producción de envases, permite reducir los tiempos de operación en la envasadora en un 22.64% aumentando la eficiencia en 46.99%, empleando como referencia el factor de nivelación de Westinghouse, considerando la destreza, el esfuerzo, las condiciones de trabajo y la consistencia del operador en cada una de las estaciones de trabajo.



La implementación de la nueva metodología representa una inversión significativa para OLMECA, S. A., justificada con el aumento de la demanda en el mercado nacional e internacional (6% anual) durante los cinco años de la duración del proyecto. Además, la tasa interna de retorno es de (84.22 %), generando un valor presente neto positivo, lo cual representa la viabilidad del proyecto. Recuperando la inversión en un período de 1 año y 4 meses.

## JUSTIFICACIÓN

La finalidad de realizar el estudio de tiempos y movimientos, mediante el análisis de operaciones es aumentar la productividad del departamento de inflado y envasado, tomando como medida de mitigación la disminución del tiempo de ocio del operario y optimizando los tiempos y las operaciones en la línea de envasado.

El impacto industrial que generará la mejora de los tiempos de operación, es la estandarización del mismo, aumentado el ritmo de producción que permitirá: realizar entregas de productos a tiempo, aumentar los ingresos reflejados en ventas y mejorar la eficiencia en la línea de producción.

Con la propuesta de una metodología alterna se aumentará el volumen productivo por unidad de tiempo en el inflado de botellas de plástico en presentación de 900 mL, optimizando los recursos empleados en la elaboración de botellas plásticas: materia prima, mano de obra, gastos de instalación y operación para la calentadora e infladora. Lo cual aumentará el ritmo de producción, ya que la demanda de botellas de 900 mL en la envasadora es una variable crítica del proceso, básicamente es el cuello de botella.

La inversión del nuevo equipo se justificará con la evaluación de factores económicos que determinarán la rentabilidad de la metodología alterna, mediante flujos de efectivo, valor presente neto, retorno de la inversión, entre otros.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Analizar las operaciones de inflado y envasado para mejorar el proceso en la línea de producción de aceite vegetal, con el propósito de minimizar costos y los tiempos productivos.

### **Específicos**

1. Mejorar las estaciones de trabajo a través de un estudio detallado de tiempos y movimientos.
2. Utilizar el factor de nivelación de Westinghouse para determinar el tiempo estándar, la jornada efectiva y la producción diaria.
3. Determinar las áreas críticas, en las cuales el proceso se hace ineficiente, mediante el análisis de operaciones y estaciones de trabajo utilizando el diagrama hombre-máquina, diagrama de flujo y operaciones.
4. Establecer el tiempo estándar que deben de tener los operarios en las estaciones de trabajo considerando sus cualidades humanas.
5. Establecer las causas asignables de error en la operación de inflado de botellas de plástico de 900 mL.

6. Proponer métodos de mejora para las operaciones de envasado de aceite vegetal en la línea de producción
  
7. Evaluar económicamente las mejoras propuestas determinando su rentabilidad en un período de 5 años en base a herramientas de decisión económica.

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de graduación está orientado al mejoramiento del proceso en la línea de producción de aceite vegetal, en presentación de 900 mililitros en OLMECA, S.A., mediante el análisis de operaciones en la infladora de botellas de plástico y la envasadora.

OLMECA es una empresa guatemalteca que elabora aceites y grasas comestibles, a partir de aceite de palma africana y aceite de soya. El proceso de preparación de las materias primas para el envasado de aceite, margarina, manteca y bases para chocolate; se realiza a partir de la refinación física o química de aceite vegetal previo a su blanqueo y desodorización.

Además, es una empresa comprometida con la calidad de sus productos y la protección del medio ambiente, por lo que los procesos de producción se realizan con equipos automatizados en línea, realizando el manejo optimizado de recursos hasta la línea de envasado y su almacenaje.

El mejoramiento del proceso conlleva al aumento de productividad, la estandarización de tiempos, la evaluación del rendimiento de los operarios mediante el análisis de tiempos, el factor de nivelación de Westinghouse, determinación de la jornada efectiva, el número de unidades producidas y el costo de mano de obra por día, respecto a parámetros actuales.

La metodología alterna propuesta en la infladota de botellas de plástico tiene como finalidad reducir el tiempo de ocio del operador implementando un motor de velocidad variable mediante un motoreductor y variador de frecuencia que acorte el tiempo de calentamiento de los cartuchos de plástico que posteriormente se inflan por un sistema neumático de inyección de aire.

En la línea de envasado se reducirán los tiempos de producción mediante el análisis de diagramas de flujo y operaciones aplicando el cálculo de eficiencia, reduciendo demoras, tiempos de transporte y operaciones.

El seguimiento de la inversión para la metodología alterna en un período de 5 años se realizará por indicadores financieros que se reflejarán en: período de retorno de la inversión, incremento en ventas, rendimiento de la inversión y flujo de efectivo

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

En este capítulo se presentan las características de la empresa en la cual se desarrollo el presente trabajo. Además, los fundamentos teóricos empleados para la estandarización e implementación de la nueva metodología propuesta.

## **1.1 OLMECA, S.A.**

OLMECA, empresa guatemalteca comprometida con la calidad de sus productos y servicios a nivel nacional e internacional, a través de la implementación tecnológica de sus procesos, planea el mejoramiento en la línea de envasado de aceite vegetal en presentación de 900 mL, optimizando los recursos (mano de obra e insumos), desde la fabricación de las botellas de Pet hasta su embalaje en bodega.

### **1.1.1 Historia**

OLMECA es una empresa de renombre internacional, debido a que constante se encuentra mejorando sus métodos de elaboración de productos terminados, para el consumo diario, dentro de los diversos hogares en la república de Guatemala, o a nivel industrial, donde sus mercados se extienden mas allá de las fronteras nacionales. Se fundó aproximadamente alrededor del año 1975, en la planta instalada en la Gomera, Escuintla.



Es una empresa totalmente guatemalteca, ya que todas las materias primas para elaborar aceites y grasas comestibles se obtienen de diversos puntos o regiones del país, como lo son: San Marcos, Quetzaltenango, Escuintla y El Petén. Además, es una fuente de trabajo permanente para las regiones en las cuales se da la plantación y procesamiento de la palma africana.

Entre los propósitos de la empresa esta, buscar nichos de mercado en los cuales pueda incursionar con una gama de productos, derivados de materias orgánicas, como lo son el Aceite de Palma Africana, Aceite de Palmiste y el Aceite de Soya, de los cuales se pueden obtener un sin fin de productos provenientes del los aceites vegetales y grasas naturales.

El énfasis de planificar la producción de los productos de consumo local o de exportación, es el control de calidad de las materias primas utilizadas en los procesos de manufactura, a lo que se refiere el envasado de los diversos tipos de aceites, margarinas o mantecas.

Además, es una empresa que protege el medio ambiente, ya que todos los residuos derivados de la refinación o preparación de las grasas vegetales, son utilizados para otro tipo de industria, usualmente la jabonera. Este proceso de obtención de materia prima para la fabricación del jabón, se origina por medio de las grasas libres que se generan en los procesos físicos de preparación de la palma, los cuales se saponifica, por un medio alcalino o ácido.

### **1.1.2 Ubicación**

Olmecca, S.A. actualmente cuenta con una serie de plantas de extracción de aceite de palma africana, distribuidas por el territorio nacional, principalmente en climas tropicales, los departamentos donde las extractoras se ubican son: Escuintla, Quetzaltenango, San Marcos, Izabal y Petén.

La planta de producción donde se lleva a cabo el proceso de refinación, blanqueo y desodorizado del aceite de palma africana, el aceite de palmiste y el aceite de soya, las diversas líneas de envasado y la bodega de despachos se encuentra ubicada en el Km. 16.5 carretera a El Salvador, Fraijanes, Guatemala, Centro América.

### **1.1.3 Proyecciones**

El deseo de expansión y la capacidad instalada de la empresa, siempre se ha realizado en visión futurista y con deseo de lograr comercializar sus productos a nivel internacional. Sus instalaciones fueron creciendo paulatinamente, con la primera planta en la Gomera, Escuintla con extensión en Tiquisate; la segunda en Fraijanes, Guatemala; la tercera en Finca San Juan, San Marcos, y la cuarta en Sayaxche, El Petén.

Un reto importante para OLMECCA es la implementación del TLC, donde podrá alcanzar nuevos mercados internacionales, entre los cuales, el de mayor importancia, Estados Unidos, y terminar de dominar la totalidad de la región centroamericana. Aunque en la actualidad, se exporta gran cantidad de aceite y grasas comestibles a El Salvador, Honduras, Costa Rica, Belice y México.

#### **1.1.4 Visión**

Ser una empresa eficiente a nivel mundial y aprovechar dichas eficiencias, para lograr posiciones importantes en los mercados o nichos de mercado en que definamos participar con nuestros productos derivados de aceite y grasas comestibles.

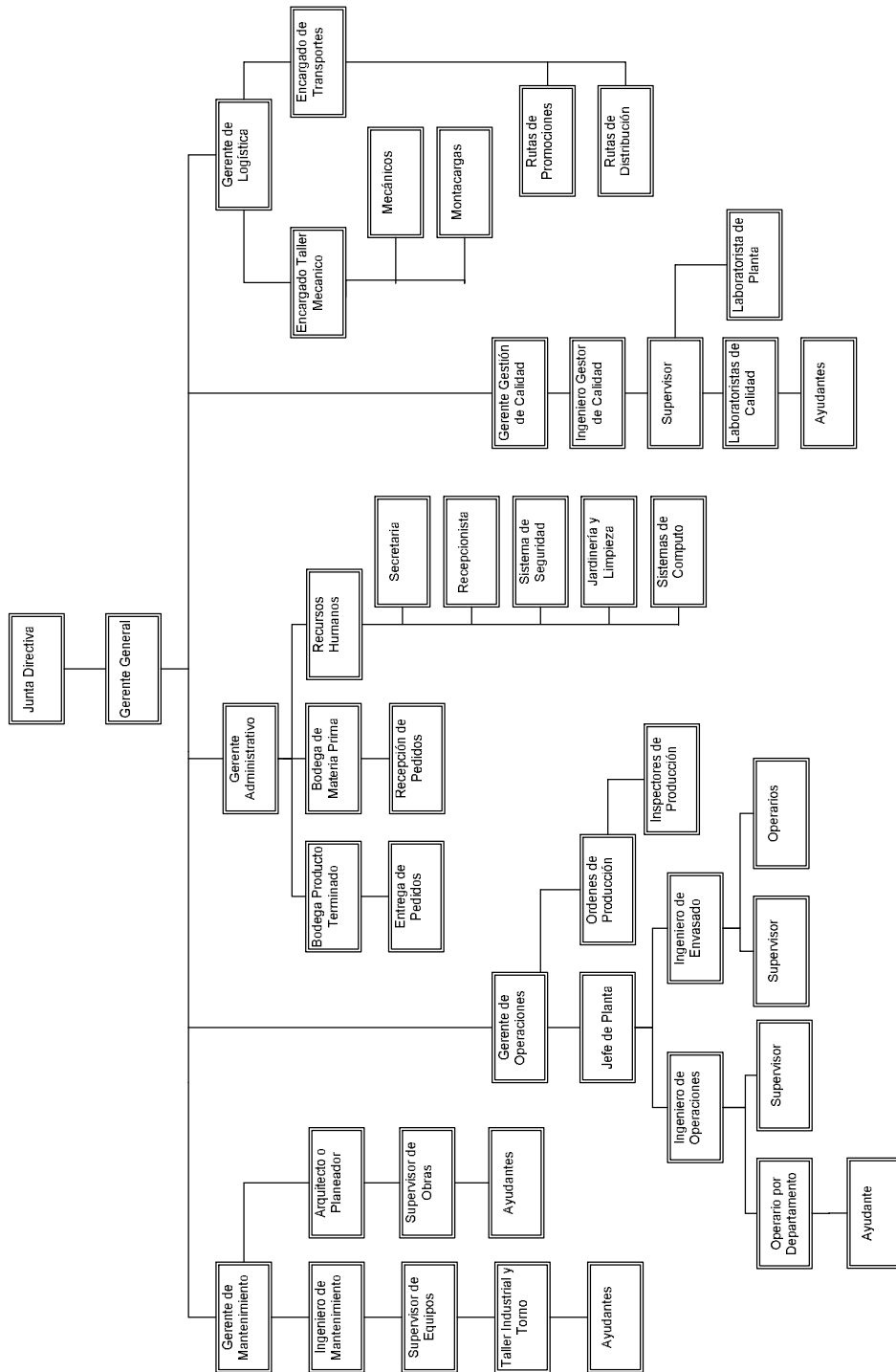
#### **1.1.5 Misión**

Emplear las herramientas y procesos altamente eficientes implementando tecnología que permita satisfacer las necesidades del mercado de aceites y grasas comestibles.

#### **1.1.6 Política de la empresa**

Ofrecer constantemente productos derivados de aceites y grasas comestibles que satisfagan las necesidades presentes y futuras de nuestros clientes, por medio del desarrollo y mejoramiento continuo de nuestros procesos productivos y servicios.

## 1.1.7 Estructura organizacional de la empresa



### **1.1.8 Descripción de los procesos**

A continuación se describe detalladamente el proceso de elaboración del aceite de palma africana.

#### **1.1.8.1 Aceite de palma africana**

Aceite de palma, grasa vegetal que se obtiene a partir de los frutos y las semillas de la palma de Guinea o palma de aceite.

Esta palmera, *Elaeis guineensis*, pertenece a la familia Palmáceas. Es una planta de hasta 20 m de altura cuyo tronco termina en una corona de hojas pinnadas. Su área de distribución natural es la zona tropical del oeste de África, pero se ha aclimatado en la región suroccidente de Guatemala con condiciones físicas similares. Precisa suelos fértiles y estaciones lluviosas que produzcan inundaciones. La importancia económica radica en sus frutos. Son drupas en las que, tanto el pericarpio del fruto, como la semilla, son oleaginosos.

El aceite de palma clásico se obtiene por la decantación del pericarpio hervido en agua, aunque hay métodos industriales que facilitan la obtención del aceite también de la semilla. Es un aceite muy parecido al de coco. Su punto de fusión elevado indica un contenido alto de ácidos grasos saturados.

A nivel industrial se efectúa un fraccionamiento físico del aceite de palma blanqueado y desodorizado (palma RBD), del que obtiene dos fracciones, de las cuales, a temperatura ambiente, una es líquida (la oleína) y otra es sólida (la estearina), la primera se produce en proporción más abundante que la segunda. La oleína es el ester del ácido oleico (trioleato de glicerina), mientras que la estearina es el ester del ácido esteárico (triestearato de glicerina).

El aceite que se obtiene de la palma africana, tiene básicamente cuatro ácidos grasos. Dos de ellos son insaturados (ácidos oleicos y linoleico), constituyen el 49% del aceite y son líquidos a temperatura ambiente. Los otros dos, palmítico y esteárico, son ácidos grasos saturados y sólidos a temperatura ambiente, constituyendo el 51%, siendo el ácido palmítico el principal. A partir del ácido esteárico y una mezcla de los otros ácidos grasos, se puede empezar a pensar en obtener directamente una base para margarina, sin tener que pasar por transformaciones químicas.

- **Refinación física**

La refinación física es el último proceso efectuado a la margarina antes de entrar al área de terminado y envasado. La refinación física consta de dos procesos de transferencia de masa que son el blanqueo, el cual es un proceso de adsorción por medio de tierra de blanqueo y la desodorización, que es un proceso de destilación por medio de vapor de arrastre.

- **Blanqueo**

El blanqueo consiste en remover la mayoría de la materia colorante, así como gomas y otras impurezas que hay en el aceite. Las gomas se acondicionan mezclándolas con una solución de ácido cítrico. Algunas materias colorantes, gomas hidratadas e impurezas se remueven mezclando el aceite con la adecuada calidad y cantidad de tierra de blanqueo (cuya función y origen se describe más adelante), bajo condiciones de vacío o ambiente y a una temperatura mínima de 95 °C. La tierra se separa del aceite por filtración en un filtro de hojas hermético, a través de cuyas hojas el aceite es filtrado, hacia adentro de ellas, y en la parte externa, queda atrapada la tierra de blanqueo que se empleó, formando un pastel o torta. Luego el aceite se filtra nuevamente en un filtro de seguridad para remover cualquier traza de tierra que pudiera pasar accidentalmente por el filtro principal.

El proceso también tiene una sección para recuperar la mayor parte de aceite remanente en el pastel o torta de tierra. La operación se realiza inyectando vapor soplador a través de la torta del filtro. El aceite recuperado y el agua condensada se almacenan en un tanque, que luego por decantación se separa el aceite que puede retornarse al blanqueador una vez más. La calidad de tierra de blanqueo es de mucha importancia. Si la granulometría de la tierra es muy fina, la precapa del filtro podría taparse rápidamente y costaría su formación.

Para evitar este inconveniente, puede mezclarse con la tierra de blanqueo un adecuado ayudante de filtración, el Celite, por ejemplo. Otro factor importante es la actividad o capacidad de blanqueo de la tierra.

- **Desodorización**

La desodorización es, normalmente, la última etapa de la refinación de los aceites y por lo tanto requiere especial atención para obtener un aceite de primera calidad. El objeto de este tratamiento es la eliminación completa de todas las sustancias que confieren al aceite un olor, sabor y acidez indeseables, dejándolo así apto para el consumo humano. Estas sustancias olorosas y saboreadoras, que son principalmente aldehídos y cetonas, son eliminadas al mismo tiempo que los ácidos grasos. Siendo más volátiles que el aceite, son destiladas por el vapor vivo bajo alto vacío y a temperaturas elevadas.

Ciertos esteroides, como el tocoferol, cuya cantidad evaporada depende de la temperatura y el vacío con que funciona el desodorizador, también son eliminados. Cuanta más alta es la temperatura, tanto más esteroides son eliminados.

El proceso consiste en precalentar el aceite blanqueado con aceite ya desodorizado en un intercambiador de calor adecuado. Luego el aceite precalentado sigue siendo calentado bajo vacío en el calentador de aceite, hasta la temperatura requerida para cumplir con las condiciones de destilación de los ácidos grasos contenidos en el aceite. En seguida, el aceite calentado fluye hacia el desodorizador.



Dentro del desodorizador, el aceite permanece por bastante tiempo para eliminar los olores y sabores indeseables, destruir unos pigmentos carotenoides y reducir el contenido de ácidos grasos hasta el nivel requerido. El grado de eliminación de tales productos depende más o menos del tiempo de permanencia del aceite en el desodorizador.

Una vez desodorizado, el aceite se descarga en el enfriador bajo vacío, de donde es bombeado hacia los intercambiadores para ser enfriado a la temperatura correcta.

#### **1.1.9 Productos que elabora**

En OLMECA, S.A. se elaboran una serie de productos derivados de grasas naturales desde hace más de 4 décadas.

El producto líder en el mercado hace 10 años era el aceite vegetal fabricado con aceite de palma africana, el cual se consumía en los hogares guatemaltecos. Con el crecimiento del mercado local OLMECA empezó a fabricar mantecas para repostería a nivel doméstico e industrial.

A partir del crecimiento en el mercado local e internacional se empezaron a elaborar recetas para bases de helado, chocolates y margarinas.

El consumo de las margarinas a nivel local han aumentado significativamente, motivo por el cual OLMECA actualmente fabrica una serie de margarinas de diversos tipos: dietéticas, a base de mazorcas, entre otras.

Si hablamos de OLMECA a nivel internacional, nos referimos a la venta de mantecas y aceite especial para frituras. Actualmente se exporta a toda la región centroamericana, Belice y México.

Productos disponibles:

- Aceite vegetal en diversas presentaciones (500, 900, 10000 mL)
- Aceite vegetal doblemente refinado
- Mantecas para consumo diario e industrial
- Margarinas (dietética, mazorca, de girasol, baja en trans)
- Aceite vegetal RBD a nivel industrial

## **1.2 Ingeniería de Métodos**

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. Sin embargo, la ingeniería de métodos implica trabajo de análisis de dos etapas de la historia de un producto. Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. En segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto.

Para desarrollar un centro de trabajo, fabricar un producto, o proporcionar un servicio, el ingeniero de métodos debe seguir un procedimiento sistemático, el cual comprenderá las siguientes operaciones:

1. Selección del producto
2. Obtención de los hechos.
3. Presentación de los hechos.
4. Efectuar un análisis
5. Desarrollo del método ideal.
6. Presentación del método.
7. Implantación del método.
8. Desarrollo de un análisis de trabajo
9. Establecimiento de estándares de tiempo.
10. Seguimiento del método.

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que éste se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida. Por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

### **1.3 Métodos gráficos**

Los diagramas generales son una representación gráfica que muestran en forma clara las diferentes actividades, que se llevan a cabo durante un proceso industrial y administrativo. Se clasifican en diagramas de proceso, operación y recorrido, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas.

#### **1.3.1 Diagrama de flujo de proceso**

Representa gráficamente todas las actividades que se realizan durante la elaboración de un producto, es decir, visualiza operaciones, inspecciones, transportes, almacenajes y demora a fin de analizar costos ocultos, actividades ocultas en el proceso productivo. Permite un análisis completo de la fabricación de una pieza o componente.

#### **1.3.2 Diagrama de operaciones**

Permite visualizar solo operaciones e inspecciones que se ejecutan durante la elaboración de un producto, a fin de analizar las relaciones existentes entre operaciones.

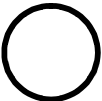




### **1.3.3 Diagrama de recorrido**

Es la representación del diagrama de proceso en un plano, donde se indica el recorrido y el descongestionamiento (si existe) durante el proceso productivo, además permite revisar la distribución del equipo en la planta. Existen dos tipos:

1. Tipo "Material": presenta el proceso según los hechos ocurridos al material.
2. Tipo "Hombre": presenta el proceso referidos a las actividades del hombre.

### 1.3.4 Simbología

**Tabla I. Clasificación de las acciones durante un proceso**

Actividad	Símbolo	Resultado predominante
Operación		Se produce o efectúa algo
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve
Inspección		Se verifica calidad o cantidad
Demora		Se interfiere o retrasa el paso siguiente
Almacenaje		Se guarda o protege

Fuente: Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial: Estudio tiempos y movimientos. Pág. 342

#### 1.3.4.1 Operación

Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo.

#### **1.3.4.2 Transporte**

Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.

#### **1.3.4.3 Inspección**

Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.

#### **1.3.4.4 Demora**

Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado.

#### **1.3.4.5 Almacenaje**

Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.

#### **1.3.4.6 Operaciones combinadas**

Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.

### **1.4 Estudio de movimientos**

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes, y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción. Los esposos Gilbreth fueron de los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos que se consideran fundamentales todavía. A ellos se debe también la técnica cinematográfica para realizar estudios detallados de movimientos, conocidos por "estudios de micromovimientos", que han demostrada su gran utilidad en el análisis de operaciones manuales repetidas.

El estudio de movimientos, en su acepción más amplia, entraña dos grados de refinamiento con extensas aplicaciones industriales. Tales son el estudio visual de los movimientos y el estudio de micromovimientos.



El estudio visual de movimientos se aplica con mayor amplitud, porque la actividad que se estudia no necesita ser de tanta importancia para justificar económicamente su empleo. Este tipo de estudio comprende la observación cuidadosa de la operación y la elaboración de un diagrama de proceso del operario, con el consiguiente análisis del diagrama considerando las leyes de la economía de movimientos.

Debido a su mayor costo, el método de micromovimientos resulta generalmente práctico sólo en el caso de trabajos de mucha actividad, cuya duración y repetición son grandes. Las dos clases de estudios pueden compararse a la observación de un objeto con una lupa o mediante un microscopio. La mayor cantidad de detalles que proporciona el microscopio sólo tiene aplicación en trabajos de alta producción.

#### **1.4.1 Objetivo del estudio de tiempos y movimientos**

Los objetivos principales de esta actividad es aumentar la productividad, la confiabilidad del producto y reducir el costo por unidad, permitiendo así que se logre la mayor producción de bienes y/o servicios para mayor número de personas. La capacidad de producir más con menos, dará como resultado, más trabajo para más personas, durante un mayor número de horas por año mediante la aplicación inteligente de los principios de los métodos

Los fines de este estudio son: someter cada operación de trabajo de una pieza dada un análisis minucioso, para eliminar toda operación innecesaria y determinar el procedimiento más rápido y mejor para realizar cada una de las opera que se precisen. Estandarizar el equipo, los métodos y las condicione de trabajo, para determinar por medio de mediciones científicas el número de horas estándares en las cuales puede ejecutar la tarea un operario medio.

Las responsabilidades del analista de tiempos suelen ser las siguientes:

1. Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
2. Mejorar continuamente la calidad y confiabilidad de los productos y servicios.
3. Conservar los recursos y minimizar los costos especificando los materiales directos e indirecto más apropiada para la producción de bienes y servicios.
4. Minimizar la seguridad, la salud y el bienestar de todos los empleados o trabajadores.
5. Realizar la producción considerando cada vez más la protección de las condiciones ambientales.

#### **1.4.2 Principio del estudio de tiempos y movimientos**

Más allá del concepto de la división básica del trabajo en elementos, según lo formulado por primera vez los esposos Gilbrert, se tienen los principios de la economía de movimientos, también desarrollados por ellos y perfeccionados por otros investigadores, principalmente por Ralph M. Barnes.

No todos estos principios son aplicables a todo trabajo, y algunos sólo tienen aplicación por medio del estudio visual de los movimientos, así como los aplicables en la técnica de micromovimientos, los cuales deber tenerse en cuenta en la mayoría de los casos. Los principios de economía pueden clasificarse en tres subdivisiones principales, atendiendo:

1. El uso del cuerpo humano.
2. La disposición y condiciones en el lugar de trabajo.
3. El diseño de herramientas y el equipo.

Con los principios visuales de la economía de movimientos, de modo que pueda detectar las deficiencias o fallas del método siguiente, con una rápida inspección del sitio de trabajo y de la operación. La clasificación básica es:

1. Relativo al uso del cuerpo humano
2. Disposición y condiciones en el sitio de trabajo
3. Diseño de las herramientas y equipo.

### **1.4.3 Movimientos fundamentales**

El concepto de las divisiones básicas de la realización del trabajo, desarrollado por Fránk Gilbreth en sus primeros ensayos, se aplica a todo trabajo productivo ejecutado por las manos de un operario. Gilbreth denominó "therblig" (su apellido deletreado al revés) a cada uno de estos movimientos fundamentales, y concluyó que toda operación se compone de una serie de estas 17 divisiones básicas. En la siguiente tabla se enuncian los 17 movimientos fundamentales de las manos, un tanto modificados con respecto al resumen de Gilbreth, junto con sus símbolos y colores distintivos.

#### **1.4.4 Divisiones básicas del trabajo (Therbligs)**

La División de Investigación y Desarrollo de Administración de la Sociedad para el Progreso de la Administración (Society for the Advancement of Management) en su "Glosario de Términos Empleados en Métodos, Estudios de Tiempos e Incentivos en Salarios", presenta definiciones de los diversos therbligs. Estas definiciones se incluyen a continuación:

- **Buscar**

Es el elemento básico en la operación de localizar un objeto. Es la parte del ciclo durante la cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto. Comienza en el instante en que los ojos se dirigen o mueven en un intento de localizar un objeto, y termina en el instante en que se fijan en el objeto encontrado.

Buscar es un therblig que el análisis debe tratar de eliminar siempre. Las estaciones de trabajo bien planeadas permitan que el trabajo se lleve a cabo continuamente, de manera que no es preciso que el operario realice este elemento. Proporcionar el sitio exacto para cada herramienta y cada pieza es el modo práctico de eliminar el elemento de busca en una estación de trabajo.

- **Seleccionar**

Este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza de entre dos o más semejantes este therblig sigue generalmente al de buscar y es difícil determinar exactamente un mediante el método detallado de los micromovimientos cuando termina la busca y empieza la selección a veces la selección puede existir sin la búsqueda sobre todo cuando se trata de un ensamblaje selectivo en ese caso suele ir presidida de la inspección de la selección puede clasificarse también entre los therblig indeficientes y debe ser eliminada del ciclo de trabajo por una mejor distribución en la estación de trabajo y un mejor control de las piezas.

- **Tomar**

Este es el movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte para asirla en una operación. El "tomar" es un therblig eficiente y, por lo general, no puede ser eliminado, aunque en muchos casos se puede mejorar. Comienza cuando los dedos de una o de ambas manos empiezan a cerrarse alrededor de un objeto para tener control de él, y termina en el instante en que se logra dicho control. El "tomar" casi siempre va precedido de "alcanzar" y seguido de "mover". Estudios detallados han demostrado que existen varias formas de asir, algunas de las cuales requieren tres veces más tiempo que otras. Debe tratarse de reducir al mínimo el número de operaciones de asimiento durante el ciclo de trabajo, y las piezas a tomar o coger deben estar dispuestas de manera que pueda emplearse el tiempo más simple de asir. Esto se logra haciendo que el objeto asuma por sí solo una localización fija, y quede en posición tal que no haya interferencia alguna con la mesa de trabajo, la caja o los alrededores.

- **Alcanzar**

El therblig "alcanzar" corresponde al movimiento de una mano vacía, sin resistencia, hacia un objeto o retirándola de él. La división básica "alcanzar" se denominaba "transporte en vacío" en la lista original de Gilbreth. Sin embargo, la mayor parte de los especialistas en métodos aceptan, en la actualidad, el término más breve. "Alcanzar" principia en el instante en que la mano se mueve hacia un objeto o sitio, y finaliza en cuanto se detiene el movimiento al llegar al objeto o al sitio. Este elemento va precedido casi siempre del de "soltar" y seguido del de "tomar".

Es natural que el tiempo requerido para alcanzar dependa de la distancia recorrida por la mano. Dicho tiempo depende también, en cierto grado, del tipo de alcance. Como tomar, alcanzar puede clasificarse como un therblig objetivo y, generalmente, no puede ser eliminado del ciclo de trabajo. Sin embargo, si puede ser reducido acortando las distancias requeridas para alcanzar y dando ubicación fija a los objetos. Teniendo presente este principio fundamental pueden obtenerse estaciones de trabajo en las que sea mínimo el tiempo de alcanzar.

- **Mover**

Es la división básica que corresponde al movimiento de la mano con carga. Esta última puede ser en forma de presión. "Mover" se denominó en un principio "transporte con carga". Este therblig comienza en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general, y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a su destino. Mover está precedido casi siempre de asir y seguido de soltar o de colocar en posición.

El tiempo requerido para mover depende de la distancia, del peso que se mueve y del tipo de movimiento. Mover es un therblig objetivo y es difícil eliminarlo del ciclo de trabajo. Con todo, puede reducirse su tiempo de ejecución acortando las distancias, aligerando la carga o mejorando el tipo de movimiento por medio de canaletas de gravedad o de transportadores en el punto terminal del movimiento, de manera que no sea necesario llevar materialmente el objeto que debe trasladarse a un sitio específico. La experiencia ha comprobado que las operaciones de mover o trasladar a una localización general se efectúan más rápidamente que las de mover a un sitio exacto.

- **Sostener**

Esta es la división básica que tiene lugar cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra mano ejecuta trabajo útil. "Sostener" es un therblig ineficiente y puede eliminarse, por lo general, del ciclo de trabajo, diseñando una plantilla o dispositivo de sujeción que sostenga la pieza que se trabaja en vez de tener que emplear la mano.

Además, difícilmente es la mano un dispositivo eficiente para sostener, por lo que el analista de métodos debe estar siempre alerta para evitar que el "sostener" sea parte de una asignación de trabajo.

El sostener comienza en el instante en que una mano ejerce control sobre el objeto, y termina en el momento en que la otra completa su trabajo sobre el mismo. Un ejemplo típico de sostener ocurrirá cuando la mano izquierda sostiene un perno o un espárrago mientras la otra pone o enrosca una tuerca. Durante el montaje de perno y tuerca, la mano izquierda estará utilizando el therblig "sostener".

- **Soltar**

Este elemento es la división básica que ocurre cuando el operario abandona el control del objeto. "Soltar" es el therblig que se ejecuta en el más breve tiempo, y es muy poco lo que puede hacerse para alterar el tiempo en que se realiza este therblig objetivo.

El "soltar" comienza en el momento en que los dedos empiezan a separarse de la pieza sostenida, y termina en el instante en que todos los dedos quedan libres de ella. Este therblig va casi siempre precedido por mover o colocar en posición y seguido por alcanzar.



- **Colocar en posición**

Es el elemento de trabajo que consiste en situar o colocar un objeto de modo que quede orientado propiamente en un sitio específico.

El therblig "colocar en posición" tiene efecto como duda o vacilación mientras la mano, o las manos, tratan de disponer la pieza de modo que el siguiente trabajo puede ejecutarse con más facilidad, de hecho, colocar en posición puede ser la combinación de varios movimientos muy rápidos. El situar una pieza en un dado o matriz sería un ejemplo típico de colocar en posición. Por lo general, este therblig va precedido de mover y seguido por soltar; principia en cuanto la mano, o las manos, que controlan el objeto comienzan a manipular, voltear, girar o deslizar la pieza para orientarla hacia el sitio correcto, y finaliza tan pronto la mano empiece a alejarse del objeto.

- **Precolocar en posición**

Este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda tomarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite.

La precolocación en posición ocurre frecuentemente junto con otros therbligs, uno de los cuales suele ser mover. Es la división básica que dispone una pieza de manera que quede en posición conveniente a su llegada. Es difícil medir el tiempo necesario para este elemento, ya que es un therblig que difícilmente puede ser aislado. La precolocación se efectúa al alinear un destornillador mientras se mueve hasta el tornillo que se va a accionar.

- **Inspeccionar**

Este therblig es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación.

Se lleva a cabo una inspección cuando el fin principal es comparar un objeto dado con un patrón o estándar. Generalmente no es difícil distinguir cuando se tiene ese elemento de trabajo, ya que la mirada se fija en el objeto y se nota una dilación entre movimientos mientras la mente decide entre aceptar o rechazar la pieza en cuestión.

El tiempo necesario para la inspección depende principalmente de la rigurosidad de la comparación con el estándar, y de lo que la pieza en cuestión se aparte del mismo. Si un operario tuviera que sacar todas las canicas azules que hubiese en una caja, perdería muy poco tiempo en decidir lo que tendría que hacer con una canica roja. Sin embargo, si se hubiera hallado una canica púrpura habría una vacilación más larga en decidirse a aceptarla o rechazarla.

- **Ensamblar**

El elemento "ensamblar" es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas embonantes. Es otro therblig objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo.

El ensamblar suele ir precedido de colocar en posición o mover, y generalmente va seguido de soltar. Comienza en el instante en que las dos piezas a unir se ponen en contacto, y termina al completarse la unión.

- **Desensamblar**

Este elemento es precisamente lo contrario de ensamblar. Ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. Esta división básica generalmente va precedida de asir y suele estar seguida por mover o soltar. El desensamble es de naturaleza objetiva y las posibilidades de mejoramiento son más probables que la eliminación del therblig. El desensamble comienza en el momento en que una o ambas manos tienen control del objeto después de cogerlo, y termina una vez que finaliza el desensamble, que generalmente lo evidencia el inicio de mover o soltar.

- **Usar**

Este therblig es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante la parte del ciclo en que se ejecuta trabajo productivo. Cuando las dos manos sostienen una pieza fundida contra una rueda de esmeril, "usar" será el therblig que indique la acción de ambas manos. Después de que un destornillador ha sido colocado en la ranura de la cabeza de un tornillo, el elemento "usar" comenzará en el instante en que el tornillo comience a moverse en su alojamiento. La duración de este therblig depende de la operación, así como de la destreza del operario. El usar se detecta fácilmente, ya que este therblig hace progresar la operación hacia su objetivo final.

- **Demora inevitable**

La dilación inevitable es una interrupción que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso. Por ejemplo, cuando un operario aplica un taladro con su mano derecha a una pieza colocada en una plantilla, para la mano izquierda se presentaría un retraso inevitable. Puesto que el operario no puede controlar las demoras inevitables, su eliminación del ciclo requiere que el proceso se cambie en alguna forma.

- **Demora evitable**

Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que sólo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora o retraso evitable. De este modo, si un operario sufriese un acceso de tos durante el ciclo de trabajo, esta suspensión se clasifica como evitable porque normalmente no aparecería en el ciclo. La mayor parte de los posibles retrasos evitables pueden ser eliminados por el operario sin cambiar el proceso o el método de hacer el trabajo.





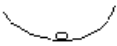












- **Planear**

El therblig "planear" es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir. Planear puede aparecer en cualquier etapa del ciclo y suele descubrirse fácilmente en forma de una vacilación o duda, después de haber localizado todos los componentes. Este therblig es característico de la actuación de los operarios noveles y generalmente se elimina del ciclo mediante el entrenamiento adecuado de este personal.

- **Descansar**

Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse de la fatiga. La duración del descanso para sobrellevar la fatiga variará, como es natural, según la clase de trabajo y según las características del operario que lo ejecuta.

**Figura 1. Tabla de simbología de Therbligs**

Nombre del therblig	Símbolo Adoptado	Símbolo en inglés	Color distintivo	Símbolo gráfico
Buscar	B	S (Search)	negro	
Seleccionar	SE	SE (Select)	gris claro	
Tomar (o asir)	T	G (Grasp)	rojo lago	
Alcanzar	AL	RE (Reach)	verde olivo	
Mover	M	M (Move)	verde	
Sostener	SO	H (Hold)	Ocre dorado	
Soltar	SL	RL (Release)	Carmin	
Colocar en posición	P	P (Position)	Azul	
Precolocar en posición	PP	PP (Pre-position)	Azul cielo	
Inspeccionar	I	I (Inspect)	Ocre quemado	
Ensamblar	E	A (Assemble)	Violeta oscuro	
Desensamblar	DE	DA (Disassemble)	Violeta claro	
Usar	U	U (Use)	Púrpura	
Demora (o retraso) inevitable	DI	UD (Unavoidable delay)	Amarillo ocre	
Demora (o retraso) evitable	DEv	AD (Avoidable delay)	Amarillo limón	
Planear	PL	PL (plan)	Castaño o café	
Descansar	DES	R (Rest to overcome fatigue)	Naranja	

**Fuente:** Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial: Estudio tiempos y movimientos. Pág. 321.

### **1.4.5 Diagrama bimanual y SIMO**

Este diagrama muestra todos los movimientos realizados para la mano izquierda y por la mano derecha, indicando la relación entre ellas.

El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas y en ese caso se registra un solo ciclo completo de trabajo. Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles

**Tabla II. Simbología para la realización de diagramas.**

Actividad	Definición	Símbolo
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 hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.	
Espera	Se emplea para indicar el tiempo en que la mano no trabaja (aunque quizá trabaje la otra).	
Sostener / Almacenar	Con los diagramas bimanuales no se emplea el término almacenamiento, y el símbolo que le correspondía se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.	

**Fuente:** Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial: Estudio tiempos y movimientos. Pág. 401



El símbolo de inspección casi no se emplea, puesto que durante la inspección de un objeto (mientras lo sujeta y mira o lo calibra) los movimientos de la mano vienen a ser operaciones para los efectos del diagrama. Sin embargo, a veces resulta útil emplear el símbolo de inspección para hacer resaltar que se examina algo.

El hecho mismo de componer el diagrama permite al especialista llegar a conocer a fondo los pormenores de trabajo y gracias al diagrama puede estudiar cada elemento de por sí y en relación con los demás. Así tendrá la idea de las posibles mejoras que hacer. Cada idea se debe representar gráficamente en un diagrama de cada una, es mucho más fácil compararlas. El mejor método por lo general, es el que menos movimientos necesita.

El diagrama bimanual puede aplicarse a una gran variedad de trabajos de montaje, de elaboración a máquina y también de oficina. Los ajustes apretados y la colocación en posiciones difíciles pueden presentar ciertos problemas. A montar piezas pequeñas ajustadamente ponerlas en posición antes del montaje puede ser la parte más prolongada del ciclo. En tales casos la puesta en posición deberá exponerse como un movimiento en sí de operación, aparte del que se efectúa para hacer el montaje propiamente dicho (por ejemplo colocar un desarmador en la cabeza de un tomillo pequeño). Así se hace resaltar dicho movimiento, y si se muestra en relación con una escala de tiempos, se podrá evaluar su importancia relativa. Se lograrán economías considerables si es posible reducir el número de dichas colocaciones, por ejemplo, avellanando ligeramente el oficio y biselando más la punta de la herramienta, o utilizando un desarmador neumático.

#### **1.4.5.1 Guías para construcción de diagrama bimanual**

El diseño del diagrama deberá comprender el espacio en la parte superior para la información habitual; un espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo y la información que se considere necesaria como número de parte, número de plano, descripción de la operación o proceso, fecha de elaboración, nombre de la persona que lo elabora, etcétera; también se debe considerar espacio para los movimientos de ambas manos y para un resumen de movimientos y análisis del tiempo improductivo.

Al elaborar diagramas es conveniente tener presente estas observaciones:

1. Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
2. Registrar una sola mano cada vez.
3. Registrar unos pocos símbolos cada vez.
4. El momento de recoger o asir otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones.

Conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo. Da el mismo punto exacto de partida que se elija, ya que al completar el ciclo se llegará nuevamente allí, pero debe fijarse claramente.

Luego se añade en la segunda columna la clase de trabajo que realiza la segunda mano.

5. Registrar las acciones en el mismo renglón cuando tienen lugar al mismo tiempo.
6. Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos. Verifíquese si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.
7. Procure registrar todo lo que hace el operario y evítese combinar las operaciones con transportes o colocaciones, a no ser que ocurran realmente al mismo tiempo.

## **1.5 Diagrama hombre-máquina**

El diagrama hombre-máquina es una representación gráfica que muestra la interrelación entre un operario, que realiza una actividad en específica y la máquina mediante la cual se lleva a cabo la operación.

### **1.5.1 Definición**

Representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, y que permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, conocer el tiempo usado por los hombres y el utilizado por las máquinas.

### **1.5.2 Objetivos**

- Determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas.
- Estudiar, analizar y mejorar una sola estación de trabajo a la vez.
- Conocer el tiempo para llevar a cabo el balance de actividades del hombre y su máquina.

### **1.5.3 Pasos para su realización**

- Seleccionar la operación que será diagramada.
- Determinar los límites del ciclo que se quiere diagramar.
- Dividir la operación en elementos.
- Medir el tiempo de duración de cada elemento.
- Construir el diagrama.

### **1.5.4 Construcción del diagrama**

- Seleccionar una distancia en centímetros o en pulgadas que nos represente una unidad de tiempo.
- Identificar el diagrama hombre – máquina con la información pertinente.
- Hacer una descripción de los elementos que integran la operación.

- Colocar las operaciones y tiempos del hombre, así como los tiempos inactivos del mismo. El tiempo de trabajo del hombre se representa por una línea vertical continua; cuando hay un tiempo muerto o un tiempo de ocio, se representa con una ruptura o discontinuidad de la línea.
- Colocar la gráfica de la máquina o máquinas; esta gráfica es igual a la anterior, una línea vertical continua indica tiempo de actividad de la máquina y una discontinuidad representa inactivo. Para las máquinas, el tiempo de preparación así como el tiempo de descarga, se representan por una línea punteada, puesto que las máquinas no están en operación pero tampoco están inactivas.
- Una vez se ha terminado el diagrama, se coloca el tiempo total de trabajo del hombre, más el tiempo total de ocio. Así como el tiempo total muerto de la máquina.

### **1.5.5 Diagrama de interrelación hombre-máquina**

Se basan en la idea de que todo trabajo se puede reducir a un conjunto básico de movimientos en conjunto con una máquina. Entonces se pueden determinar los tiempos para cada uno de los movimientos, por medio de un cronómetro o películas, estableciendo un tiempo para cualquier trabajo que involucre movimientos de operación de una maquinaria. Determinando de esta manera la atención, descargas, tiempos productivos, improductivos, muertos y de ocio dentro de un proceso productivo en la interrelación hombre-máquina.

### **1.5.6 Tiempo de operación**

El tiempo de operación se considera el desarrollo de una actividad realizada en la estación de trabajo, ya sea, que el operador utilice alguna herramienta o máquina para realizar el trabajo necesario.

Usualmente el tiempo de operación considera, el tiempo de ciclo de un proceso, el cual debe de considerar factores ambientales y capacidades de los operarios para realizarla.

### **1.5.6.1 Tiempo de ciclo**

El tiempo de ciclo en una operación considera la secuencia y repetición de una o varias operaciones. Para establecer el tiempo de ciclo de un proceso se parte de un diagrama hombre-máquina para un solo operario que puede considerar una sola atención a la máquina o una serie de atenciones que determinan su ritmo de producción. También, se puede determinar a través de un diagrama de cuadrilla donde varios operarios manipulan una misma máquina realizando diversas atenciones y descargas durante el proceso.

### **1.5.6.2 Tiempo muerto**

El tiempo muerto se determina a partir de la operación de una o varias máquinas dentro del proceso productivo. Básicamente se determina en un diagrama hombre-máquina, de cuadrilla o bimanual, donde el operario reporta una demora inevitable en la atención de la máquina que puede surgir por problemas en el diseño del proceso o especificaciones técnicas del equipo.

Por lo cual, básicamente se considera como el tiempo no operado por la máquina dentro del tiempo de ciclo del proceso.

### **1.5.6.3 Tiempo de ocio**

El tiempo de ocio de un operario dentro del tiempo de ciclo de un proceso se determina a través de demoras inevitables que básicamente se reportan cuando la máquina se encuentra en operación, lo cual no permite al operario realizar atenciones dentro del ciclo productivo

### **1.5.7 Costo de la operación**

Los costos de operación de un proceso productivo o en una estación específica de trabajo se determinan a través del tiempo productivo del operario dentro del tiempo de ciclo del proceso. Determinando el costo de mano de obra de operador por hora, más bonificación y si son necesarias horas extras, considerando el tiempo de trabajo efectivo y los costos de operación de la maquinaria como lo son: mantenimientos, consumo eléctrico, entre otros.

## **1.6 Calificación del rendimiento**

Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez tal actuación será conforme a la definición exacta de lo que es la "normal", o también llamada a veces "estándar". De esto se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal.



El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal, del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

La calificación del rendimiento es uno de los pasos más importantes de la medición del trabajo. Ciertamente es el paso más sujeto a crítica, puesto que se basa enteramente a la experiencia, adiestramiento y buen juicio del analista de medición del trabajo.

Este sistema es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio.

El trabajador normal sólo existe en la mente del analista de tiempos, como prototipo y es el resultado de un exigente plan de entrenamiento y una amplia experiencia en la medición de una gran variedad de trabajo.

### **1.7 Método de calificación**

Entre los métodos de calificación del rendimiento se tienen: sistema Westinghouse, calificación sintética, calificación por velocidad y calificación objetiva. De estos cuatro sistemas sólo se describirá el sistema Westinghouse siendo éste el utilizado para el desarrollo del mismo.

### **1.7.1 Sistema Westinghouse**

Es uno de los sistemas más ampliamente utilizados, en este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como: pericia en seguir un método dado, y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

La destreza o habilidad de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las diferencias en aptitud natural.

**Tabla III. Destreza o habilidad**

<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Calificación</b>
0.15	Extrema
0.13	Extrema
0.11	Excelente
0.08	Excelente
0.06	Buena
0.03	Buena
0.00	Regular
-0.05	Aceptable
-0.10	Aceptable
-0.16	Deficiente
-0.22	Deficiente

**Fuente:** Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial. Pág. 414

Según el sistema de calificación, el esfuerzo o empeño se define como una demostración de la 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. Esfuerzo o empeño**

<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Calificación</b>
0.13	Excesivo
0.12	Excesivo
0.10	Excelente
0.08	Excelente
0.05	Buena
0.02	Buena
0.00	Regular
-0.04	Aceptable
-0.08	Aceptable
-0.17	Deficiente

**Fuente:** Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial. Pág. 415

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. Los elementos que afectan las condiciones de trabajo con las siguientes: temperatura, ventilación, luz y ruido.

**Tabla V. Condiciones de trabajo**

<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Calificación</b>
0.06	Excesivo
0.04	Excesivo
0.02	Excelente
0.00	Excelente
-0.03	Buena
-0.07	Buena

**Fuente:** Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial. Pág. 416

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la consistencia del operario. Los valores elementales de tiempos que se repiten constantemente indican, desde luego, la consistencia perfecta.

**Tabla VI. Consistencia del operario**

<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Calificación</b>
0.04	Perfecta
0.03	Excelente
0.01	Buena
0.00	Regular
-0.02	Aceptable
-0.04	Deficiente

**Fuente:** Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial. Pág. 416

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

Actualmente, el sistema de operación de la línea de envasado desde la fabricación de los cartuchos para las botellas de plástico, hasta el embalaje de un tarima de producto terminado (45 cajas de 12 unidades cada una) toma un tiempo total de 52.66 minutos y un transporte de 31.65 metros. Esta operación conlleva a un rendimiento del 86.50 % y eficiencia de 36.87 % en la línea de envasado, lo cual genera una productividad de 55.37 %, siendo el tiempo de producción por unidad de 0.908 minutos con una producción mensual de 43612 unidades.

### **2.1 Envasadora de 900 mililitros**

La envasadora de aceite en presentación de 900 mL está integrada por diversas estaciones, manipuladas por seis operarios. La operación inicia con la colocación de las botellas en la línea de envasado, luego pasan por la inyección de aceite, la impresión del lote de producción, la colocación del tapón, adhesión de la etiqueta de presentación y por último, la colocación de la botellas en cajas de 12 unidades para luego embalsarse en la bodega de producto terminado.

### 2.1.1 Tiempos en línea de envasado

En la tabla VII se muestran los tiempos cronometrados tomados en las diferentes estaciones de trabajo que comprende el procesos de producción de botellas de aceite vegetal de 900 mL .

**Tabla VII. Tiempos cronometrados en línea de producción método actual**

<b>Actividades</b>	<b>Tiempos (minutos)</b>
Moldeado de botellas	2.04
Calentado de molde	3.4
Soplado de molde	3.0
Embalado de botellas en caja	0.08
Destapar caja y colocado de botella en línea	0.15
Doblado de caja	0.05
Llenado de botellas	3.25
Inspección de derrame	0.7
Taponado y roscado	1.23
Inspección de roscado	2.0
Sellado de tapón	1.2
Etiquetado	0.88
Doblado de caja	0.05
Empacado de 12 unidades	0.22
Sellado de caja	0.03

**Fuente:** Línea de envasado presentación de 900 mL, 12 de febrero 2008

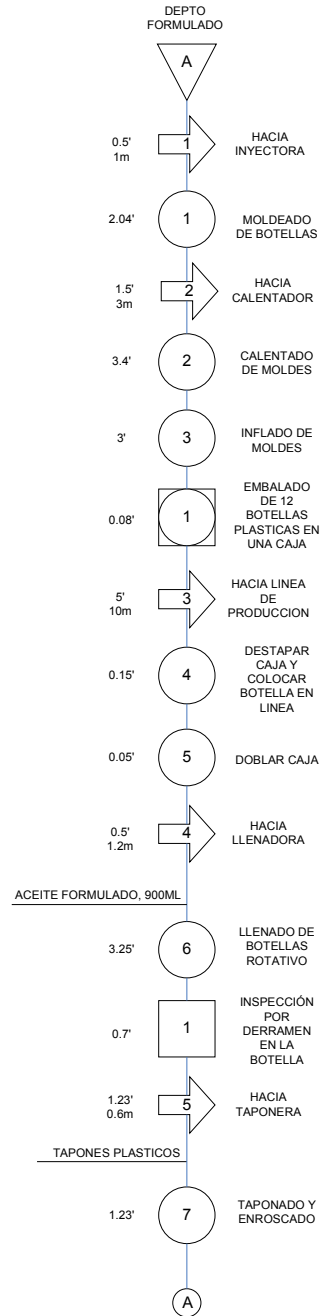
## 2.1.2 Diagrama de flujo

**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** Depto. formulación

### DFP

Hoja: 1 de 3

Fecha: 12/2/2008  
 Método: Actual  
 Finaliza: BPT



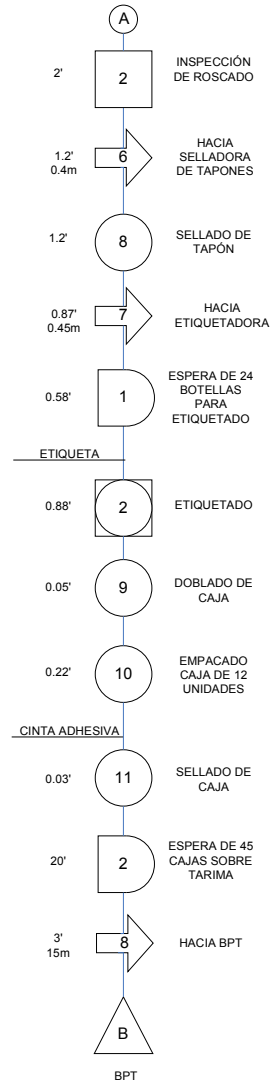


**DFP**

**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** Depto. formulación

**Hoja:** 2 de 3

**Fecha:** 12/2/2008  
**Método:** Actual  
**Finaliza:** BPT







**DFP**

**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** Depto. formulación

**Hoja:** 3 de 3

**Fecha:** 12/2/2008  
**Método:** Actual  
**Finaliza:** BPT

**RESUMEN**

<b><u>CANTIDAD</u></b>	<b><u>SÍMBOLO</u></b>	<b><u>TIEMPO</u></b>	<b><u>DISTANCIA</u></b>
11		14.62 min	-----
2		2.7 min	-----
2		0.96 min	-----
2		20.58 min	-----
8		<u>13.8 min</u>	<u>31.65 m</u>
	<b>TOTAL</b>	<b>52.66 min</b>	<b>31.65m</b>

### 2.1.3 Diagrama de operaciones

#### DOP

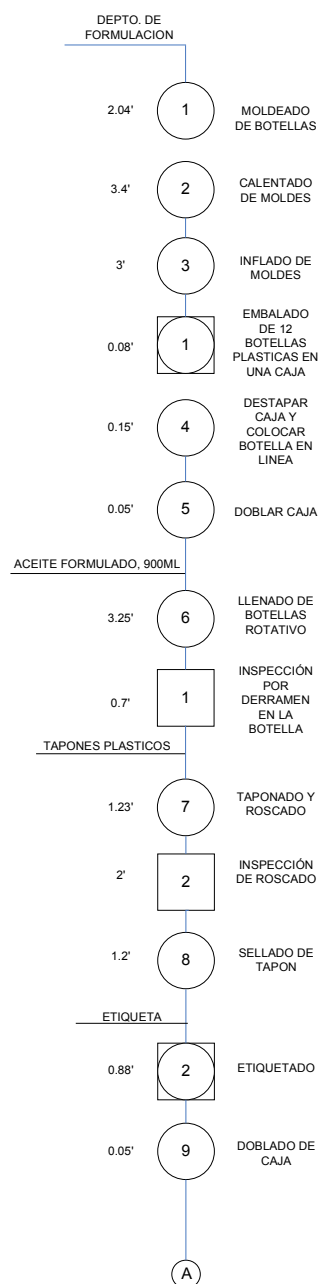
**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** Depto. formulación

**Hoja:** 1 de 2

**Fecha:** 12/2/2008

**Método:** Actual

**Finaliza:** BPT

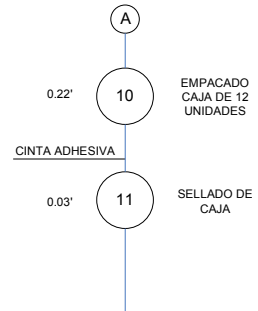


**DOP**




**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** Depto. formulación

**Hoja:** 2 de 2

**Fecha:** 12/2/2008  
**Método:** Actual  
**Finaliza:** BPT



**RESUMEN**

<b><u>CANTIDAD</u></b>	<b><u>SÍMBOLO</u></b>	<b><u>TIEMPO</u></b>	<b><u>DISTANCIA</u></b>
11		14.62 min	-----
2		2.7 min	-----
2		<u>0.96 min</u>	-----
	<b>TOTAL</b>	<b>18.28 min</b>	-----

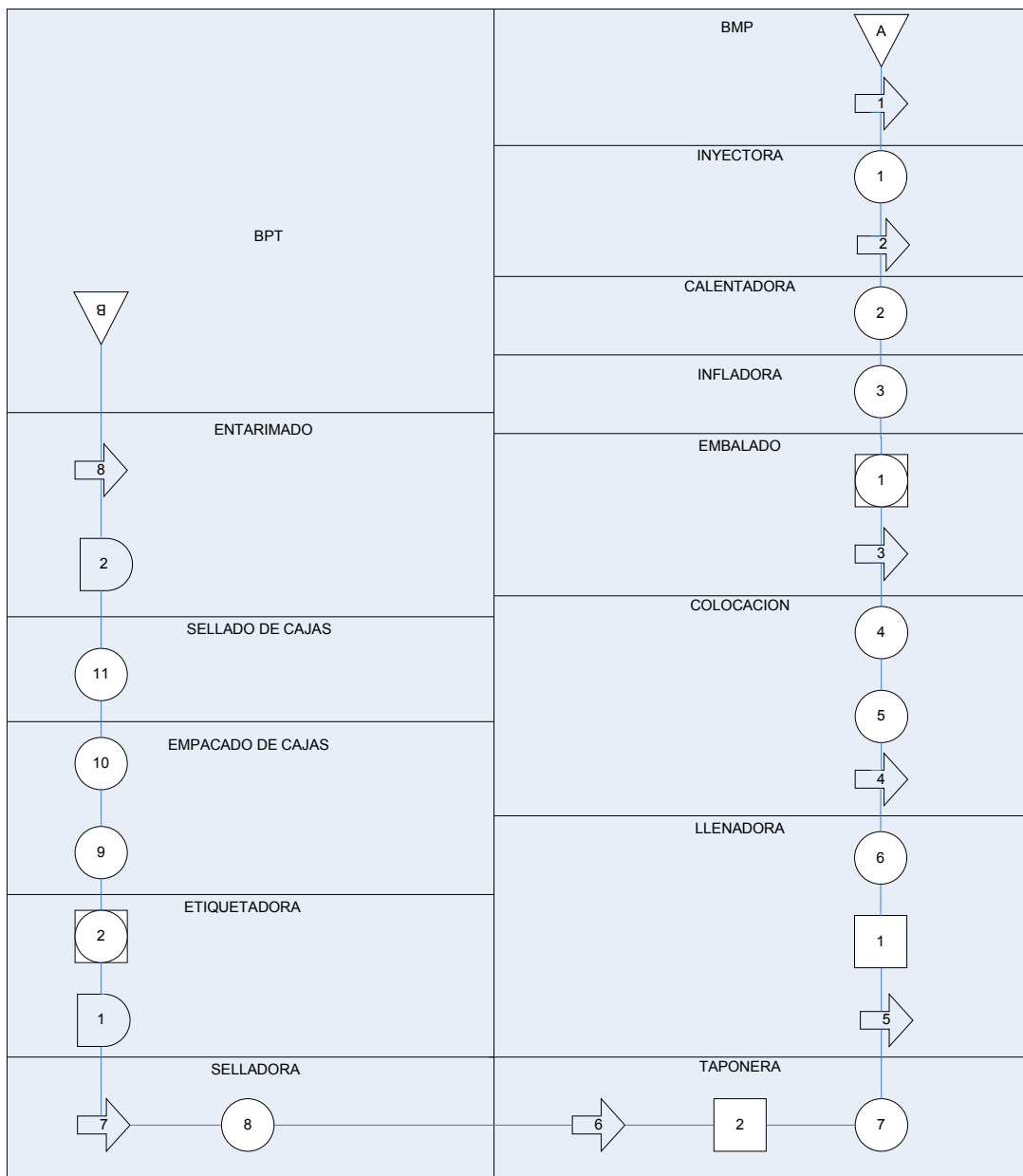
## 2.1.4 Diagrama de recorrido

### DRP

**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** BMP

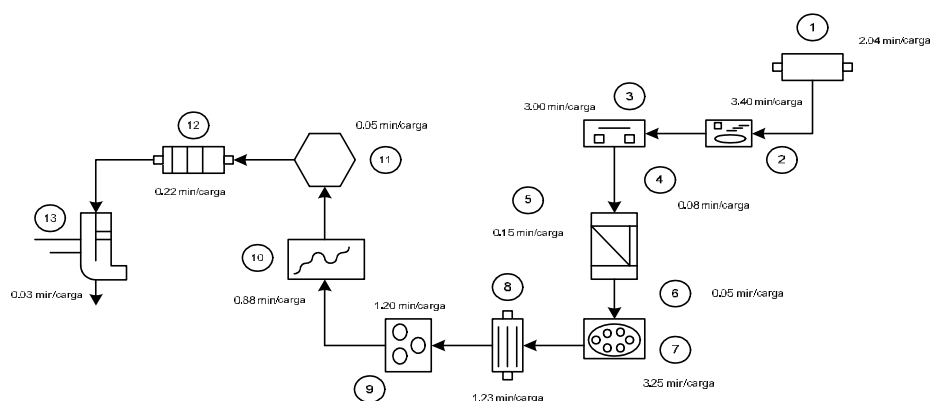
Hoja: 1 de 1

**Fecha:** 12/2/2008  
**Método:** Actual  
**Finaliza:** BPT



## 2.1.5 Cálculo de eficiencia

OLMECA, S.A. Área de envasado	<b>CÁLCULO DE EFICIENCIA</b> 12 unidades de aceite vegetal 900 mL	Analista: Rodolfo Monzón Fecha: 15 / 2 / 2008 Método: Actual
----------------------------------	--	--



No.	Método de operación	Máquina	Nivel de tolerancia	No. Personas
1	Moldeado de botella	Moldeadora	2.04	1
2	Calentado de botella	Calentadora	3.40	1
3	Inflado de botella	Infladora	3.00	1
4	Embalado 12 botellas en caja	-----	0.08	1
5	Colocación de botella	Cadena de transporte	0.15	1*
6	Doblar Caja	-----	0.05	1*
7	Llenado de botella	Llenadora	3.25	1
8	Taponado y roscado	Taponadora	1.23	1
9	Sellado de tapón	Selladora	1.20	1
10	Etiquetado	Etiquetadora	0.88	1
11	Preparación de caja	-----	0.05	1
12	Empacado de 12 unidades	-----	0.22	2
13	Sellado de caja	Selladora	0.03	1
<b>TOTAL</b>			<b>15.58</b>	<b>13</b>

### RESUMEN:

Tolerancia: Personal: 13.5 min      Ciclo de control: 3.25 min  
Máquina: 0  
Total: 94.5 min      Operarios: 13

Rendimiento de la línea: 86.50%

Eficiencia de la línea: 36.87%      \* mismo operario

OLMECA, S.A. Área de envasado Hoja de información y cálculos Operación: 12 botellas de aceite vegetal de 900 mL	Analista: Rodolfo Monzón Fecha: 15 / 2 / 2008 Método: Actual
--	--

Número de personas: 13

Tiempo estación de control: 3.25 min

Tiempo disponible: 720 minutos

Tiempo efectivo: 660 minutos

Hora de inicio: 07:00 am

Hora final: 19:00 pm

Descripción de la tolerancia	%	Tiempo
Tolerancia personal	2	13.50 min
Tolerancia po fatiga	4	27.00 min
Alumbrado deficiente	2	13.50 min
Condiciones atmosféricas	4	27.00 min
Limpieza de la línea	2	13.50 min
<b>TOTAL</b>		<b>94.50 min</b>

Tolerancia personal: 13.50 min

Tolerancia total: 94.50 min

Ciclo de control: 3.25 minutos

Rendimiento de la línea: 100% - tolerancia personal

$$100 - 13.50 = 86.50 \%$$

Eficiencia de la línea  $[ 15.58 / ( 3.25 * 13 ) ] * 100 = 36.87 \%$

## **2.2 Infladora de botellas de plástico de 900 mililitros**

La infladora de botellas de plástico está integrada por un sistema de calentamiento de cartuchos de Pet e infladora con aire comprimido de 9 bares de presión. La maquinaria es atendida por un operador que realiza las operaciones e inspecciones requeridas de las botellas.

### **2.2.1 Diagrama hombre máquina**

El presente diagrama está tomado del departamento de envases de la planta de producción, donde se fabrican los envases que se utilizarán para envasar las diferentes presentaciones de aceite. Primero, se toman los moldes y se colocan en el calentador, el cual esta formado por una faja de pines en donde se colocan en par, esta gira mientras calienta y al terminar de girar se toma un par calentado y se colocan en la infladora de la cual se obtienen las botellas infladas.



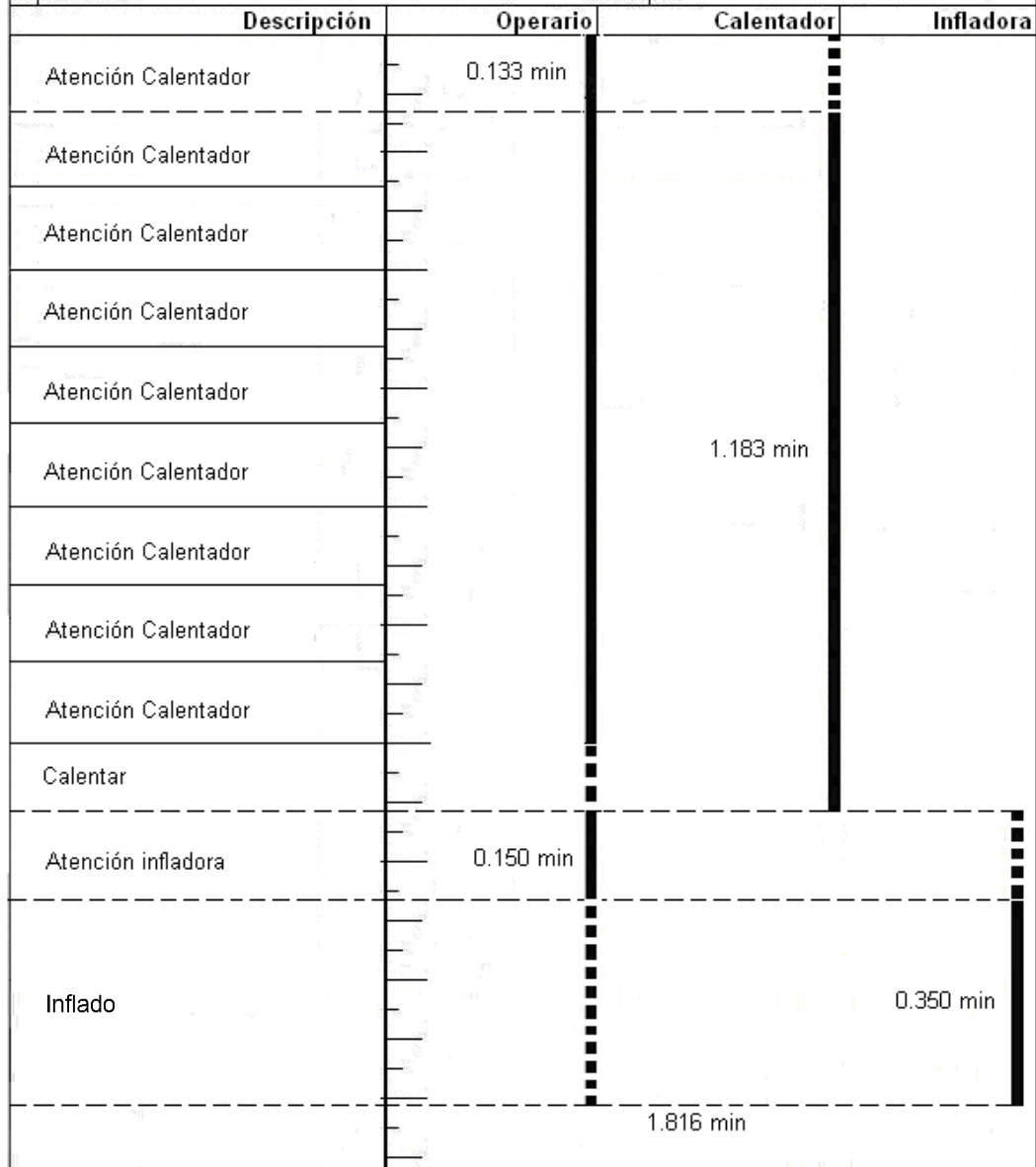
Datos:

- Sueldo Operador: Q 9.91 / hora
- Costo de operación del calentador: Q 3500 / mes
- Costo de operación de la infladora: Q 2970 / mes
- Costo material: Q 13.50 / docena
- Tiempo efectivo de trabajo: 22 horas al día
- Tiempo: 30 días / mes, (660 h/mes)

No hay horas extras, ya que el contrato de trabajo estipula que se trabajarán las horas requeridas, las cuales están contempladas en el sueldo devengado.

**Diagrama Hombre- Máquina**

Operación: OLMECA S.A. Pág N° 1 de 2  
 Planta No. : 001 Fecha 12 de febrero 2008  
 Departamento: Envases Hecho por: Rodolfo Monzón



Escala a utilizar [ = 0.05 min

**Diagrama Hombre- Máquina**

Operación: OLMECA S.A. Pág N° 2 de 2  
Planta No. : 001 Fecha 12 de febrero 2008  
Departamento: Envases Hecho por: Rodolfo Monzón

**RESUMEN:**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Operario</b>	<b>Calentador</b>	<b>Infladora</b>
T. productivo	1.216	1.183	0.35
T. improductivo	-----	0.133	0.15
T. ocio	0.6	-----	-----
T. muerto	-----	0.5	1.316
<b>T. Total</b>	<b>1.816</b>	<b>1.816</b>	<b>1.816</b>

- **Cálculos Matemáticos:**

**Tiempo efectivo de trabajo = Tiempo disponible – Descansos    Ec. [1]**

Tiempo efectivo de trabajo = 720 h/mes – 60 h/mes = 660 horas al mes

**Tabla VIII. Recursos obtenidos método actual**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo por Hora</b>	<b>Costo Obtenido (Q/min)</b>
1.216	1	Operario	Q9.91	0.200
1.183	1	Calentador	Q5.30	0.104
0.350	1	Infladora	Q4.50	0.026
<b>Total</b>				<b>0.330</b>

Fuente: Departamento de envases, OLMECA, S.A.

**Tabla IX. Recursos invertidos método actual**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo por Hora</b>	<b>Costo Obtenido (Q/min)</b>
1.816	1	Operario	Q9.91	0.300
1.816	1	Mezcladora	Q5.30	0.160
1.816	1	Horno_1	Q4.50	0.136
<b>Total</b>				<b>0.596</b>

Fuente: Departamento de envases, OLMECA, S.A.

### 2.2.1.1 Productividad

$$\text{Productividad} = \text{Costo actual} / \text{Costo mejorado} * 100 \quad \text{Ec. [2]}$$

$$\text{Productividad} = (\text{Q. } 0.330/\text{min} / \text{Q. } 0.596/\text{min}) * 100 = 55.37\%$$

### 2.2.1.2 Tiempo de producción por unidad

$$\text{Tiempo por unidad} = \text{Tiempo de ciclo} / \text{No. unidades} \quad \text{Ec. [3]}$$

$$\text{Tiempo producción por unidad} = 1.816 \text{ min} / 2 = 0.908 \text{ min/unidad}$$

### 2.2.1.3 Producción mensual

$$\text{Unidad/hora} = \text{Tiempo por unidad} * 60 \quad \text{Ec. [4]}$$

$$\text{Unidad por hora} = (60 \text{ min/h}) / (0.908 \text{ min/unidad}) = 66.08 \text{ unidad/h}$$

La producción de botellas mensual se determina a partir del tiempo efectivo de trabajo por mes.

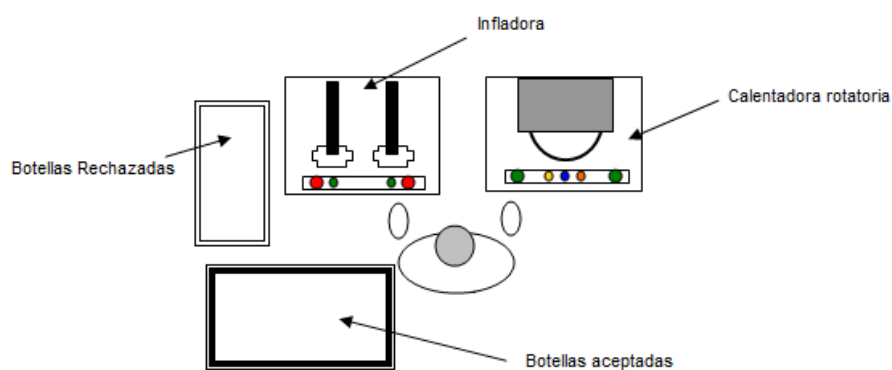
$$\text{Producción mensual} = \text{Unidad/hora} * \text{Tiempo efectivo de trabajo} \quad \text{Ec. [5]}$$

$$60.08 \text{ unidad/hora} * 660 \text{ hora/mes} = 43612.34 \text{ unidad/mes}$$

## 2.2.2 Diagrama bimanual

DIAGRAMA BIMANUAL	
EMPRESA: OLMECA, S.A.	FECHA: 12 de febrero 2008
OPERACIÓN: Elaboración de botellas de plástico, presentación 900 mL	PÁGINA: 1/3
ANALISTA: Rodolfo Eduardo Monzón Oxom	MÉTODO: Actual

### ESTACIÓN DE TRABAJO

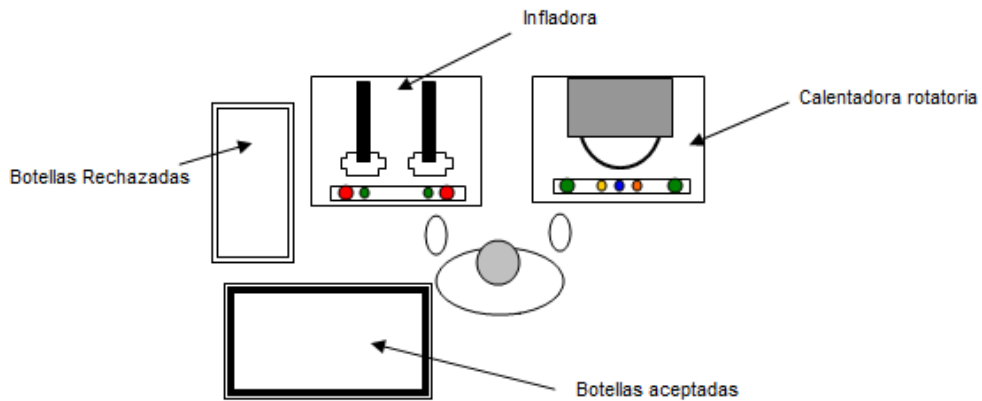


RESUMEN	MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA
○ Operación	7	8
➔ Transporte	1	0
△ Sostiene	0	1
D Demora	2	1

DESCRIPCIÓN DE LA MANO IZQUIERDA	SIMBOLOGÍA	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DE LA MANO DERECHA
	operación - transporte - sostener - demora	operación - transporte - sostener - demora	
Toma cartucho de plástico	● ➔ △ D	● ➔ △ D	Toma cartucho de plástico
Traslado de cartucho a mano derecha	○ ➔ ● △ D	○ ➔ ● ▲ D	Sostiene ambos cartuchos
Espera	○ ➔ △ D	○ ➔ △ D	Carga cartuchos en banda calentadora
Demora inevitable por saturación en calentador	○ ➔ △ D	○ ➔ △ D	Demora inevitable por saturación en calentador
Toma cartucho calentado	● ➔ △ D	● ➔ △ D	Toma cartucho calentado
Carga la infladora izquierda	● ➔ △ D	● ➔ △ D	Carga la infladora derecha
Descarga de botella izquierda ya inflada	● ➔ △ D	● ➔ △ D	Descarga de botella derecha ya inflada
Activa infladora izquierda	● ➔ △ D	● ➔ △ D	Activa infladora derecha
Inspección de botella izquierda ya inflada	● ➔ △ D	● ➔ △ D	Inspección de botella derecha ya inflada
Clasificación de la botella según inspección	● ➔ △ D	● ➔ △ D	Clasificación de la botella según inspección

DIAGRAMA BIMANUAL	
<b>EMPRESA:</b> OLMECA, S.A.	<b>FECHA:</b> 12 de febrero 2008
<b>OPERACIÓN:</b> Elaboración de botellas de plástico, presentación 900 mL	<b>PÁGINA:</b> 2/3
<b>ANALÍSTA:</b> Rodolfo Eduardo Monzón Oxom	<b>MÉTODO:</b> Actual

**ESTACIÓN DE TRABAJO**



DESCRIPCIÓN DE LA MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DE LA MANO DERECHA
Toma cartucho de plástico	T	T	Toma cartucho de plástico
Traslado de cartucho a mano derecha	M	SO	Sostiene ambos cartuchos
Espera	Dev	P	Carga cartuchos en banda calentadora
Demora inevitable por saturación en calentador	Dev	Dev	Demora inevitable por saturación en calentador
Toma cartucho calentado	T	T	Toma cartucho calentado
Carga la infladora izquierda	P	P	Carga la infladora derecha
Descarga de botella izquierda ya inflada	T	T	Descarga de botella derecha ya inflada
Activa infladora izquierda	U	U	Activa infladora derecha
Gira la botella izquierda inflada	PP	PP	Gira la botella derecha inflada
Inspección de botella izquierda ya inflada	I	I	Inspección de botella derecha ya inflada
Colocación de botella en bandeja según inspección	PP	PP	Colocación de botella en bandeja según inspección

**DIAGRAMA BIMANUAL**

<b>EMPRESA:</b> OLMECA, S.A.	<b>FECHA:</b> 12 de febrero 2008
<b>OPERACIÓN:</b> Elaboración de botellas de plástico, presentación 900 mL	<b>PÁGINA:</b> 3/3
<b>ANALÍSTA:</b> Rodolfo Eduardo Monzón Oxom	<b>MÉTODO:</b> Actual

DESCRIPCIÓN DE LA MANO IZQUIERDA	TIEMPO MINUTOS	SIMBOLOGÍA <small>operación - tiempo - posición - demora</small>	SIMBOLOGÍA <small>operación - tiempo - posición - demora</small>	TIEMPO MINUTOS	DESCRIPCIÓN DE LA MANO DERECHA
Toma cartucho de plástico	0.0365			0.0365	Toma cartucho de plástico
Traslado de cartucho a mano derecha	0.002			0.0015	Sostiene ambos cartuchos
Espera	0.0198			0.0198	Carga cartuchos en banda calentadora
Demora inevitable por saturación en calentador	0.0251			0.0251	Demora inevitable por saturación en calentador
Toma cartucho calentado	0.05016			0.05016	Toma cartucho calentado
Carga la infladora e quierda	0.046			0.046	Carga la infladora derecha
Descarga de botella izquierda ya inflada	0.046			0.046	Descarga de botella derecha ya inflada
Activa infladora izquierda	0.0183			0.0183	Activa infladora derecha
Inspección de botella izquierda ya inflada	0.02083			0.02083	Inspección de botella derecha ya inflada
Clasificación de la botella según inspección	0.0083			0.0083	Clasificación de la botella según inspección





### **3. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO**

La propuesta de mejoramiento para aumentar el rendimiento, la eficiencia y la productividad de la línea de envasado, requiere de la implementación de un variador de frecuencia y un motoreductor que permita reducir el tiempo de ocio del operador durante el calentamiento de los cartuchos de Pet para la fabricación de las botellas de plástico. Además, se plantea la instalación de un sistema de transporte que reduzca en tiempo y distancia En el traslado de las botellas de plástico hacia la banda transportadora donde se envasa el aceite vegetal.

El análisis financiero de la propuesta de mejoramiento se fundamenta en: inversión inicial (Q. 10624500) con vida útil de 5 años y un valor de rescate de la maquinaria (Q. 300200), costos de operación, costo de material, precio de venta y el aumento de la demanda durante la vida útil. Lo cual generará al final del período utilidades de Q. 13271384.12

#### **3.1 Infladora de botellas de plástico de 900 mililitros**

La implementación de un equipo alternativo como propuesta de mejora en la infladora de botellas de plástico, es aumentar el volumen productivo y mejorar el tiempo de ciclo del proceso reduciendo el tiempo de ocio del operador.

### **3.1.1 Equipo alternativo**

La búsqueda e implementación de un equipo alternativo a un proceso de producción requiere evaluar aspectos técnicos, operativos y financieros.

Para seleccionar un par, motoreductor – variador, se deben considerar diversos 4 aspectos:

- Espacio físico para su instalación
- Poseer la instalación electrónica y relación con un PLC que convierta las señales análogas a digitales, permitiendo modificar la velocidad centrípeta del motor a través de un panel de control.
- Instalación eléctrica trifásica.
- Evaluar la rentabilidad de instalación y su beneficio productivo.

### **3.1.2 Variador de frecuencia**

También conocido como potenciómetro, es un accesorio electrónico, que permite la manipulación de la frecuencia (hertz) que suministra energía eléctrica a un motoreductor.

#### **3.1.2.1 Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas del equipo son las siguientes:

- Marca: Telematic altivar 31
- Voltaje de operación: 440 Volts
- Potencia: 5.60 kW, voltaje en operación: 380/500 Volts

**Figura 2. Variador de frecuencia**



**Fuente:** Taller de instrumentación, OLMECA, S.A.

### **3.1.3 Motoreductor**

Un motoreductor es un motor que posee la variabilidad de operar con distintos valores de potencia, modificando la velocidad rotacional (revoluciones por minuto) y la velocidad lineal de la banda (m/s).

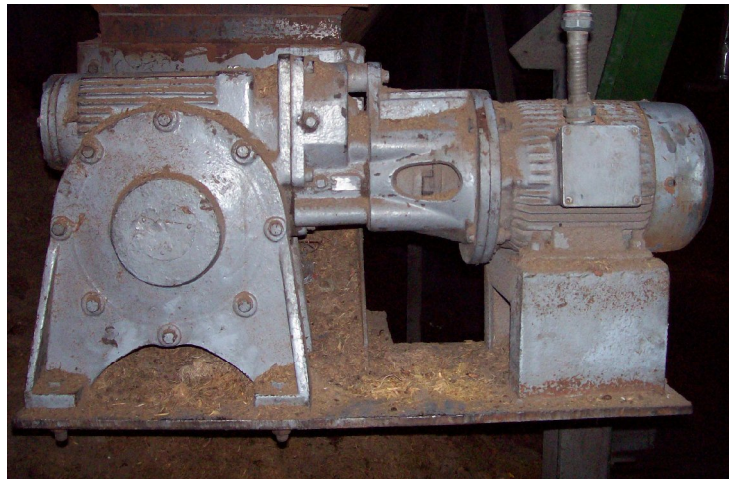
#### **3.1.3.1 Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas del equipo son las siguientes:

- Marca: Siemens AB 342
- Voltaje de operación: 220 - 440 Volts
- Potencia: 26.9 kW

- Frecuencia: 12 – 60 Hertz
- Peso: 190 kg
- Potencia: 2 – 6 caballos de fuerza
- Amperaje en operación: 46.5 – 93 Amperios

**Figura 3. Motoreductor de velocidad variable**



**Fuente:** Taller de mantenimiento mecánico, OLMECA, S.A.

### **3.1.4 Análisis Financiero**

OLMECA, S.A requiere en base a herramientas de decisión económicas evaluar la viabilidad de implementar una metodología alterna. Para lo cual se dispone con los siguientes datos:

- Inversión inicial: Q. 10,642,550 (motor centrípeto automatizado de velocidad variable, moldeadora, equipo de inflado y banda de calentamiento)
- Rendimiento deseado: 12 %
- Tiempo de vida: 5 años
- Valor de rescate: Maquinaria: Q. 300,200
- Sueldo de operador: Q 9.91 / hora, estimando un aumento del 8% anual
- Costo de operación del calentadora: Q 3700 / mes este valor es constante en el tiempo, ya que los programas de mantenimiento contemplan la reparación y/o cambio de piezas con desgaste sin excepción.
- Costo de operación de la infladora: Q 2970 / mes este valor es constante en el tiempo, ya que los programas de mantenimiento contemplan la reparación y/o cambio de piezas con desgaste sin excepción.
- Costo de material: Q 13.50 / docena, estimando una aumento del 1.55% anual
- Precio de venta por envase: Q. 9.75, estimando un aumento del 12.7% anual de manera progresiva
- Aumento de porcentaje de proyección en ventas por año: 6.0 % respecto al valor actual.
- Unidades estimadas producidas: 60,924 unidad/mes, 731,076 unidad/año

**Tabla X. Proyección a cinco años de la inversión inicial**

Año	COSTOS						INGRESOS				
	Sueldo Operador (0)	Calentadora (0)	Infladora (0)	Aumento Demanda Insumos	Insumos (0)	Egresos Total (0)	Precio de Venta (0)	Aumento Demanda Producto	Aumento Proyección Anual Unidades	Ingresos Total (0)	Utilidad Anual (0)
1	39243.6	44400	35640	0%	822460.5	941744.1	9.75	0%	731076	7127991	6186246.9
2	42383.09	44400	35640	6%	886321.15	1007744.24	10.96	6%	774941	8508852.13	7501107.89
3	45773.73	44400	35640	12%	952986.25	1078799.98	12.38	12%	821437	10169390.06	9090590.08
4	49435.63	44400	35640	18%	1025822.99	1155298.62	13.95	18%	870723	12146585.85	10991287.23
5	53390.48	44400	35640	24%	1104226.64	1237657.12	15.72	24%	922967	14509041.24	13271384.12

**Fuente:** Departamento de superintendencia OLMECA, S.A., estimación anual

**Tabla XI. Proyecciones de ventas y costo de producción a cinco años.**

<b>Año</b>	<b>Incremento valor en ventas (Q.)</b>	<b>Incremento costo de producción (Q.)</b>
<b>1</b>	6186246.9	941744.1
<b>2</b>	7501107.89	1007744.24
<b>3</b>	9090590.08	1078799.98
<b>4</b>	10991287.23	1155298.62
<b>5</b>	13271384.12	1237657.12

**Fuente:** Departamento de superintendencia, OLMECA, S.A.

### **3.2 Envasadora de 900 mililitros**

La línea de envasado de aceite vegetal en presentación de 900 mililitros está integrada por una serie de elementos que permiten la interacción hombre – máquina en diversas estaciones de trabajo.

El proceso inicia con la fabricación de los moldes y la preparación de las botellas de Pet. Luego se prepara la mezcla de aceite a envasar, para posteriormente trasladar las botellas hacia la envasadora donde inicia el proceso de llenado, colocación de tapón, sellado, etiquetado, la preparación de la caja de empaque, colocación de 12 unidades, sellado de caja con material adhesivo y estibación de cajas para su transporte hacia bodega de producto terminado.



**Figura 4. Aceite vegetal en presentación de 900 mL.**



**Fuente:** Línea de envasado, estación de empaclado. OLMECCA, S.A.

### **3.2.1 Análisis de operaciones**

Este estudio consiste en identificar todos los elementos de una operación o proceso. Se deben analizar básicamente, los elementos productivos y los improductivos de la operación. Los elementos improductivos son todos aquellos donde no se esté realizando ninguna modificación de la materia prima tales como: demoras, esperas, sostener en posición adecuada la pieza. Los elementos productivos son aquellos en donde se realiza una transformación de material y/o utilización de maquinaria o personal<sup>1</sup>.

Los elementos no productivos se deben tratar de eliminar, mientras que los productivos deben de acortarse o mejorarse.

El método utilizado para el análisis de la operación debe basarse en tres parámetros básicos:

1. Volumen de trabajo: debe obtenerse toda la información sobre la cantidad de trabajo que se espera en la línea o estación de trabajo.
2. Tiempo necesario para cumplir con el volumen de trabajo esperado en la línea o estación de trabajo.
3. Necesidad de mano de obra, maquinaria necesaria para cumplir con el volumen de trabajo esperado en el tiempo planificado.

---

<sup>1</sup> 1999 García Criollo. Estudio del trabajo, ing. de métodos y medición del trabajo, pág. 420

Conociendo el volumen de trabajo, el tiempo necesario para realizarlo y las necesidades de mano de obra, maquinaria y teniendo como herramientas de trabajo los diagramas de recorrido, proceso y flujo del proceso, se procede a revisar el proceso global haciendo las preguntas siguiente.

¿Es necesaria esta operación?

¿Se puede realizar de otra manera esta operación?

¿Es posible combinarla con otra operación?

De lo anterior se pueden definir 10 enfoques primarios, que deben utilizarse para lograr modificaciones que beneficien el proceso y que permitan no descuidar aspectos tales como: calidad, eficiencia y efectividad.

### **3.2.2 Objetivos de la operación**

Varias de las operaciones que se realizan en un proceso, son totalmente innecesarias. Es por ello que el objetivo de la operación es lo primero que se debe estudiar en cada estación de trabajo, porque de qué sirve analizar una operación y mejorarla para después darse cuenta de que lo más eficiente era eliminarla o cambiarla con otra similar<sup>2</sup>.

Antes de modificar una operación hay que considerar los posibles efectos perjudiciales sobre otras operaciones subsecuentes del proceso. El reducir el costo de una operación puede originar el encarecimiento de otras operaciones.

---

<sup>2</sup> 1996 Mayland, William. Manual del ingeniero industrial, pág. 285

Las operaciones innecesarias muchas veces son el producto de la utilización de maquinaria y herramientas anticuadas; al eliminar estas operaciones se evitan gastos innecesarios como la instalación de un nuevo método, gastos de entrenamiento y gastos de tiempo perdido por interrupción o retrasos.

### **3.2.3 Distribución del área de trabajo**

En el diseño de herramientas, para aprovechar la capacidad total de una máquina el analista debe preguntar: ¿se puede sostener la pieza de trabajo de manera que todas las operaciones de maquinado pueden efectuarse con una sola preparación? Una revisión cuidadosa de un gran número de trabajos revelará la posibilidad de efectuar cortes múltiples, obteniendo así una mejor utilización de la capacidad de una máquina<sup>3</sup>.

Otra posibilidad a tener en cuenta continuamente es la de poder posicionar una pieza mientras se trabaja otra. Esta oportunidad existe en muchos trabajos en donde es posible hacer un maquinado ordinario con un movimiento o carrera de la mesa, y un maquinado paralelo en el regreso.

En vista del creciente costo de la energía eléctrica, cada vez es más importante utilizar equipo más económico para realizar un trabajo. Hace algunos años, el costo de la energía era una proporción tan insignificante del costo total que se daba poca atención al aprovechamiento de la plena capacidad de las máquinas y herramientas. Existen literalmente miles de operaciones en que se utiliza una pequeña fracción de la capacidad de una máquina, resultado así un serio desperdicio de la energía eléctrica consumirá.

---

<sup>3</sup> 2005 Niebel, Benjamín. Ingeniería industrial, métodos, estándares, pág. 345

### **3.2.4 Mejoras propuestas**

Las propuestas de mejoramiento en la línea de producción están divididas en dos secciones básicamente: la primera es en las estaciones de trabajo de fabricación de los envases de Pet para envasar el aceite, y la segunda es la optimización de tiempo, recurso humano y operación de las diversas máquinas empleadas para el envase y embalado de aceite vegetal en presentación de 900 mL.

Para la fabricación de los envases plásticos se plantea la implementación de un equipo de velocidad variable que permita reducir el tiempo de ocio del operador aumentando la productividad en dicho departamento. Los equipos que permiten mejorar el proceso son: moldeadora, calentadora, infladora, motoredutores, variadores y panel automatizado de control. Además se plantea la instalación de una góndola móvil que permita trasladar las botellas hacia la línea de producción sin necesidad de ser colocadas dentro de una caja para su transporte hacia la cadena de alimentación de la envasadora. Disminuyendo tiempo y distancia para su implementación en la siguiente estación de trabajo.

En envasado, se realiza una distribución en línea a partir de la estandarización de tiempos y la optimización de los recursos disponibles (maquinaria e insumos).

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA PROPUESTA**

Con la implementación de la maquinaria adecuada y el nuevo sistema de transporte en la línea de producción, se reduce el tiempo de producción a 36.96 minutos con un recorrido total de 27.65 metros, mejorando la eficiencia del proceso a 78.47 %, generando una productividad del 62.36 % con tiempo de producción por unidad de 0.65 minutos y una producción mensual de 60925 unidades.

Para lograr estos resultados, se realiza la estandarización de tiempo por estación de trabajo, determinando la habilidad, el esfuerzo, las condiciones de las estaciones de trabajo y la consistencia del operador, obteniendo un factor de nivelación del 99 % tomando como referencia los niveles de Westinghouse.

La disponibilidad de la nueva metodología es de 1200 minutos de jornada efectiva, con una producción de 4137 unidades diarias a partir del tiempo estándar, donde la mano de obra tiene un costo de Q. 218.02 por día laborado.

### **4.1 Envasadora de 900 mililitros**

Para determinar los tiempos cronometrados y estandarizados se debe de realizar una evaluación previa de las cualidades de los operadores en cada estación de trabajo. Para establecer las cualidades, se evalúa la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Además, se debe considerar el tiempo normal de operación, evaluado a partir de las cualidades y las tolerancias de cada operador. Las tolerancias a evaluar son: demoras personales, fatiga, estar de pie, iluminación, ruido, monotonía, tedio y retrasos inevitables.

Metodología:

1. Establecer el tiempo de operación en cada puesto de trabajo.
2. Determinar las cualidades del operario en cada estación de trabajo a través del factor de nivelación de Westinghouse
3. Calcular el tiempo normal de operación en cada puesto de trabajo a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo Normal: } TC \text{ promedio} * FN \quad \text{Ec. [6]}$$

4. Evaluar los factores en los puestos de trabajo, a partir de las tolerancias del operador en su estación de trabajo.
5. Calcular el tiempo estándar a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo estándar} = T \text{ normal} ( 1 + \% \text{tolerancias} ) \quad \text{Ec. [7]}$$

Para realizar un análisis acertado de la línea de producción se debe de realizar un evaluación previa que determine que operaciones son necesarias, y si éstas pueden o no, ser eliminadas del proceso de fabricación de botellas y envasado de aceite.

#### 4.1.1 Tiempos cronometrados y estandarizados

Tabla XII. Tiempos cronometrados en línea de producción método mejorado

<b>Actividades</b>	<b>Tiempos (minutos)</b>
Moldeado de botellas	1.84
Calentado de molde	2.0
Soplado de molde	1.9
Clasificación de botellas en góndola	0.02
Colocación de botellas en línea	0.05
Llenado de botellas	2.01
Inspección de derrame	0.55
Taponado y roscado	1.23
Inspección de roscado	0.38
Sellado de tapón	1.2
Etiquetado	0.82
Doblado de caja	0.05
Empacado de 12 unidades	0.15
Sellado de caja	0.03
<b>Tiempo cronometrado</b>	<b>12.23</b>

Fuente: Línea de envasado presentación de 900 mL, 15 de febrero 2008



**Tabla XIII. Tiempos estándar en línea de producción método mejorado**

<b>Actividades</b>	<b>FN (%)</b>	<b>TN (minutos)</b>	<b>Tolerancia (%)</b>	<b>TS (minutos)</b>
Moldeado de botellas	105	1.93	19	2.30
Calentado de molde	84	1.70	26	2.14
Soplado de molde	108	2.05	20	2.46
Clasificación de botellas en góndola	97	0.02	23	0.02
Colocación de botellas en línea	94	0.05	25	0.06
Llenado de botellas	114	2.29	19	2.73
Inspección de derrame	102	0.56	21	0.68
Taponado y roscado	106	1.30	22	1.59
Inspección de roscado	99	0.38	25	0.47
Sellado de tapón	99	1.19	26	1.50
Etiquetado	114	0.93	19	1.11
Doblado de caja	96	0.05	27	0.06
Empacado de 12 unidades	100	0.15	23	0.18
Sellado de caja	102	0.03	22	0.04

**Fuente:** Línea de envasado presentación de 900 mL, 15 de febrero 2008

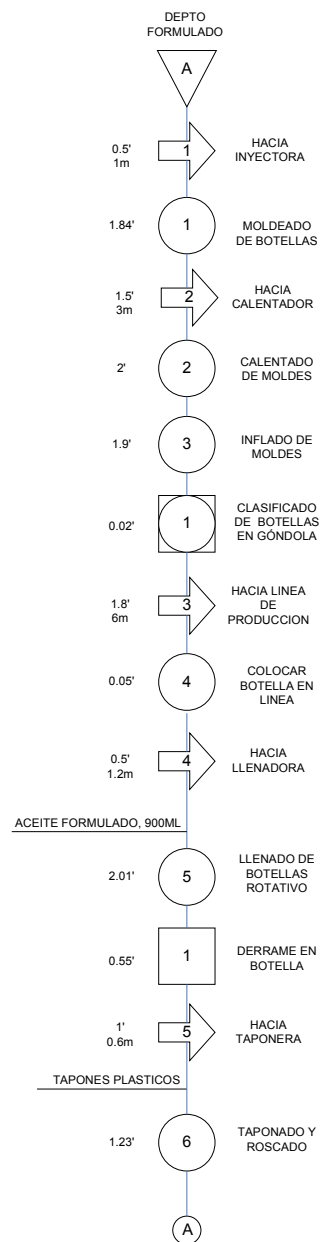
## 4.1.2 Diagrama de flujo mejorado

### DFP

**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** Depto. formulacion

**Hoja:** 1 de 3

**Fecha:** 18/2/2008  
**Método:** Mejorado  
**Finaliza:** BPT

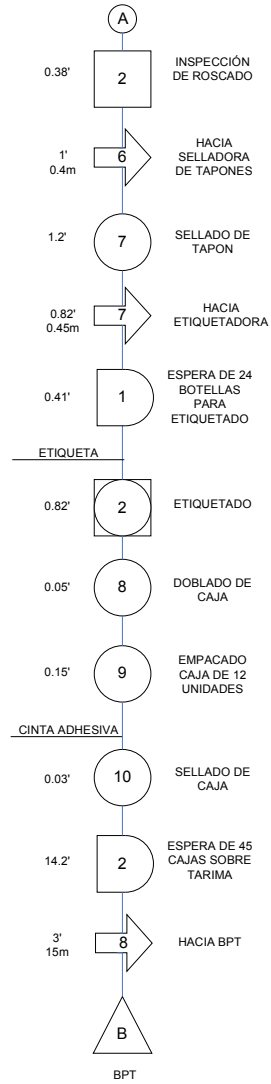


**DFP**

**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** Depto. formulacion

**Hoja:** 2 de 3

**Fecha:** 18/2/2008  
**Método:** Mejorado  
**Finaliza:** BPT








**DFP**

**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** Depto. formulacion

**Hoja:** 3 de 3

**Fecha:** 18/2/2008  
**Método:** Mejorado  
**Finaliza:** BPT

**RESUMEN**

<b><u>CANTIDAD</u></b>	<b><u>SÍMBOLO</u></b>	<b><u>TIEMPO</u></b>	<b><u>DISTANCIA</u></b>
10		10.46 min	-----
2		0.93 min	-----
2		0.84 min	-----
2		14.61 min	-----
8		<u>10.12 min</u>	<u>27.65 m</u>
	<b>TOTAL</b>	<b>36.96 min</b>	<b>27.65m</b>

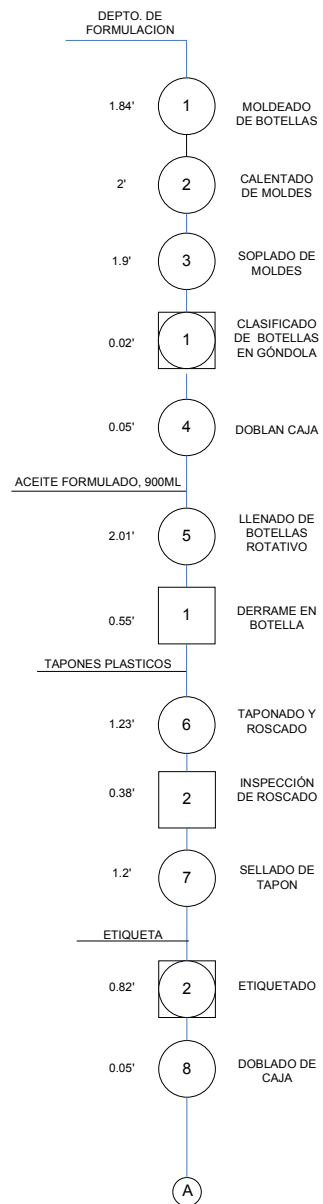
### 4.1.3 Diagrama de operaciones mejorado

#### DOP

**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** Depto. formulación

**Hoja:** 1 de 2

**Fecha:** 18/2/2008  
**Método:** Mejorado  
**Finaliza:** BPT

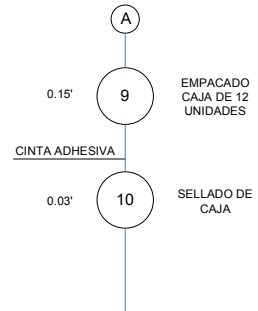


**DOP**




**Empresa:** Olmeca S.A.  
**Departamento:** Envasado  
**Producto:** 12 unidades 900ml  
**Realizado:** Rodolfo Eduardo Monzón Oxom  
**Inicio:** Depto. formulación

**Hoja:** 2 de 2

**Fecha:** 18/2/2008  
**Método:** Mejorado  
**Finaliza:** BPT

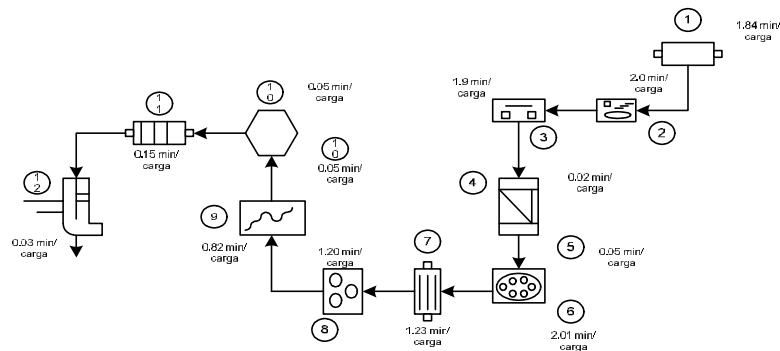


**RESUMEN**

<b><u>CANTIDAD</u></b>	<b><u>SÍMBOLO</u></b>	<b><u>TIEMPO</u></b>	<b><u>DISTANCIA</u></b>
10		10.46 min	-----
2		0.93 min	-----
2		<u>0.84 min</u>	-----
	<b>TOTAL</b>	<b>12.23 min</b>	-----

#### 4.1.4 Cálculo de eficiencias mejorado

OLMECA, S.A. Área de envasado	<b>CÁLCULO DE EFICIENCIA</b> 12 unidades de aceite vegetal 900 mL	Analista: Rodolfo Monzón Fecha: 18 / 2 / 2008 Método: Mejorado
----------------------------------	--	--



No.	Método de operación	Máquina	Nivel de tolerancia	No. Personas
1	Moldeado de botella	Moldeadora	1.84	1
2	Calentando de molde	Calentadora	2.00	1
3	Inflado de molde	Infadora	1.90	1
4	Clasificación de botella	-----	0.02	1
5	Colocar botella en línea	Cadena de transporte	0.05	1
6	Llenado de botella	Llenadora	2.01	1
7	Taponado y roscado	Taponadora	1.23	1
8	Sellado de tapón	Selladora	1.20	1
9	Etiquetado	Etiquetadora	0.82	1
10	Preparación de caja	-----	0.05	1
11	Empacado 12 unidades	-----	0.15	1
12	Sellado de caja	Selladora	0.03	1
<b>TOTAL</b>			<b>11.3</b>	<b>12</b>

#### RESUMEN:

**Tolerancia:**  
 Personal: 13.5 min  
 Máquina: 0  
 Total: 94.5 min

**Ciclo de control:** 1.2 min  
**Operarios:** 12

**Rendimiento de la línea:** 86.5 %

**Eficiencia de la línea:** 78.47 %

OLMECA, S.A. Área de envasado Hoja de información y cálculos Operación: 12 botellas de aceite vegetal de 900 mL	Analista: Rodolfo Monzón Fecha: 18 / 2 / 2008 Método: Mejorado
--	--

Número de personas: 12

Tiempo estación de control: 1.2 min

Tiempo disponible: 720 minutos

Tiempo efectivo: 660 minutos

Hora de inicio: 07:00 am

Hora final: 19:00 pm

Descripción de la tolerancia	%	Tiempo
Tolerancia personal	2	13.50 min
Tolerancia po fatiga	4	27.00 min
Alumbrado deficiente	2	13.50 min
Condiciones atmosféricas	4	27.00 min
Limpieza de la línea	2	13.50 min
<b>TOTAL</b>		<b>94.50 min</b>

Tolerancia personal: 13.50 min

Tolerancia total: 94.50 min

Ciclo de control: 1.2 minutos

Rendimiento de la línea: 100% - tolerancia personal

$$100 - 13.50 = 86.50 \%$$

Eficiencia de la línea  $[ 11.30 / ( 1.2 * 12 ) ] * 100 = 78.47 \%$



## **4.2 Infladora de botella de plástico de 900 mililitros**

La finalidad de implementar un motoreductor con un variador de frecuencia en la cadena de calentamiento de cartuchos de Pet para la elaboración de botellas, es disminuir el tiempo de ocio del operario. Al disminuir el tiempo de ocio del operador, se mejora el tiempo del ciclo del proceso, lo cual permite aumentar el ritmo y el volumen de producción, así como también la productividad en la estación de trabajo.

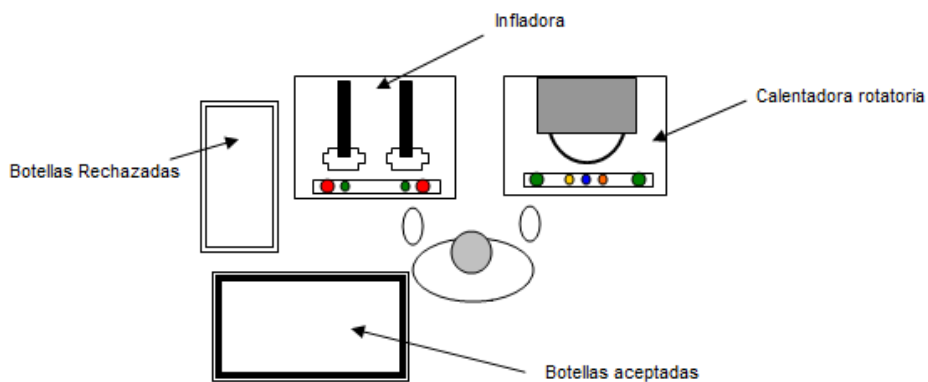
En la tarea de inspección y clasificación de las botellas de plástico terminadas, se instalará una góndola transportadora de botellas aceptadas, es decir que cumplen con los parámetros de calidad, hacia la transportadora de la línea de envasado, esto con la finalidad de acortar tiempo, eliminando una operación y un transporte innecesario. Actualmente se colocan 12 botellas dentro de una caja de producto terminado, para luego trasladarla hacia la línea de producción.

La implementación de este nuevo sistema permite disminuir tiempo innecesario, agilizando el ritmo de producción en la línea y disminuyendo el tiempo total de fabricación del producto terminado.

## 4.2.1 Diagrama bimanual mejorado

DIAGRAMA BIMANUAL	
EMPRESA: OLMECA, S.A.	FECHA: 12 de febrero 2008
OPERACIÓN: Elaboración de botellas de plástico, presentación 900 mL	PÁGINA: 1/3
ANALÍSTA: Rodolfo Eduardo Monzón Oxom	MÉTODO: Mejorado

### ESTACIÓN DE TRABAJO

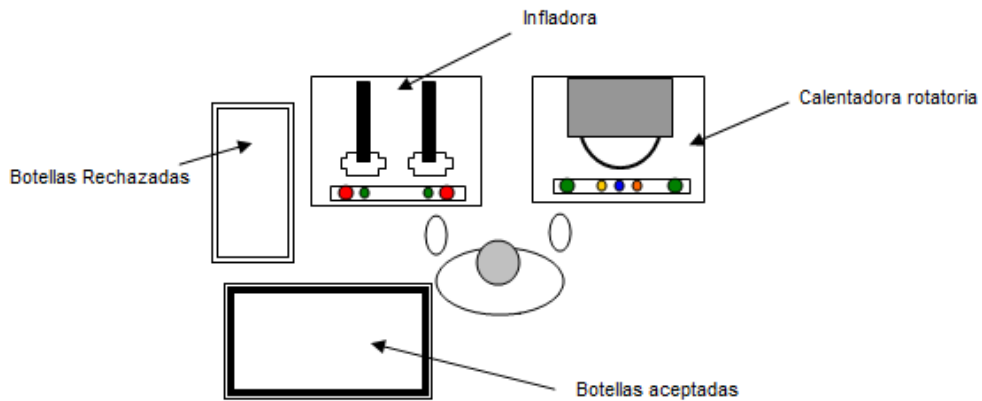


RESUMEN	MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA
○ Operación	7	8
→ Transporte	1	0
△ Sostiene	0	1
D Demora	1	0

DESCRIPCIÓN DE LA MANO IZQUIERDA	SIMBOLOGÍA <small>operación - transporte - sostener - demora</small>	SIMBOLOGÍA <small>operación - transporte - sostener - demora</small>	DESCRIPCIÓN DE LA MANO DERECHA
Toma cartucho de plástico	● → △ D	● → △ D	Toma cartucho de plástico
Traslado de cartucho a mano derecha	○ → ● △ D	○ → ● ▲ D	Sostiene ambos cartuchos
Espera	○ → △ ● D	● → △ D	Carga cartuchos en banda calentadora
Toma cartucho calentado	● → △ D	● → △ D	Toma cartucho calentado
Carga la infladora izquierda	● → △ D	● → △ D	Carga la infladora derecha
Descarga de botella izquierda ya inflada	● → △ D	● → △ D	Descarga de botella derecha ya inflada
Activa infladora izquierda	● → △ D	● → △ D	Activa infladora derecha
Inspección de botella izquierda ya inflada	● → △ D	● → △ D	Inspección de botella derecha ya inflada
Inspección de botella y clasificación	● → △ D	● → △ D	Inspección de botella y clasificación

DIAGRAMA BIMANUAL	
<b>EMPRESA:</b> OLMECA, S.A.	<b>FECHA:</b> 12 de febrero 2008
<b>OPERACIÓN:</b> Elaboración de botellas de plástico, presentación 900 mL	<b>PÁGINA:</b> 2/3
<b>ANALÍSTA:</b> Rodolfo Eduardo Monzón Oxom	<b>MÉTODO:</b> Mejorado

**ESTACIÓN DE TRABAJO**



DESCRIPCIÓN DE LA MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DE LA MANO DERECHA
Toma cartucho de plástico	T	T	Toma cartucho de plástico
Traslado de cartucho a mano derecha	M	SO	Sostiene ambos cartuchos
Espera	Dev	P	Carga cartuchos en banda calentadora
Toma cartucho calentado	T	T	Toma cartucho calentado
Carga la infladora izquierda	P	P	Carga la infladora derecha
Descarga de botella izquierda ya inflada	T	T	Descarga de botella derecha ya inflada
Activa infladora izquierda	U	U	Activa infladora derecha
Gira la botella izquierda inflada	PP	PP	Gira la botella derecha inflada
Inspección de botella izquierda ya inflada	I	I	Inspección de botella derecha ya inflada
Inspección de botella y clasificación	PP	PP	Inspección de botella y clasificación

**DIAGRAMA BIMANUAL**

<b>EMPRESA:</b> OLMECA, S.A.	<b>FECHA:</b> 12 de febrero 2008
<b>OPERACIÓN:</b> Elaboración de botellas de plástico, presentación 900 mL	<b>PÁGINA:</b> 3/3
<b>ANALÍSTA:</b> Rodolfo Eduardo Monzón Oxom	<b>MÉTODO:</b> Mejorado

DESCRIPCIÓN DE LA MANO IZQUIERDA	TIEMPO MINUTOS	SIMBOLOGÍA <small>operación - transporte - sostener - demora</small>	SIMBOLOGÍA <small>operación - transporte - sostener - demora</small>	TIEMPO MINUTOS	SIMBOLOGÍA <small>operación - transporte - sostener - demora</small>	DESCRIPCIÓN DE LA MANO DERECHA	TIEMPO MINUTOS
Toma cartucho de plástico	0.0365			0.0365		Toma cartucho de plástico	0.0365
Traslado de cartucho a mano derecha	0.002			0.002		Sostiene ambos cartuchos	0.0015
Espera	0.0198			0.0198		Carga cartuchos en banda calentadora	0.0198
Toma cartucho calentado	0.05016			0.05016		Toma cartucho calentado	0.05016
Carga la infladora izquierda	0.046			0.046		Carga la infladora derecha	0.046
Descarga de botella izquierda ya inflada	0.046			0.046		Descarga de botella derecha ya inflada	0.046
Activa infladora izquierda	0.0183			0.0183		Activa infladora derecha	0.0183
Inspección de botella izquierda ya inflada	0.02083			0.02083		Inspección de botella derecha ya inflada	0.02083
Inspección de botella y clasificación	0.0083			0.0083		Inspección de botella y clasificación	0.0083

#### **4.2.2 Diagrama hombre –máquina mejorado**

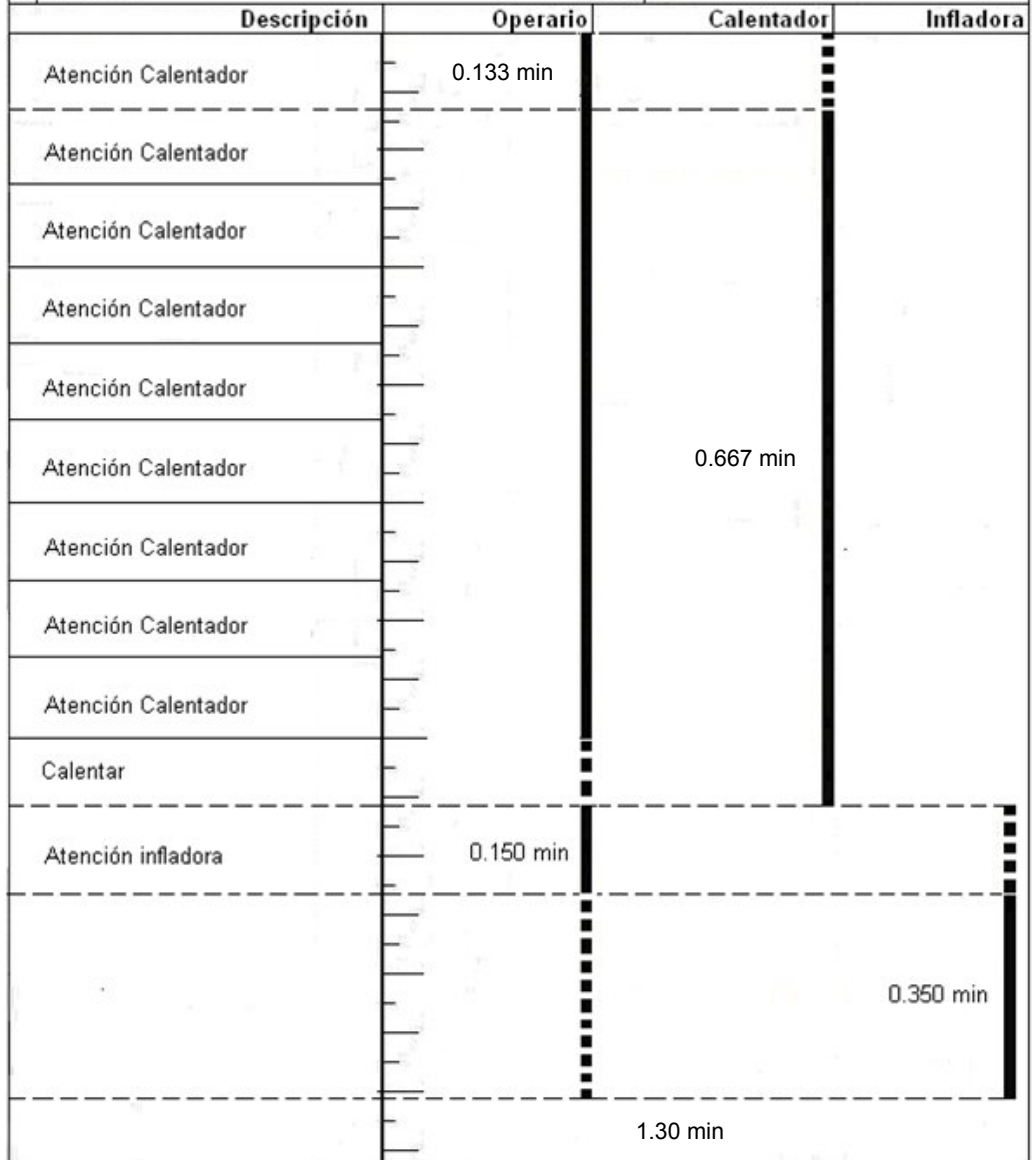
Datos:

- Sueldo Operador: Q 9.91 / hora
- Costo de operación del calentador: Q 3700 / mes
- Costo de operación de la infladora: Q 2970 / mes
- Costo material: Q 13.50 / docena
- Tiempo de trabajo: 22 horas al día
- Tiempo: 30 días / mes (660 h/mes)

No hay horas extras, ya que el contrato de trabajo estipula que se trabajarán las horas requeridas, las cuales están contempladas en el sueldo devengado.

**Diagrama Hombre- Máquina**

Operación: OLMECA S.A. Pág N° 1 de 2  
 Planta No. : 001 Fecha 12 de febrero 2008  
 Departamento: Envases Hecho por: Rodolfo Monzón



Escala a utilizar [ = 0.05 min

**Diagrama Hombre- Máquina**

Operación: OLMECA S.A. Pág N° 2 de 2  
Planta No. : 001 Fecha 12 de febrero 2008  
Departamento: Envases Hecho por: Rodolfo Monzón

**RESUMEN:**

<b>Tiempo</b>	<b>Operario</b>	<b>Calentador</b>	<b>Infladora</b>
T. productivo	1.10	0.667	0.35
T. improductivo	-----	0.133	0.15
T. ocio	0.20	-----	-----
T. muerto	-----	0.5	0.8
T. Total	1.3	1.3	1.3

- **Cálculos Matemáticos:**

Tiempo efectivo de trabajo = 720 h/mes – 60 h/mes= 660 horas al mes **Ec. [1]**

**Tabla XIV. Recursos obtenidos método mejorado**

<i>Tiempo (min)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Costo por Hora</i>	<i>Costo Obtenido (Q/min)</i>
1.100	1	Operario	Q9.91	0.182
0.667	1	Calentador	Q5.61	0.062
0.350	1	Infladora	Q4.50	0.026
<b>Total</b>				<b>0.270</b>

Fuente: Departamento de envases, OLMECA, S.A.

**Tabla XV. Recursos invertidos método mejorado**

<i>Tiempo (min)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Costo por Hora</i>	<i>Costo Obtenido (Q/min)</i>
1.3	1	Operario	Q9.91	0.215
1.3	1	Mezcladora	Q5.61	0.121
1.3	1	Horno_1	Q4.50	0.097
<b>Total</b>				<b>0.433</b>

Fuente: Departamento de envases, OLMECA, S.A.



#### 4.2.2.1 Productividad

$$\text{Productividad} = (Q. 0.270/\text{min} / Q. 0.433/\text{min}) * 100 = 62.36\% \quad \text{Ec. [2]}$$

#### 4.2.2.2 Tiempo de producción por unidad

$$\text{Tiempo producción por unidad} = 1.3 \text{ min} / 2 = 0.65 \text{ min/unidad} \quad \text{Ec. [3]}$$

#### 4.2.2.3 Producción mensual

$$\text{Unidad por hora} = (60 \text{ min/h}) / (0.65 \text{ min/unidad}) = 92.31 \text{ unidad/h} \quad \text{Ec. [4]}$$

La producción de botellas mensual se determina a partir del tiempo efectivo de trabajo por mes.

$$92.31 \text{ unidad/hora} * 660 \text{ hora/mes} = 60924.6 \text{ unidad/mes} \quad \text{Ec. [5]}$$

### 4.3 Análisis de tiempo

**Tabla XVI. Determinación de tiempos de producción**

<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>
Toma cartucho de plástico	0.0365
Sostiene ambos cartuchos	0.0015
Espera	0.0198
Toma cartucho calentado	0.05016
Carga la infladora izquierda	0.046
Descarga de botella izquierda ya inflada	0.046
Activa infladora izquierda	0.0183
Inspección de botella izquierda ya inflada	0.02083
Colocación de botella en bandeja según inspección	0.0083
<b>TC promedio =</b>	<b>0.24739</b>

**Fuente:** Departamento de envases, OLMECA, S.A.

#### 4.3.1 Factor de nivelación de Westinghouse

A partir del factor de nivelación de Westinghouse para el departamento de plásticos, se determina: las cualidades del operador y el tiempo estándar

##### 4.3.1.1 Cualidades del operador

Tabla XVII. Análisis de las cualidades del operador

CUALIDAD	CALIFICACION	PUNTUACION
Habilidad	Bueno	0.03
Esfuerzo	Regular	-0.08
Condiciones	Excelente	0.04
Consistencia	Promedio	0
	<b>Sumatoria</b>	<b>-0.01</b>

<b>F.N. =</b>	<b>99%</b>
---------------	------------

Fuente: Departamento de envases, OLMECA, S.A.

##### 4.3.1.2 Cálculo del tiempo normal:

Tiempo normal:  $TC \text{ promedio} * FN$  Ec. [6]

Tiempo Normal:  $0.24739 * 99\% = 0.24 \text{ minutos}$

### 4.3.2 Tolerancia y suplementos

La tolerancia y los suplementos se evalúan a partir de calificación porcentual según el factor de nivelación de Westinghouse (Tabla III a la VI).

**Tabla XVIII. Evaluación de los factores en los puestos de trabajo**

<b>ASPECTO</b>	<b>PUNTUACIÓN PORCENTUAL</b>
Demoras personales	5
Fatiga	3
Estar de pie	2
Iluminación	2
Ruido	2
Monotonía	1
Tedio	2
Retraso inevitable	5
<b>Total</b>	<b>22</b>

Fuente: Departamento de envases, OLMECA, S.A.

### 4.3.3 Tiempo estándar

$$\text{Tiempo estándar} = T \text{ normal } ( 1 + \% \text{tolerancias} )$$

Ec. [7]

$$\text{Tiempo estándar} = 0.24 ( 1 + 0.22 ) = 0.29 \text{ minutos}$$

#### **4.3.4 Tiempo de jornada efectiva**

El horario de labores es de dos turnos de 12 horas cada uno, realizando un total de 22 horas efectivas por día. No existen horas extras, ya que el contrato estipula el precio por hora normal, incluyendo la actividad extraordinaria realizada en la jornada de trabajo.

$22 \text{ hrs} * 60 \text{ minuto/hora} = 1320 \text{ minutos.}$

Paros programados (almuerzos o recesos) = 120 minutos

**Tiempo jornada efectiva = Tiempo jornada – Paros programados Ec. [8]**

Tiempo de jornada efectiva =  $1320 - 120 = 1200 \text{ minutos}$

#### **4.3.5 Número de unidades por día**

**No. unidades/día = Tiempo de jornada efectivo / Tiempo estándar Ec. [9]**

No. unidades/día =  $1200 / 0.29 = 4137 \text{ envases / día}$

#### **4.3.6 Pago del operador por día**

No existen horas extras, ya que el contrato estipula el precio por hora normal, incluyendo la actividad extraordinaria realizada en la jornada de trabajo.

Costo de Mano de Obra = Q. 9.91 / hr

**Costo mano de obra = Costo / hora \* Tiempo efectivo de trabajo Ec. [10]**

Costo Mano de Obra Total = Q. 9.91 / hr \* 22 hr = Q. 218.02 / día



## 5. SEGUIMIENTO

El seguimiento del proyecto es un análisis económico y financiero de los gastos e ingresos que éste generará, incluyendo los costos de producción, las ganancias brutas, la recuperación de la inversión, el diagrama de flujo del proyecto, el valor presente neto y la tasa interna de retorno. Estos últimos dos indicadores, proporcionan la información necesaria que evidencias que el proyecto es rentables, ya que el valor presente neto es positivo y la tasa interna del retorno es del 84.2 %.

### 5.1 Ganancia bruta por año

**Ganancia bruta: Incremento en ventas – Costo de producción    Ec.[11]**

**Tabla XIX. Ganancia bruta**

<b>Año</b>	<b>Incremento Valor en Ventas (Q.)</b>	<b>Costo de Producción (Q.)</b>	<b>Ganancia Bruta (Q.)</b>
1	7127991	941744.1	6186246.9
2	8508852.13	1007744.24	7501107.89
3	10169390.06	1078799.98	9090590.08
4	12146585.85	1155298.62	10991287.23
5	14509041.24	1237657.12	13271384.12
<b>TOTAL</b>	<b>52461860.28</b>	<b>5421244.06</b>	<b>47040616.22</b>

**Fuente:** Departamento de superintendencia, OLMECA, S.A.



## 5.2 Incremento en ventas promedio

$$X = \Sigma (\text{Incremento de valor en venta}) / \text{Período de años} \quad \text{Ec. [12]}$$

$$X = Q. 52461860.28 / 5 \text{ años} = Q. 10492372.05 / \text{año}$$

## 5.3 Costo de producción promedio

$$Y = \Sigma (\text{Costo de Producción}) / \text{Período de años} \quad \text{Ec.[13]}$$

$$Y = Q: 5421244.06 / 5 = Q. 1084248.81 / \text{año}$$

## 5.4 Determinación de ganancia bruta promedio

$$Z = \Sigma (\text{Ganancia Bruta}) / \text{Período de años} \quad \text{Ec. [14]}$$

$$Z = Q. 47040616.22 / 5 = Q. 9408123.24 / \text{año}$$

## 5.5 Recuperación de inversión

La recuperación de la inversión se determinará a partir del rendimiento sobre ventas y el rendimiento sobre la inversión.

### 5.5.1 Rendimiento sobre ventas

$$\text{Rendimiento/Ventas} = \frac{\text{Monto prom. Anual de utilidades}}{\text{Monto prom. Anual de ventas}} \quad \text{Ec. [15]}$$

$$\text{Rendimiento/Ventas} = (Q. 9408123.24 / Q. 10492372.05) * 100 = 89.66 \%$$

### 5.5.2 Rendimiento sobre inversión

$$\text{Rendimiento/Inversión} = \frac{\text{Monto prom. Anual de utilidades}}{\text{Inversión Original}} \quad \text{Ec. [16]}$$

$$\text{Rendimiento/Inversión} = (Q. 9408123.24 / Q. 10642550) * 100 = 88.40 \%$$

### 5.5.3 Determinación de flujo de efectivo

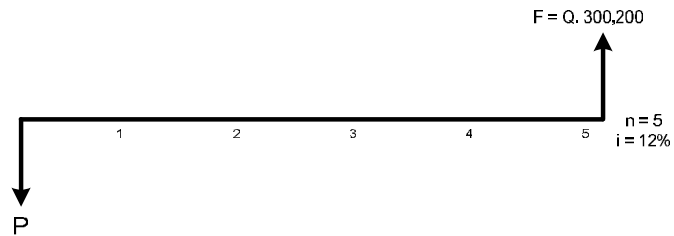
$$\text{Flujo de efectivo} = \text{Ganancia bruta} - \text{Costos de producción} \quad \text{Ec. [17]}$$

$$\text{Flujo Efectivo} = Q. 9408123.24 - Q. 1084248.81 = Q. 8380218.8 / \text{año}$$

## 5.6 Diagramas de flujo de proyecto

Los siguientes diagramas representan cada uno de los gastos e ingresos que generará el proyecto de mejora, evaluados a través del valor presente neto.

- Valor de rescate de la maquinaria



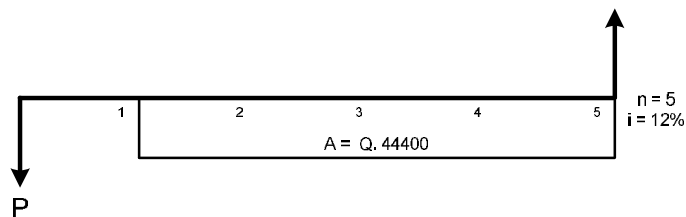
$$P = F * (1 / (1 + i)^n)$$

Ec. [18]

$$P = 300200 * (1 / (1 + 0.12)^5)$$

$$P = 170341.54$$

- Costo de operación de calentadora



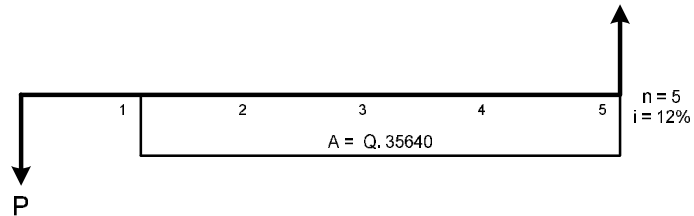
$$P = A * [ ( (1 + i)^n - 1 ) / i * (1 + i)^n ]$$

Ec. [19]

$$P = 44400 * [ ( (1 + 0.12)^5 - 1 ) / 0.12 * (1 + 0.12)^5 ]$$

$$P = 160052.06$$

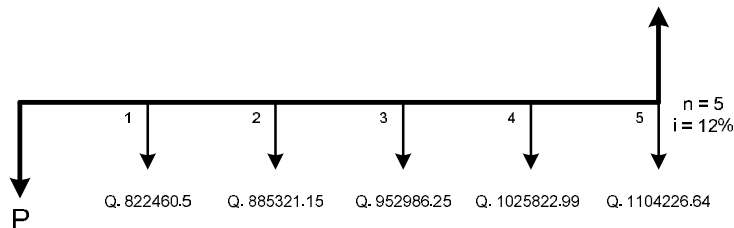
- Costo de operación de infladora



$$P = 35640 * [ ( (1+0.12)^5 - 1 ) / 0.12 * (1+0.12)^5 ] \quad \text{Ec. [19]}$$

$$P = 128474.22$$

- Costo de materia prima



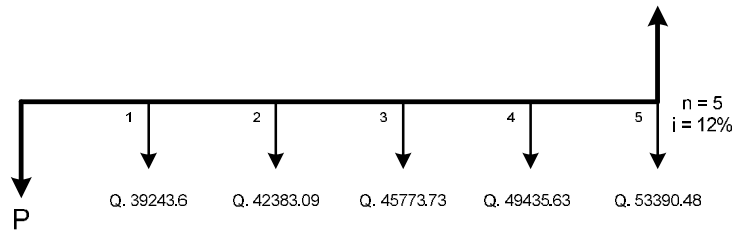
$$P = 822460.5 * (1 / (1 + 0.12)^1) + 885321.15 * (1 / (1 + 0.12)^2) +$$

$$952986.25 * (1 / (1 + 0.12)^3) + 1025822.99 * (1 / (1 + 0.12)^4) +$$

$$1104226.64 * (1 / (1 + 0.12)^5) \quad \text{Ec. [18]}$$

$$P = 3396926.02$$

- **Sueldo de operador**



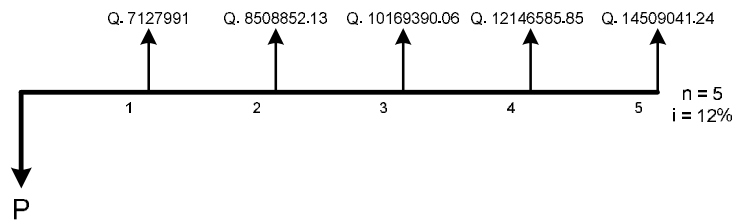
$$P = 39243.6 * (1 / (1 + 0.12)^1) + 42383.09 * (1 / (1 + 0.12)^2) +$$

$$45773.73 * (1 / (1 + 0.12)^3) + 49435.63 * (1 / (1 + 0.12)^4) +$$

$$53390.48 * (1 / (1 + 0.12)^5) \quad \text{Ec. [18]}$$

$$P = 163119.74$$

- **Incremento en ventas**



$$P = 7127991 * (1 / (1 + 0.12)^1) + 8508852.13 * (1 / (1 + 0.12)^2) +$$

$$10169390.06 * (1 / (1 + 0.12)^3) + 12146585.65 * (1 / (1 + 0.12)^4) +$$

$$14509041.24 * (1 / (1 + 0.12)^5) \quad \text{Ec. [18]}$$

$$P = 36338047.9$$

## 5.7 Herramientas de decisión económica

Las herramientas de decisión económica permiten determinar la viabilidad del proyecto en un período establecido en operación, los principales son:

### 5.7.1 Payback

$$\text{Payback} = \text{Inversión inicial} / \text{Flujo de efectivo anual} \quad \text{Ec. [20]}$$

$$\text{Payback} = \text{Q. } 10642550 / \text{Q. } 8380218.8 / \text{año} = 1.27 \text{ años}$$

### 5.7.2 Valor presente neto

$$\text{VPN}_{\text{Total}} = \text{VPN}_{\text{Ingresos}} - \text{VPN}_{\text{Egresos}} \quad \text{Ec. [21]}$$

Donde

$\text{VPN}_{\text{Ingresos}}$  = Incremento en ventas y valor de rescate de maquinaria

$\text{VPN}_{\text{Egresos}}$  = Costo de operación de calentadora e infladora, costo de materia prima y sueldo de operador.

$$\text{VPN}_{\text{Egresos}} = 160052.06 + 128474.22 + 3396926.02 + 163119.74$$

$$\text{VPN}_{\text{Egresos}} = 3848572.04$$

$$\text{VPN}_{\text{Ingresos}} = 170341.54 + 36338047.9$$

$$\text{VPN}_{\text{Ingresos}} = 36508389.44$$

$$\text{VPN}_{\text{Total}} = 36508389.44 - 3848572.04 = \text{Q. } 32659817.4 \quad \text{Ec. [21]}$$

Con el rendimiento deseado del proyecto (12%), el valor presente neto (VPN) es positivo, por lo que el proyecto es viable y factible.

### 5.73. Tasa interna de retorno

$$\text{TIR} = f(\text{VPN} = 0) \quad \text{Ec. [22]}$$

Para evaluar la tasa interna de retorno (TIR), se utilizarán los valores de VPN evaluados para la tasa de rendimiento deseada del proyecto (12%), y para una tasa de interés de (85%) esto con la finalidad de generar el cambio de signo en el valor del VPN, para posteriormente calcular la TIR.

**Tabla XX. Evaluación de tasa interna de retorno (TIR)**

<b>% Interés</b>	<b>VPN</b>
85 %	Q. -351346.67
TIR	0
12 %	Q. 32659817.4

**Fuente:** Evaluación de VPN, valor calculado, herramientas económicas

Realizando la interpolación de datos, para obtener la TIR:

$$C = [ ( (a - e) * (d - f) ) / ( b - f ) ] + e \quad \text{Ec. [23]}$$

$$C = [ ( (85 - 12) * (0 - 32659817.4) ) / (-351346.67 - 32659817.4) ] + 12$$

$$\text{TIR proyecto} = 84.22 \%$$

El valor elevado de la tasa interna de retorno indica que la tasa de interés se puede aumentar de manera significativa con la finalidad de generar mayores ingresos, siempre y cuando la TIR no se rebase para mantener la rentabilidad del proyecto, es decir un valor presente neto positivo<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> 2003 Lee, Samuel. Preparación y evaluación de proyectos, pág. 84





## CONCLUSIONES

1. Con la optimización de la línea de producción desde la preparación de los moldes de Pet, para la elaboración botellas hasta el embalaje del aceite envasado en la bodega de producto terminado, tiempo de producción se reduce un 22.64%
2. La implementación, instalación y operación del equipo propuesto en el departamento de plásticos genera un aumento en el volumen productivo en 33.68%, mejorando la productividad a 62.36 %, con una producción de 60924 piezas / mes.
3. Con la estandarización de tiempos en la línea de producción a partir del sistema de nivelación de Westinghouse se mejora la eficiencia del proceso en 46.99% a partir del método actual, aumentado a 78.47 %.
4. El diagrama hombre máquina es una herramienta de gran ayuda para determinar la productividad del método empleado, por lo que la implementación del nuevo método es rentable a OLMECA S.A. debido que la productividad aumenta 12.62 % en el departamento de envases.
5. El estudio financiero indica que el proyecto es rentable, ya que la tasa interna de retorno es de (84.22 %), generando un valor presente neto positivo, retornando la inversión en un período de 1 año y 4 meses.
6. Con el rendimiento del 12 % del proyecto, la inversión es productiva y necesaria para aumentar los canales de venta, permitiendo períodos cortos de entrega.



## RECOMENDACIONES

1. Con el mejoramiento de la línea de producción de aceite vegetal en presentación del 900 mililitros, se plantea la forma correcta de operación y el aprovechamiento de recursos para las diversas líneas de envasado en sus diversas presentaciones (2.5 litros, galón y latas industriales de 5 galones).
2. Optimizar el uso de la etiquetadora en la línea de envasado, ya que no se puede realizar mejoras en tiempos de operación debido al diseño de la maquinaria. Modificaciones mecánicas permitirían aumentar el ritmo de producción y con ello mejorar la eficiencia de la línea de producción.
3. Proveer a los operarios de la línea de envasado con protección personal: gafas, mascarillas, casco, guantes y protectores auditivos, para evitar accidentes en las diversas estaciones de trabajo, ya que el ritmo de producción es acelerado.
4. Elaborar un plan de seguimiento sobre las metas de producción por turno para mejorar la capacidad instalada en la bodega de producto terminado, implementando un sistema de entregas a tiempo por el departamento de despachos.
5. Aumentar el porcentaje de rentabilidad de proyecto, ya que la tasa interna de retorno es alta, respecto al valor propuesto (12 %), con la finalidad de aumentar el nivel productivo y con ello mejorar las utilidades anuales de la inversión y costos de producción implementados.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BOTEÑO Calderón, Rubén Darío. Aplicación de la ingeniería de métodos a la industria guatemalteca. Trabajo de Graduación. Ingeniero Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1999.
2. GARCÍA Criollo, Roberto **Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición de trabajo.** Segunda Edición. Editorial McGraw Hill. México 1999.
3. LEE Smith, Samuel. **Preparación y evaluación de proyectos.** Editorial Altamira. Segunda Edición. México 2003.
4. LEE Smith, Samuel. **Preparación y evaluación de proyectos.** Editorial Altamira. Segunda Edición. México 2003.
5. LOCKYER, Keith. **La producción industrial.** Editorial Alfaomega. Segunda Edición. México 2001.
6. MAYRAND Hodson, William. **Manual del Ingeniero Industrial.** Editorial McGraw Hill. Segunda Edición. México 1996.
7. NIEBEL, Benjamín. **Ingeniería industrial, métodos, estándares y medición de trabajo.** Editorial Alfaomega 11na. Edición. México 2005.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. GARCÍA Criollo, Roberto **Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición de trabajo.** Segunda Edición. Editorial McGraw Hill. México 1999.
2. MAYRAND Hodson, William. **Manual del Ingeniero Industrial.** Editorial McGraw Hill. Segunda Edición. México 1996.
3. NIEBEL, Benjamín. **Ingeniería industrial, métodos, estándares y medición de trabajo.** Editorial Alfaomega. 11na. Edición. México 2005.
4. LEE Smith, Samuel. **Preparación y evaluación de proyectos.** Editorial Altamira. Segunda Edición. México 2003.





## **ANEXOS**

**Figura 5. Redistribución de infladora y envasadora**

