

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y  
AGROINDUSTRIA**

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA  
PRODUCTIVIDAD, EN LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE  
ARMADORES, A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEL TRABAJO, EN LA EMPRESA DE PRODUCTOS  
PLÁSTICOS PARTIPLAST**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGÍSTER (MSc.)  
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

**RODRIGO RIGOBERTO MORENO PALLARES**

**DIRECTOR: ING. FAUSTO ERNESTO SARRADE DUEÑAS MSc.**

**Quito, abril de 2017**

## **DERECHOS DE AUTOR**

© Escuela Politécnica Nacional (2017)  
Reservados todos los derechos de  
reproducción

## **DECLARACIÓN**

Yo, Rodrigo Rigoberto Moreno Pallares, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Rodrigo Rigoberto Moreno Pallares

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Rodrigo Rigoberto Moreno Pallares, bajo mi supervisión.

\_\_\_\_\_  
Ing. Fausto Sarrade MSc.  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AUSPICIO**

La presente investigación contó con el auspicio de la empresa de productos plásticos PARTIPLAST. El proyecto, propuesta de mejora de la productividad, en la línea de elaboración de armadores, a través de un estudio de tiempos del trabajo, se realizó en la empresa de productos plásticos PARTIPLAST.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme su amor incondicional y brindarme la inteligencia, sabiduría y paciencia en el transcurso de mi carrera.

A mis querido padres Simón Rodrigo y Blanca Lucila, por su esfuerzo entregados y por darme su mejor herencia, mi formación profesional.

A mis queridas hijas Camila y Valentina por su apoyo, cariño y comprensión.

A la empresa de productos plásticos PARTIPLAST a la persona:

Ing. Jorge Paucar (Gerente General)

Por el apoyo brindado.

Al ingeniero Fausto Sarrade, director de tesis de grado, por guiarme en el desarrollo de este estudio.

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño, a mis queridos padres Rodrigo y Lucila, mis preciosas hijas Camila y Valentina, mis hermanos Angelita y Gerardo, mis sobrinas Carolina y Alejandra, por su abnegación apoyo y paciencia en todos los momentos de mi vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xii</b>
<b>1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	
1.1 Introducción al estudio de trabajo	1
1.1.1 Productividad	1
1.1.1.1 Criterios para analizar la productividad	2
1.1.1.2 Productividad y nivel de vida	3
1.1.1.3 Productividad en los servicios	4
1.1.2 Estudio de tiempos	5
1.1.3 Importancia del estudio de tiempos	6
1.1.4 Requerimientos del estudio de tiempos	8
1.1.4.1 Responsabilidad del analista	8
1.1.4.2 Responsabilidad del supervisor	9
1.1.4.3 Responsabilidad del operario	10
1.1.5 Equipo para el estudio de tiempos	10
1.1.5.1 Cronómetro	13
1.1.5.2 Cronómetros electrónicos asistidos por computadora	14
1.1.5.3 Cámara de video grabación	14
1.1.6 Elementos del estudio de tiempos	14
1.1.6.1 Elección de la operación	15
1.1.7 Necesidades específicas del estudio de tiempos	15
1.1.7.1 Elección del operario promedio	15
1.1.7.2 Posición del observador	16
1.1.7.3 División de la operación en elementos	17
1.1.8 Método de estudio de cronometraje	17
1.1.8.1 Método de regreso a cero	18
1.1.8.2 Método continuo	18
1.1.8.3 Análisis de comprobación del método de trabajo	19
1.1.8.4 Manejo de dificultades	19
1.1.8.5 Ejecución del estudio de tiempos	20
1.1.8.5.1 Objeto de la operación	21



1.1.8.5.2	Diseño de la pieza	21
1.1.8.5.3	Tolerancias y especificaciones	22
1.1.8.5.4	Material	23
1.1.8.5.5	Proceso de manufactura	23
1.1.8.5.6	Preparación de herramientas y patrones	24
1.1.8.5.7	Condiciones de trabajo	24
1.1.8.5.8	Manejo de materiales	25
1.1.8.5.9	Distribución de maquinaria y equipo	25
1.1.8.5.10	Principio de economía de movimientos	26
1.1.9	Desempeño del operario	26
1.1.10	Cálculos del estudio	27
1.1.11	El tiempo estándar	29
1.1.11.1	Aplicaciones del tiempo estándar	29
1.1.11.2	Ventajas de la aplicación del tiempo estándar	30
1.1.12	Tiempo normal	31
1.1.12.1	Cálculo del tiempo normal	31
1.1.13	Ritmo de trabajo	32
1.1.13.1	Calificación de la actuación	32
1.1.13.2	Métodos para calificar la actuación	33
1.1.14	Determinación de los suplementos de la medición del trabajo	35
1.1.14.1	Necesidades personales	36
1.1.14.2	Fatiga	37
<b>2</b>	<b>PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>38</b>
2.1	Determinación de la situación actual de la línea de elaboración de armadores en la planta de plásticos.	38
2.1.1	Descripción de la empresa y la línea de elaboración de armadores	38
2.1.2	Situación actual de la línea de elaboración de armadores plásticos	39
2.1.3	Identificación de los principales problemas en la línea de elaboración de armadores	40
2.2	Descripción del método utilizado descomponiendo la operación en elementos.	42

2.3	Medición del tiempo invertido por el operario en cada elemento de la operación.	47
2.4	Cuantificación del ritmo de trabajo del operario calificado.	48
2.5	Determinación de los suplementos para el estudio de tiempos.	49
2.6	Determinación del tiempo estándar en la línea de elaboración de armadores.	50
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>51</b>
3.1	Resultados	51
3.1.1	División de la operación en elementos	51
3.1.2	Número de ciclos a estudiar	54
3.1.3	Factor de actuación de los operarios	57
3.1.4	Determinación de los suplementos	59
3.1.5	Determinación del tiempo estándar en la línea de elaboración de armadores	60
3.1.6	Diagrama actual hombre-máquina	64
3.1.6.1	Tiempos productivos e improductivos	67
3.1.6.2	Tiempos de carga y descarga de máquinas	68
3.1.7	Diagrama actual del flujo del proceso	70
3.1.7.1	Técnica actual de trabajo	71
3.1.7.2	Operaciones productivas e improductivas del método actual	72
3.1.8	Diagrama actual de recorrido del proceso	73
3.1.8.1	Deficiencias de la distribución de planta	74
3.1.9	Análisis del método actual del trabajo	75
3.1.10	Diagrama propuesto hombre-máquina	76
3.1.10.1	Sincronización de actividades de operaciones y máquinas	82
3.1.10.2	Incremento de la productividad en máquinas	83
3.1.11	Diagrama propuesto de flujo del proceso	88
3.1.11.1	Transporte de materia prima y producto terminado	92
3.1.11.2	Operaciones y actividades innecesarias	96
3.1.12	Modificación de la estación de trabajo	98

3.1.13	Diagrama propuesto de recorrido del proceso	99
3.1.13.1	Técnicas de manipulación de materiales	100
3.1.13.2	Recorrido del producto	100
3.1.13.3	Distribución de planta	101
3.1.14	Incremento de la productividad en la mano de obra	104
3.2	Discusión	106
3.2.1	Condiciones que limitan la productividad en la línea de elaboración de armadores	106
3.2.2	Fallas en las máquinas que limitan la productividad en la línea de elaboración de armadores	107
3.2.3	Adquisición de materia prima que limitan la productividad en la línea de producción de armadores	108
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>110</b>
4.1	Conclusiones	110
4.2	Recomendaciones	112
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>113</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>116</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
<b>Tabla 1.1.</b>	Resumen del cálculo del estudio de tiempos	28
<b>Tabla 1.2.</b>	Características de nivelación de los métodos de trabajo	34
<b>Tabla 1.3.</b>	Tabla de calificación de ritmos de trabajo	35
<b>Tabla 1.4.</b>	Producto elaborado en la empresa Partiplast	38
<b>Tabla 2.1.</b>	Producción mensual de armadores de plástico	40
<b>Tabla 2.2.</b>	Cuantificación del ritmo de trabajo	48
<b>Tabla 3.1.</b>	Cálculo del número de observaciones preliminares	55
<b>Tabla 3.2.</b>	Observaciones preliminares	56
<b>Tabla 3.3.</b>	Determinación del factor actuación operario 01	57
<b>Tabla 3.4.</b>	Determinación del factor actuación operario 02	57
<b>Tabla 3.5.</b>	Determinación del factor actuación operario 03	58
<b>Tabla 3.6.</b>	Determinación del factor actuación operario 04	58
<b>Tabla 3.7.</b>	Determinación la tolerancia de máquinas	59
<b>Tabla 3.8.</b>	Determinación del tiempo estándar en la línea de elaboración de armadores	62
<b>Tabla 3.9.</b>	Diagrama hombre-máquina de la inyectora	64
<b>Tabla 3.10.</b>	Resumen del Diagrama hombre-máquina de la inyectora	65
<b>Tabla 3.11.</b>	Diagrama hombre-máquina del molino	66
<b>Tabla 3.12.</b>	Resumen del Diagrama hombre-máquina del molino	66

<b>Tabla 3.13.</b>	Horario de trabajo de la empresa Partiplast	69
<b>Tabla 3.14.</b>	Flujo actual del proceso de la empresa Partiplast	70
<b>Tabla 3.15.</b>	Cálculo de la superficie total utilizada en la empresa Partiplast	74
<b>Tabla 3.16.</b>	Diagrama propuesto hombre-máquina inyectora	78
<b>Tabla 3.17.</b>	Resumen del Diagrama propuesto hombre-máquina inyectora	79
<b>Tabla 3.18.</b>	Diagrama propuesto hombre-máquina molino	81
<b>Tabla 3.19.</b>	Resumen del Diagrama propuesto hombre-máquina inyectora	81
<b>Tabla 3.20.</b>	Producción de armadores en el ciclo estudiado	83
<b>Tabla 3.21.</b>	Cálculo de producción del método actual y método propuesto de la inyectora	84
<b>Tabla 3.22.</b>	Producción de materia prima molida	86
<b>Tabla 3.23.</b>	Cálculo de producción del método actual y método propuesto del molino	86
<b>Tabla 3.24.</b>	Diagrama propuesto del flujo del proceso	88
<b>Tabla 3.25.</b>	Reducción de operaciones en la elaboración de armadores	90
<b>Tabla 3.26.</b>	Utilización de distancias en el proceso de elaboración de armadores	91
<b>Tabla 3.27.</b>	Horario de trabajo propuesto	93
<b>Tabla 3.28.</b>	Relación tiempo y distancia método actual y propuesto	94
<b>Tabla 3.29.</b>	Producción de armadores en el ciclo estudiado	96
<b>Tabla 3.30.</b>	Distribución de operaciones propuesta	101
<b>Tabla 3.31.</b>	Códigos de proximidad para distribución de planta	102
<b>Tabla 3.32.</b>	Aspectos de identificación del proceso	<b>103</b>
<b>Tabla AI.1.</b>	Cronometraje de elementos	116
<b>Tabla AII.1.</b>	Resumen análisis causa efecto	118
<b>Tabla AIII.1.</b>	Análisis causa raíz	119
<b>Tabla AIV.1.</b>	Posibles soluciones	120

<b>Tabla AV.1.</b> Factores para análisis de Pareto	121
<b>Tabla AVII.1.</b> Datos de producción y promedio	122
<b>Tabla AVIII.1.</b> Gráfico de producción	122
<b>Tabla AIXI.</b> Simbología estándar	124
<b>Tabla AXI.1.</b> Descomposición en elementos	131
<b>Tabla AXII.1.</b> Resumen de tiempos	132
<b>Tabla AXIII.1.</b> Tiempos preliminares	134
<b>Tabla AXIV.1.</b> Peso de materia prima	135
<b>Tabla AXV.1.</b> Peso producto terminado	136
<b>Tabla AXVI.1.</b> Peso de desperdicio	137
<b>Tabla AXVII.1.</b> Tolerancias recomendadas por la OIT	138

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.1.</b> Tablero apoyo para la toma de tiempos y registros	11
<b>Figura 1.2.</b> Formulario descomposición en elementos	12
<b>Figura 1.3.</b> Formulario resumen de tiempos	12
<b>Figura 1.4.</b> Clasificación de suplementos	36
<b>Figura 2.1.</b> Diagrama subproceso de mezcla	43
<b>Figura 2.2.</b> Diagrama subproceso de molienda	44
<b>Figura 2.3.</b> Diagrama subproceso de inyección	45
<b>Figura 2.4.</b> Diagrama subproceso de producto terminado	46
<b>Figura 2.5.</b> Cronometraje vuelto a cero	47
<b>Figura 2.6.</b> Determinación de los suplementos	49
<b>Figura 3.1.</b> Tiempos de turno de trabajo	51
<b>Figura 3.2.</b> Diagrama de recorrido situación actual	73
<b>Figura 3.3.</b> Área de inyección y control del producto terminado	76
<b>Figura 3.4.</b> Flujograma propuesto de actividades de los operarios	97
<b>Figura 3.5.</b> Flujograma propuesto de recorrido	100
<b>Figura 3.6.</b> Relación de actividades propuesto para la empresa Partiplast	103
<b>Figura 3.7.</b> Diagrama relacional de actividades propuesto para la empresa Partiplast	104
<b>Figura AVI:1.</b> Grafico análisis de Pareto.	122

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO I</b>	
Formulario resumen de tiempos.	117
<b>ANEXO II</b>	
Resumen análisis causa efecto.	119
<b>ANEXO III</b>	
Análisis de posibles causas.	120
<b>ANEXO IV</b>	
Descripción de criterios.	121
<b>ANEXO V</b>	
Perspectiva de Pareto.	122
<b>ANEXO VI</b>	
Diagrama de Pareto.	123
<b>ANEXO VII</b>	
Límites de producción de armadores.	124
<b>ANEXO VIII</b>	
Límites de control.	125
<b>ANEXO IX</b>	
Simbología de proceso.	126
<b>ANEXO X</b>	
Sistema informático	127



**ANEXO XI**

Descomposición en elementos

132

**ANEXO XII**

Resumen de tiempos

133

**ANEXO XIII**

Tiempos preliminares

135

**ANEXO XIV**

Peso de materia prima

136

**ANEXO XV**

Peso de producto terminado

137

**ANEXO XVI**

Peso de desperdicio

138

**ANEXO XVII**

Tolerancias recomendadas por la OIT

139

## RESUMEN

El desarrollo de esta tesis tuvo como objetivo fundamental proponer una mejora de la productividad en base a un Estudio de Tiempos del trabajo, con el fin de determinar el tiempo estándar para llevar un trabajo más eficiente en la línea de producción, el estudio se realizó en la empresa de productos plásticos PARTIPLAST, la cual elabora armadores plásticos, el método utilizado para el análisis es el de cronometraje de vuelta a cero, adicionalmente se utilizó herramientas como: software para registro de datos, tablero de anotaciones, cronometro, cámara fotográfica, calculadora. En el estudio de la situación actual sucede que la empresa no posee información suficiente acerca de su sistema de producción, lo que se considera importante actualizar estos datos para poder realizar los respectivos estudios, se desagregó las operaciones en elementos que a su vez se dividió en cuatro subprocesos que son: de la mezcla, la molienda, el de inyección y el producto terminado teniendo veinte y nueve elementos a estudiar, determinando el número de observaciones para la respectiva toma de tiempos, se calificó la actuación de los operarios para determinar al más idóneo que ayude en el estudio, las tolerancias de las máquinas es de 13,72 %, se determinó el tiempo estándar que es de 14,10 minutos con los respectivos suplementos de los operarios, de igual manera en base al diagrama hombre-máquina se estableció la eficiencia de las máquinas inmersas en la línea de producción, según las observaciones también se incluye los recorridos y distribución en planta, esta investigación resalta la importancia en la determinación del tiempo estándar, ya que con la ayuda del estudio de tiempos la empresa de productos plásticos Partiplast en su línea de elaboración de armadores, conociendo su alcance, limitaciones y capacidades de producción, teniendo una mejor visión en la toma de decisiones para proveedores y clientes.

## INTRODUCCIÓN

La fabricación de productos plásticos utilizando como materia prima productos reciclados. hoy en día es uno de los factores para que las empresas tengan una oportunidad de producir a un costo bajo y diversificar productos, la empresa de productos plásticos PARTIPLAST, dedicada a la elaboración de armadores plásticos (polipropileno), tiene una demanda actual promedio mensual de 45 272 armadores, la empresa que, con el objetivo de poder ampliar su producción, desea establecer un estudio para poder saber su situación actual y cuál es su futuro en poder aumentar su productividad. Esta expectativa de incremento implica que, en la línea de producción de armadores plásticos, que incluye todas las etapas del proceso, se debe aumentar su capacidad productiva.

De forma similar encontrar un mecanismo de seguimiento de la materia prima, el desperdicio que se genera en cada jornada de trabajo, obtener mayor eficiencia en la mano de obra, ya que existen tiempos improductivos al realizar las actividades sobre todo en traslados innecesarios, determinación de la mejor ubicación de los subprocessos, las etapas del proceso deben poseer un estándar ya sea en tiempo o en cantidad de materia prima a procesar y que está en el proceso, por lo que se emplean los procedimientos básicos del estudio de tiempos, para aprovechar sus instalaciones, maquinaria mano de obra y poder proponer la mejor propuesta para el mejoramiento de la productividad con la utilización de los recursos existentes, bajo el esquema de estudio de tiempos el que involucra: la elección de la operación objeto de análisis, cuantificación del operario, división de la operación en elementos, medición del tiempo invertido, cuantificación del ritmo de trabajo, determinación de los suplementos, determinación del tiempo estándar.

# **1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1.1 INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE TRABAJO**

El estudio del trabajo es una evaluación sistemática de las técnicas utilizadas para la realización de actividades, con el objetivo de mejorar el manejo eficaz de los recursos y crear estándares de beneficio con respecto a las actividades que se ejecutan. El alcance del estudio del trabajo es, examinar la forma cómo se comporta una actividad, para poder modificar, diseñar o simplificar el método de trabajo y tratar de disminuir el trabajo innecesario o excesivo, fijando un tiempo normal para la actuación de esa actividad, un estudio de trabajo disminuirá el tiempo de trabajo sin tener que involucrar gastos ya sea en equipo, o mano de obra esto hace que se relacione directamente con la productividad, si el ritmo de trabajo es el correcto la empresa generará más bienes o servicios con los recursos que dispone (Kanawaty, 1996, p. 9).

### **1.1.1 PRODUCTIVIDAD**

Los constantes cambios en el entorno empresarial e industrial se los estudia desde el enfoque económico y práctico, incluyendo la globalización del mercado, la estratificación de las empresas, genera un esfuerzo por ser más competitivo, sin descuidar la calidad en sus líneas de trabajo, considerando el avance tecnológico, uso de herramientas informáticas, para todo ello y saber en qué condiciones se encuentra un negocio, es conocer su productividad, que es la relación del incremento de la producción por hora-hombre (Freivalds y Niebel, 2009, p. 1).

La productividad son los resultados que se obtienen de un sistema o proceso, esto quiere decir que al aumentar la productividad se logra alcanzar los objetivos que se propone un negocio, considerando todos los recursos empleados, cuando medimos la productividad valoramos los recursos que se han utilizado para producir o generar cierto resultado (Pulido, 2010, p. 21).

Habitualmente a la productividad se la puede observar a través de dos componentes como son, la eficiencia y eficacia, que la eficiencia no es más que la relación existente entre el resultado obtenido y todos los recursos que se han utilizado para lograr ese objetivo, mientras tanto que la eficacia es la magnitud en cuanto se han alcanzado las actividades y resultados planeados, entonces la eficiencia trata de la optimización de los recursos utilizados y la eficacia la utilización de esos recursos para lograr tal objetivo planeado.

La fórmula matemática que se aplica en la mayor parte de estudios es:

$$\mathbf{Productividad = eficiencia * eficacia} \quad [1.1]$$

$$\frac{\mathbf{Unidades\ producidas}}{\mathbf{Tiempo\ total}} = \frac{\mathbf{Tiempo\ útil}}{\mathbf{Tiempo\ total}} * \frac{\mathbf{Unidades\ producidas}}{\mathbf{Tiempo\ útil}} \quad [1.2]$$

La productividad involucra la interacción de varios factores del lugar de trabajo, ya sea por hora trabajada, producción por unidad de material o por unidad de capital, las distintas relaciones que tiene la productividad es afectada por factores importantes, como la calidad, disponibilidad de materiales, escala de operaciones, disponibilidad y capacidad de producción de la maquinaria, nivel de la mano de obra y eficiencia de sus administradores (Domingo, 2013. p. 16).

“La productividad es el valor de los productos (bienes o servicios), dividido entre los valores de los recursos (salario, costo de equipo y similares) que se han usado como insumos” (Krajewski, 2008, p. 13).

#### **1.1.1.1 Criterios para analizar la productividad**

Los parámetros que afectan a la productividad del trabajo se los analiza bajo la visión del Ingeniero Industrial, estos factores conocidos como las “M”, así tenemos hombre (men), dinero (money), materiales (materials), métodos (methods),

mercados (markets), maquinas (machines), medio ambiente, mantenimiento, misceláneos, manufactura (García, 1988, p. 8).

También hay que tener en cuenta los factores externos y estos son en gran medida los causantes de modificar, planear, programar y controlar los métodos productivos, entre estos factores está:

- Disponibilidad de materias primas
- Disponibilidad de mano de obra calificada
- Clima político tributario
- Régimen arancelario
- Infraestructura existente
- Ajustes económicos gubernamentales

El valor de uso que se le den a los recursos son quienes fijan la productividad de una organización de cualquier tipo.

La mejora de la calidad de los productos, genera comparablemente una mejora de la productividad, debido a que hay carencia de reprocesos, menos desperdicios, las horas-hombre, horas-máquina se utilizan para producir productos adecuados para su uso, esto sucede cuando se reduce la variación se obtiene un efecto en cadena que reducen los costos, eleva la competitividad consiguiendo clientes satisfechos y mantenerse en el negocio (Deming, 1989, p. 3).

#### **1.1.1.2 Productividad y nivel de vida**

Cuando la productividad aumenta, el proceso y el trabajo resultarán más económicos y se obtendrán mayores beneficios.

Tales beneficios deben distribuirse de una forma equitativa entre los involucrados de la organización que genera el bien o servicio, una parte que deberán ganar los empresarios, que será la mayoría de este beneficio por razón de sus inversiones y con el deber de seguir promoviendo la productividad de la organización, otra parte está destinada a los obreros que ganarán más de acuerdo al aumento de la

productividad, otro aspecto es importante que también debe beneficiarse el consumidor que al abaratar la producción aumentará la venta de los bienes o servicios.

Al generar más ingresos a los obreros, trabajadores o empleados estos mejorarán su nivel de vida con la oportunidad de que también puedan invertir en otros negocios, por parte de los empresarios a tener una mayor utilidad podrán abaratar los costos de los productos, mejorar sus instalaciones con lo que se logrará seguir aumentando la productividad, los productos al bajar sus costos serán más accesibles para los consumidores, con este aumenta el nivel medio de vida general de la población (García, 1988, p. 9).

#### **1.1.1.3 Productividad en los servicios**

En los servicios la productividad se vuelve un tanto difícil de medir, ya que a menudo siempre se han visto modelos de productividad, pero direccionado a la elaboración de algún bien, la mayor parte de los datos de productividad están relacionados a la producción de bienes, como al pasar del tiempo las empresas de servicios han aumentado, pero su crecimiento en productividad es lento. En este sector de los servicios, la productividad es un tanto escasa por los siguientes aspectos:

- Intensivo en mano de obra
- Enfocado en atributos y deseos individuales
- Una tarea intelectual realizada por profesionales.
- Difícil de mecanizar y automatizar.
- Difícil de evaluar en cuanto a la calidad.

Entre más personalizada y profesional es la actividad mayor es la dificultad para lograr un incremento de la productividad.

La baja productividad también es atribuible a las actividades que tienen baja productividad que antes no se las consideraba dentro del estudio, es así como, el cuidado de los niños, preparación de alimentos, limpieza y lavandería, etc. Es

probable que la inclusión de estas actividades genera un retraso en la productividad, aunque puede ser que la productividad haya aumentado ya que estas actividades se han vuelto más eficientes (Render y Heizer, 2009, p. 19).

Según Zandín, 2005, afirma que los mismos conceptos de productividad o medición de esta, se aplica también a las organizaciones que no producen bienes, que estas empresas al tener demasiados factores que involucran en su actividad hacen difícil medir su productividad, y que solamente se deben centrar en las que generen valor o ayuden a su producción (p. 225).

Según el profesor Ansoff una ventaja competitiva, “son aquellas características diferenciadoras sobre la competencia que reducen los costos de los productos, ventajas que suelen ser el resultado del producto o del mercado”. Esta idea puede precisarse como el conjunto de operaciones y capacidades de una empresa que diseña la manera como intenta conseguir sus objetivos a largo plazo (Alessio, 2004, p. 91).

### **1.1.2 ESTUDIO DE TIEMPOS**

La técnica del estudio de tiempos establece un estándar de tiempo permitido para ejecutar una actividad fijada, en base a una medición del contenido del trabajo del método actual realizado, considerando factores importantes como son, la fatiga, las demoras personales y retrasos inevitables, el analista de estudios de tiempos posee diferentes técnicas que se manejan para crear un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y evaluaciones basadas en datos históricos, cada técnica tiene aplicación en ciertas circunstancias.

Los estudios de tiempo o estándares de tiempo que se determinan con precisión hacen posible producir más en una organización, aumenta la eficiencia del equipo y personal, ya que los estudios mal instituidos llevan a costos altos, disconformidad del personal que afectarán a toda la organización o empresa, el estudio de tiempos



es una técnica para alcanzar un tiempo estándar para efectuar una tarea estipulada (Freivalds y Niebel, 2009, p. 317).

Meyers (2000) y García (1988) estipulan que el estudio de tiempos es una técnica de la medición del trabajo, que es usada para registrar tiempos y ritmos de trabajo que pertenecen a ciertos elementos de una tarea definida en condiciones establecidas, y que al analizar estos datos se determina el tiempo requerido para efectuar esta tarea (p. 22, 178).

El estudio de tiempos que fue planteado por Frederick Taylor en 1881, continúa siendo la técnica más utilizada hasta nuestros días, que consiste en medir el tiempo de una muestra del desempeño de un trabajador y emplear como base para establecer un tiempo estándar (Render y Heizer, 2009, p. 413).

La determinación exacta del tiempo requerido, que una persona realiza en determinada operación o actividad, es el objetivo de un estudio de tiempos, hay muchas maneras de realizar este estudio, así como los tiempos normales MTM, pero la más utilizada es la del uso del cronómetro, las evaluaciones basadas en estos registros de tiempos fijan el tiempo normal de trabajo (Vaghn, 1988, p. 401). Krajewski (2000), deduce que el método de mayor utilización para crear normas de tiempo convenientes a un trabajo se conoce como Estudio de Tiempos y constituye cuatro pasos (p. 178):

- La selección de los elementos de trabajo
- Cronometraje de los elementos
- Determinación del tamaño de la muestra
- Establecimiento de la norma

### **1.1.3 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**

Una organización que opera sin estándares de tiempo obtiene un rendimiento del 60 %, y que al tener estándares de tiempo este rendimiento en promedio incrementará en un 85 % según Meyers (2000), acotando también que un estudio

de tiempos reduce los costos y alcanzará una productividad del 42 %, de una forma similar Freivalds y Niebel (2009) indican que una planta al poseer estándares de tiempo esta producirá más e incrementará la eficiencia del equipo y personal.

Freivalds y Niebel (2009), precisan al estudio de tiempos como un procedimiento para determinar un día de trabajo justo, que desde el punto de vista dentro de una organización el tema se torna un poco confuso ya que se deduce que el día de trabajo justo se lo encontrará, tomando el tiempo de trabajo de un operador calificado al realizar una actividad. En general un día de trabajo justo es aquel que es equitativo para la organización y el empleado, que debe contribuir un trabajo justo por el salario que recibe, con suplementos moderados de retraso personal, los inevitables y por fatiga (p. 145).

Al realizar un estudio de tiempos en la fabricación de un producto es posible alcanzar una estandarización en los procesos, mejorar la planeación, implementar un programa de incentivos, cálculo de los costos que intervienen en la línea de fabricación, como también la programación en entrega a clientes, también se debe tener en cuenta que un estudio mal diseñado o ejecutado acarrea altos costos, pérdida de tiempo del estudio y generar un ambiente laboral inestable, la realización de un estudio de tiempos se lo efectúa a menudo con un motivo específico, que lo percibe el empresario así que debe tener una necesidad como:

- Fabricación de productos nuevos
- Cambios en materia prima, máquinas, herramientas o métodos de trabajo.
- Quejas o descontentos de los trabajadores.
- Existencia de cuellos de botella.
- Para creación de estímulos laborales.
- Existencia de tiempos improductivos.
- Elección de un mejor método de trabajo.
- Costos ocultos o sobrecostos.

Cualquier aspecto para mejorar los métodos de trabajo va atado a la medida del tiempo, esta medida del tiempo es fundamental para poder planificar y evaluar el trabajo, para entrega de producto al cliente en plazos establecidos, balanceo de la línea de producción, realización de presupuestos, asignación de capacidades,

motivación y desempeño de sus trabajadores y tener lineamientos referenciales para la mejora continua a través de equipo (Hil, 2004, p. 33).

La medición de los procesos de trabajo, radica en el estudio de técnicas para establecer con exactitud cuánto tiempo debe emplear un trabajador capacitado en llevar a cabo un proceso de trabajo (Rodríguez, 2007, p. 139).

#### **1.1.4 REQUERIMIENTO DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**

Antes de iniciar con un estudio de tiempos se debe tomar en cuenta ciertos requerimientos para proseguir con el estudio, se deberá establecer el tipo de estudio ya sea una nueva tarea o una tarea anterior, el operario deberá estar familiarizado con la técnica antes de que se estudie la operación, es de gran importancia estandarizar el método en todos los puntos antes de iniciar la operación. El o los analistas deberán comunicar a los representantes de la organización y al operario que se realizará el respectivo trabajo, para que todos tomen sus medidas necesarias de actividades y realizar el estudio sin interrupción alguna, el supervisor o la persona encargada de supervisión del proceso de trabajo deberá verificar material, máquinas, herramientas, insumos que son necesarios y suficientes para realizar la actividad del operario, y capacitando al sector de los operarios explicando el estudio y que cualquier inquietud o pregunta se la responderá sin ningún problema (Freivalds y Niebel, 2009, p. 318).

##### **1.1.4.1 Responsabilidad del analista**

Al realizar cualquier tipo de trabajo en ellos involucra habilidades, esfuerzo físico o mental, y la diferencia de estos factores entre operarios, es fácil para el analista observar y determinar el tiempo que un operario necesita para realizar esa tarea, resulta difícil valorar las variables y determinar el tiempo requerido para esa actividad.

Es trascendental el entendimiento entre supervisor, representante de los operarios, operario y el analista, este último debe tener la certeza de que el método utilizado es el más eficaz también deberá ser justo al momento del estudio y no criticar al operario.

El estudio de tiempos que lo realizará el analista, no afectará directamente al bolsillo de los operarios como a la economía de la organización, así que el trabajo del analista debe ser honesto y meticuloso, las equivocaciones y los malos juicios no solo afecta al operario sino a los representantes de este, descontento entre los operarios, desestabilidad en el ambiente laboral, para que se tengan buenas relaciones en la organización el analista deberá ser bien intencionado, paciente, honrado, es importante que el analista este bien capacitado (Freivalds & Niebel, 2009, p. 319).

En diversas ocasiones se localiza que el tiempo de cumplimiento apreciado por el analista, en una operación nueva o ya desarrollada, resulta lo adecuadamente exacto una vez que el trabajo se ha elaborado, por lo que puede verse para los fines de planeación y evaluación, pero esto no ocurre siempre, sino que con frecuencia tiene que inspeccionarse el tiempo estándar realizado por el analista luego de que la operación ha sido instalada y ha trabajado sin dificultades, si es que ha de emplearse con los fines indicados (Wiley y Sons, 1994, p. 227).

#### **1.1.4.2 Responsabilidad del supervisor**

El supervisor deberá indicar al operario con la debida anticipación que se realizará el estudio, y que el operario participará en él, el operario tiene la seguridad de que el supervisor sabe que se va a establecer una tasa sobre la tarea, con esto podrá indicar algunas dificultades que existe en al momento de realizar la actividad y que deberán ser corregidas antes de determinar el estándar.

El supervisor verificará que el método a establecerse si es el correcto, también de la selección del operario que es apto para este estudio, el supervisor será el encargado de facilitar todo lo necesario para el estudio como el material, herramientas, disponibilidad de máquinas, etc., también verificará que el operario asignado sigue el método ordenado y ayudar a capacitar a los demás operarios para mejorar el método, el supervisor deberá estar preparado para responder cualquier pregunta de los operarios. Una vez concluido el estudio el supervisor comprobará si es viable o no el estudio, notificará al departamento responsable para indicar si se cambia el estándar o no (Freivalds y Niebel, 2009, p. 320).

#### **1.1.4.3 Responsabilidad del operario**

Todo operario debe poseer interés en el bienestar y estabilidad de la organización, apoyar en todos los procedimientos y prácticas que implemente, los nuevos métodos serán realizados con toda la responsabilidad e integridad de cada operario, deberá ayudar con la determinación de fallas y tratar de eliminarlas, también tiene el deber de sugerir para mejorar las actividades de la organización, como el operario está más cerca del trabajo contribuirá de mejor manera al método de trabajo. El operario debe ayudar en todo momento al analista en la división de la actividad en elementos, con lo que asegurará todos los detalles específicos, el operario trabajará a un paso normal sin incluir movimientos innecesarios al momento del estudio, seguirá el método establecido para que el tiempo estándar no sea muy amplio (Freivalds y Niebel, 2009, p. 220).

#### **1.1.5 EQUIPO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS**

Para un estudio de tiempos se debe tener como materiales fundamentales, un cronómetro, un tablero de observaciones, formularios de estudio de tiempos, también estos pueden ser reemplazados por sus similares electrónicos, de igual manera en su oficina contará con instrumentos de medida como, cinta métrica,

regla metálica, una calculadora un ordenador, un micrómetro, balanzas un reloj de precisión (Kanawaty, 1996, p. 273).

Los tableros de observaciones en su mayoría son de un material plástico, en este tablero se ubicarán los formularios para apuntar las observaciones, las particularidades de un tablero son su dureza y su dimensión, deberá ser de dimensiones superiores a las del formulario los tableros pueden o no tener un dispositivo para retener el cronómetro, de tal manera que el especialista pueda quedar con las manos libres y observar fácilmente el cronómetro.

En la actualidad pueden existir tableros que tengan incorporados cronómetros electrónicos e incluso calculadoras, este simplifica mucho los movimientos del especialista.



**Figura 1.1.** Tablero apoyo para la toma de tiempos y registros

Un estudio de tiempos implica los registros de una gran cantidad de datos (descripción de elementos, observaciones, duración de elementos, valoraciones, suplementos, notas explicativas), es probable que tanto los tiempos como las observaciones puedan registrarse en hojas en blanco o de distinto formato cada vez. Se adoptado formularios para reunir datos como los formularios para estudiar los datos reunidos.

Estudio N°:	ESTUDIO DE TIEMPOS: continuación				Hoja N°:	de				
Descripción del elemento	V	C	T.R	T.B	Descripción del elemento	V	C	T.R	T.B	
Nota: V= Valoración. C= Cronometraje. T.R = Tiempo Restado. T.B = Tiempo Básico										

**Figura 1.2.** Formulario descomposición en elementos

Fecha de estudio	Estudio No. 01		HOJA DE ESTUDIO																											Metodo
	No de Personas: 4	Hora:																												Analista
ELEMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
LÍNEA DE PRODUCCION																														
CICLO																												ELEMENTOS EXTRAÑOS		
																												OBSERVACIONES:		

**Figura 1.3.** Formulario resumen de tiempos

### 1.1.5.1 Cronómetro

Entre los seis tipos de cronómetros que se usan hoy en día el más utilizado es el digital, la organización puede escoger el tipo de cronómetro, como:

- El cronómetro mecánico continuo, se utiliza en el estudio de tiempos continuos, donde la técnica requiere iniciar el cronómetro cuando el operador termina un componente y dejarlo andar hasta que el estudio este completo, mientras el cronómetro sigue marcando el analista lo lee al final de cada elemento y anota.
- Cronómetro mecánico de restablecimiento rápido, está diseñado para la técnica básica del estudio de tiempos es la del restablecimiento rápido, cada vez que termina un elemento el analista lee el cronómetro y de inmediato lo reestablece a cero, con lo que toma nuevamente automáticamente el tiempo del siguiente elemento.
- Estudio de tiempos con tres cronómetros, se compone de una tabla donde se colocarán tres cronómetros continuos ya que al oprimir por primera vez el cronómetro este se detiene, la segunda vez se restablece y la tercera vez se vuelve a activar, cuando el operador termina el elemento el analista tira de una palanca común que oprime los tres cronómetros uno de estos se detiene de manera que se pueda leer, el segundo se activa para cronometrar el elemento actual y el tercero se restablece a cero, la ventaja es que en la técnica no hay que restar para calcular tiempos elementales.
- Cronómetro para la medición de los tiempos de métodos, este cronómetro mide en cienmilésimas de hora, es decir un TMU (unidad de medición del tiempo) la manecilla gira una revolución en 0,001 de horas (3,6 segundos) su fin es reducir los cálculos matemáticos, la manecilla del cronómetro de horas decimales se mueve más rápido que uno de minutos decimales.
- Cronómetros digitales y electrónicos, se presentan en varios estilos, algunos cuentan con memoria, donde se pueden recuperar nueve lecturas y almacenar 500 lecturas, lo que mejora la precisión debido a la capacidad de estudiar



tiempos con tres decimales, con este cronómetro se anotan los tiempos de terminación y luego los tiempos de los elementos recuperándolos de su memoria (Meyers, 2000, p. 142).

#### **1.1.5.2 Cronómetros electrónicos asistidos por computadoras**

En este cronómetro se digitan las mediciones de las observaciones y se registran en una memoria en lenguaje de computadora, las lecturas del tiempo acontecido se registran de manera automática. Los datos de entrada y el tiempo transcurrido se transmiten directamente del cronómetro a casi todas las computadoras personales a través de un cable de salida. La computadora prepara la impresión de reportes, descarta el trabajo de calcular en forma manual los tiempos elementales normales, las holguras y los estándares de operación. Los estudios se pueden hacer en milésimas de minutos o en miles de milésimas de hora.

#### **1.1.5.3 Cámara de videograbación**

El analista al filmar una operación y después estudiarla un cuadro a la vez, puede registrar los datos puntuales del método usado y luego establecer valores de tiempos normales. Debido a que todos los acontecimientos se encuentran grabados, esta es una manera justa y precisa de considerar el desempeño. Las videograbaciones también son excelentes para la capacitación de los analistas de tiempos, pues se pueden repetir las secciones hasta que obtengan habilidad suficiente (Freivalds & Niebel, 2009, p. 324).

### **1.1.6 ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**

El estudio de la medición del tiempo es una ciencia más que un arte, el analista debe dar confianza y aplicar su juicio correcto, desarrollando un enfoque de acercamiento al personal con el que va a trabajar, su preparación y capacitación

profesional son fundamentales para la realización del estudio, en estos elementos están inmersos, la selección del personal, análisis del trabajo y descomponerlo en elementos, registro de valores transcurridos, cálculo de la calificación del operario y la asignación de suplementos.

#### **1.1.6.1 Elección de la operación**

Señalar la operación a medir, el tiempo, la decisión que dependerá del objetivo que se pretende conseguir con el estudio de la medición del tiempo.

#### **1.1.7 NECESIDADES ESPECÍFICAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**

Se pueden emplear criterios para hacer la elección:

- Ordenar las operaciones según como se presenten en la actividad.
- Relacionar el costo anual de la operación.

#### **1.1.7.1 Elección del operario promedio**

En el estudio de tiempos se hace distinción entre trabajador representativo y el trabajador calificado, el representativo posee la competencia y el desempeño que corresponde al promedio del grupo estudiado, lo que no coincide con el concepto de trabajador calificado este tiene una importancia significativa en el estudio.

“Trabajador calificado es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad” (Kanawaty, 1996, p. 291).

La elección del trabajador u operario calificado tiene su razón, ya que si el estudio sirve para calcular algún costo, se debe gestionar que sean de un nivel que pueda obtener y conservar un trabajador calificado sin excesivo agotamiento, los

trabajadores laboran a un ritmo diferente de cada uno, estos tiempos deben ajustarse para ese nivel, empleando componentes que dependerán del especialista en el estudio, al observar a trabajadores no aptos para el estudio ya sean lentos o demasadamente rápidos, esto dará como resultado tiempos largos o muy cortos, que no conviene económicamente a la organización y sean injustos para el trabajador y origine quejas. El analista en conjunto con el supervisor y representante de los trabajadores, indicarán al operador calificado cual es el objeto del estudio a realizar, que deberá trabajar de forma habitual y que, si existen errores o dificultades mencionarlos para poder solucionarlos, no deberá utilizarse para el estudio el tiempo por trabajadores recién asignados a esa actividad (Kanawaty, 1996, p. 292).

#### **1.1.7.2 Posición del observador**

El especialista adoptara una posición alejada del operario para que el trabajador pueda volverse la cabeza y pueda realizar alguna pregunta, los materiales necesarios como el tablero, los formularios y el cronómetro deberán estar a la vista para poder realizar correctamente las mediciones, no es procedente cronometrar al trabajador desde una posición oculta o llevando el cronómetro en el bolsillo, el estudio no debe ocultar nada. El analista todo el tiempo del estudio estará de pie no podrá tender a una posición de acomodo o relajamiento tampoco sentarse o recostarse, ya que esto generaría al trabajador incomodidad de que todo el trabajo pesa sobre él y el especialista perderá el respeto del trabajador, según experiencias los registros se tomarán de pie ya que se necesitará gran concentración en tiempos de los elementos o ciclos muy rápidos, esto hará que el trabajador se habitúe y trabaje de forma normal. Por otro lado, se debe tener en cuenta a los trabajadores nerviosos la mayor parte son mujeres las que trabajan más aprisa, el analista detendrá el estudio y conversará con el trabajador y si es posible dejándole solo hasta que se le pase. Si hay variaciones en los tiempos y no influye el equipo, herramienta o material, se trata del desempeño del operario de igual manera el especialista debe parar el estudio y hablar con el supervisor para que verifique el desempeño (Kanawaty, 1996, p. 293).

### **1.1.7.3 División de la operación en elementos**

Para mayor facilidad del estudio se dividirán los grupos de movimientos denominados elementos, para poder determinar los elementos, el analista observará al operario durante varios ciclos. Si este tiempo de ciclo es mayor de 30 minutos puede describir el elemento mientras realiza el estudio, es preferible determinar los elementos antes de iniciar el estudio.

Estos elementos deberán ser lo más desglosados posible pero no tanto para la toma de las lecturas, para la identificación de los términos de cada elemento para poder medir se tomará en cuenta sonidos que produce el elemento, cada uno de los elementos se registra según el orden adecuado se incluirá la división de la tarea por sonidos o movimientos distintivos, para cada acción de inicio y termino del proceso ya sea soltar, rotación de la máquina, sonido de girar, etc.

Los analistas con frecuencia realizan una división del elemento estándar según las instalaciones o complejidad de la empresa.

Se debe tener en cuenta:

- Separar los elementos manuales de los mecánicos, porque las evaluaciones afectan de menor proporción a las máquinas.
- Apartar los elementos variables de los constantes.
- Si se repite un elemento no se realizará nuevamente la descripción de este. (Freivalds y Niebel, 2009, p. 332).

### **1.1.8 Método de estudio de cronometraje**

El estudio de tiempos utilizando la técnica de cronometraje es la más común para determinar los estándares en las organizaciones manufactureras, el estándar de tiempo es el más importante en una empresa y el único estudio aceptable para lograr este estándar es el de uso del cronómetro, al pasar el tiempo de aplicación de esta técnica se ha llegado a negociar entre los empresarios y trabajadores el

estudio de tiempo con el cronómetro, y lo han hecho también los representantes, sindicatos de trabajadores, conocen acerca del estudio de tiempo y se han capacitado en este aspecto, de igual manera los analistas del estudio han sido personal trabajador como a nivel administrativo o externo, cabe recalcar cualquier persona que sea el analista este deberá cumplir los mismos requisitos ser honrado, honesto y justo. El estudio de tiempos utilizando el cronómetro es una tarea difícil ya que existe resistencia por parte de los trabajadores, el analista va a estar bajo presión de los trabajadores como la gerencia de la empresa (Meyers, 2000, p. 135).

#### **1.1.8.1 Método de regreso a cero**

Este método es ventajoso cuando se trabaja con elementos largos porque sus lecturas se ajustan de mejor manera con regreso a cero, los valores determinados en el elemento, la lectura con la técnica de regreso a cero se la registra directamente y no es necesario hacer restas sucesivas, también se registran los elementos que el operario los realiza en forma desordenada, en esta técnica no se registran los retrasos, esta técnica puede llevar a estudiar una muestra demasiado pequeña. La desventaja del método está en que se suscitan los elementos individuales, se eliminan de la operación, estos no se los puede estudiar de forma autónoma ya que los tiempos elementales dependen de los elementos anteriores y posteriores, esto puede llevar a resultados equivocados en las lecturas aceptadas, se dificulta el estudio si estos son elementos cortos (Freivalds y Niebel, 2009, p. 333).

#### **1.1.8.2 Método continuo**

Este método presenta un registro completo del periodo de observación, donde se incluyen todos los retrasos y elementos extraños, como todos los hechos se presentan con claridad es más fácil la explicación de tiempos con esta técnica, este método se adapta muy bien a la medición de elementos muy cortos.

Se demanda más trabajo de oficina para deducir el estudio, si se usa el método continuo, la lectura del cronómetro en los puntos terminales de cada elemento mientras las agujas del reloj continúan su movimiento, es preciso realizar restas continuas de las lecturas próximas para establecer el tiempo transcurrido en cada elemento (Freivalds y Niebel, 2009, p. 334).

### **1.1.8.3 Análisis de comprobación del método de trabajo**

De ningún modo se debe cronometrar una operación que no haya sido sistematizada, la sistematización de los métodos de trabajo es la manera en la cual se fija en forma escrita una medida de método de trabajo para cada una de las operaciones, en estas se detallan el lugar de trabajo y sus particularidades, las máquinas, herramientas, los materiales, el equipo de seguridad protección personal, las necesidades de calidad para la operación y parámetros, estudios de los movimientos de mano derecha y mano izquierda.

Un trabajo estandarizado indica que una pieza de material será siempre adjudicada al operario, de igual estado y que él será capaz de establecer su operación haciendo una cantidad determinada de trabajo, con los movimientos elementales, mientras siga utilizando el mismo prototipo y bajo las mismas situaciones de trabajo, la ventaja de la estandarización del método de trabajo deriva un aumento en la pericia de cumplimiento del operario, lo que mejora la calidad y reduce la supervisión personal, el número de registros necesarios será mínimo, lográndose una disminución en los costos.

### **1.1.8.4 Manejo de dificultades**

En la mayor parte de nuestra vida cotidiana en donde hemos llegado a una decisión de forma directa, lo hacemos sin realizar algún análisis lógico o secuencial, esta certidumbre se ocasiona en que no percibimos el proceso mental que hemos seguido para obtener la solución, inclusive en las decisiones más ordinarias de manera consiente o no, nos percatamos o no de ello (Bain, 1995, p. 3).

En algunas ocasiones es posible que se omita algún punto terminal específico, esto confundirá el estudio, mientras menor la frecuencia de ocurrencia será más sencillo calcular el estudio, por ningún motivo se debe aproximar o registrar un valor faltante, si esto ocurriera se destruiría por completo la validez del estándar determinado para ese elemento originando diferencias en los estándares futuros, si esto llegara a ocurrir que no se repita de forma frecuente ya que se puede tratar de un operario no experimentado o falta de estandarización en el método, si se descartan elementos varias ocasiones, el analista detendrá el estudio e investigará la necesidad de establecer los elementos omitidos.

Puede existir elementos que ya se hayan realizado en una secuencia diferente, esto se produce cuando el estudio se lo hace a un operario no calificado, se procederá a marcar con una raya horizontal en la columna TC y se registrará los tiempos de inicio y final del elemento, este procedimiento se realizará para cada el elemento fuera de orden.

En el estudio también pueden existir elementos extraños como la interrupción por otro operario o supervisor, problemas con la herramienta o equipo, un descanso, etc. estos elementos extraños se los denotará de forma alfabética, y se anotará en la columna TN, estos se registrarán en la parte de elementos extraños.

Los elementos no controlados pueden aparecer en tiempos muy cortos y que no se los puede registrar, el método que se empleará será el que se acumule con el elemento, se lo marcará y se lo designará como un valor no controlado (Freivalds y Niebel, 2009, p. 338).

#### **1.1.8.5 Ejecución del estudio de tiempos**

El analista deberá registrar toda información pertinente que la obtendrá mediante la observación directa, esto será su soporte para responder algunas dudas a lo largo del estudio.

Esta información se la puede agrupar de la siguiente manera;

- Información que admita identificar el estudio cuando se requiera
- Información que acceda a identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina
- Información que consienta identificar al operario
- Información que permita representar la permanencia del estudio

El estudio será de manera sistemática del producto y del proceso, para proporcionar la producción y descartar ineficiencias, lo cual compone el análisis de la operación (Abraham, 2008, p. 122).

#### **1.1.8.5.1 Objeto de la operación.**

Es necesario determinar antes de realizar el estudio si esa operación o actividad es necesaria, que objeto útil tiene, o tal vez puede ser reemplazada o combinarla con otra o simplemente eliminarla, para ayudar a este análisis podemos cumplir lo siguiente:

- La operación innecesaria surge debido a la práctica inoportuna de una operación preliminar.
- Una operación innecesaria puede aparecer debido al proceso de exploración de mejora en operaciones posteriores.
- Una operación innecesaria puede aparecer debido al criterio de que el producto tendría mayor demanda en el mercado.
- Una operación innecesaria puede asomar al uso de herramientas y equipos inadecuados (García, 1988, p. 188).

#### **1.1.8.5.2 Diseño de la pieza**

El diseño en la organización es importante ya que establece la medida que un producto satisfaga las necesidades del cliente, en la realidad este factor del diseño es más importante que el mismo costo, se debe tener en cuenta que los diseños no



son permanentes y se debe estudiar el diseño actual y verificar si es posible cambiarlo con el objetivo de reducir el costo sin afectar la utilidad del producto teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Abordar con un material mejor
- Unir mejor las piezas
- Facilitar el maquinado
- Facilitar el diseño

(García, 1988, p. 189).

Las organizaciones deben instituir una infraestructura que permita, el diseño y desarrollo rápido de productos de calidad e innovadores, manejarse de una forma política al mejoramiento continuo, establecer sistemas flexibles en su producción con suficiente capacidad para producir con rapidez productos a bajo costo, modificables para satisfacer las necesidades de sus clientes (Frazier, 2000, p. 109).

#### **1.1.8.5.3 Tolerancias y especificaciones.**

Se establecen especificaciones para conservar cierto grado de calidad, las especificaciones correctas protegerán la reputación y demanda del producto, las tolerancias y especificaciones no se las tomarán a la ligera ya que estas pueden ser necesaria o innecesarias en cierto modo para facilitar las operaciones (Neira, 2006, p. 189).

Los diseñadores pueden establecer especificaciones muy rígidas, pero no saben en cuánto costaría realizar estos procesos, los analistas debe tener claro los costos y como perjudicaría el precio de venta en una reducción de tolerancias o rechazos, para ser más competitivos se debe fabricar como indica el diseño con dimensiones indicadas, con un correcto procedimiento de inspección, en calidad, cantidad, dimensiones y desempeño, y tener mucho cuidado ya que la inspección se vuelve monótona y es posible que en la inspección pasen productos no conformes.

Al poseer un correcto estudio de tolerancias y especificaciones, con un desempeño satisfactorio. Se pueden reducir costos de inspección, desperdicio, mantenimiento de máquinas y mantener una calidad alta (Domingo, J, 2015, p. 69).

#### **1.1.8.5.4 Material.**

La adquisición de materiales constituye en gran porcentaje del costo total del producto, la selección y uso es de gran importancia, al seleccionar de manera adecuada el material se reduce el costo de la pieza, disminuye el desperdicio dando un producto satisfactorio al cliente, al seleccionar un material se debe enfocar en:

- Seleccionar el material adecuado para el proceso, su precio y de fácil manejo.
- El costo del material en tamaño y condición
- El uso eficiente del material
- Mejor uso de herramientas y accesorios.

(García, 1988, p. 190).

Los productos buenos y confiables no se pueden hacer con materiales y piezas defectuosas, la ayuda de la tecnología representa hacer buenos productos con materiales de la calidad más baja posible, varios factores referentes son:

- Especificaciones de materias primas y piezas
- Distinción entre artículos comprados y fabricados
- Contratos y documentación
- Experimentos conjuntos con los proveedores

(Ishikawa, 1994, p. 71).

#### **1.1.8.5.5 Proceso de manufactura**

Desde un enfoque económico se considera a la producción, como la función productiva del proceso económico que agrega valor en la modificación de los componentes en bienes o servicios, para poder satisfacer las necesidades de los clientes (Guitart, 2014, p. 2014).

Se debe investigar de manera sistemática los procesos y permitirá establecer métodos más eficientes, ya que existen diferentes formas de elaborar un producto y que surgirán nuevos métodos:

- Al cambiar una operación se observará el efecto en otras operaciones
  - Tratar de mecanizar operaciones manuales
  - Seleccionar la máquina más eficiente
  - Operar eficientemente la máquina adecuada
- (García, 1988, p. 190).

#### **1.1.8.5.6 Preparación de herramientas y patrones**

La cantidad de aditamentos y patrones que se utilizarán en la elaboración del producto se determinarán por la cantidad de este, según la actividad de elaboración se justifican los aditamentos y patrones estos serán primordiales o especiales.

Para el desarrollo del método se tomará en cuenta lo siguiente:

- Reducir el tiempo para hacer una elaboración utilizando una mejor planeación
  - Diseñar la preparación para utilizar totalmente la capacidad de la máquina
  - Desarrollar mejores utensilios de trabajo
  - Desarrollar mejores métodos para precisar el trabajo
- (Bateman, 2001, p. 191).

#### **1.1.8.5.7 Condiciones de trabajo**

La referencia que la productividad y las condiciones de trabajo son aspectos que llevan independencia, ya que en un principio los accidentes laborales los consideraban como costos directos, luego se verificaron factores y afectaban a la empresa en sus costos, ya que se debía sustituir al trabajador, pérdida de tiempo, investigaciones análisis de enfermedades profesionales y un sinnúmero de afectaciones a la empresa, las malas condiciones de trabajo como los horarios excesivos, iluminación , ventilación, disminuye la productividad y mayor productos

defectuosos, está comprobado que en un ambiente que el organismo humano se adapte este a su vez trabajará de forma más óptima.

No solamente un ambiente laboral peligroso afecta directamente en accidentes y enfermedades profesionales, también las condiciones de trabajo que no sean adaptables a la posición cultural, social de los trabajadores afectará a la calidad y cantidad del producto (Kanawaty, 1996, p.35).

#### **1.1.8.5.8 Manejo de materiales.**

El movimiento de producto terminado y materia prima de un lugar a otro es un componente de costo final de un producto, ya que estos se los transporta internamente, pero de igual manera otros departamentos que no son productivos necesitarán transportar alguna clase de materiales, herramientas, accesorios de igual manera como los documentos todo esto ha entrado al campo del manejo de materiales e incluso las personas se lo ha tratado como materiales ya que estos realizan actividades de movimientos, que han de constituir o afectan al producto final.

Todo tipo de movimiento o traslado se lo considera como un movimiento de materiales, es así al colocar materia prima en una máquina, o quitándolas cuando se ha terminado la operación (Richard, 2000, p. 119.).

#### **1.1.8.5.9 Distribución de maquinaria y equipo**

El interés de los procesos fijan directamente a los equipos y maquinarias a manejar y ordenar, se tendrá que considerar su tipo y número existente de cada clase así como el tipo de cantidad de equipos y su herramienta, la comprensión de los factores concernientes a la maquinaria en general, tales como el espacio requerido, forma altura, peso y cantidad de operarios requeridos, riesgos para el personal necesidad de servicios auxiliares, etc. se muestra imprescindible para poder enfrentar un correcto y completo análisis de distribución (Machuca, 1999, p. 279).

En una organización la asignación física de los métodos productores dentro de su infraestructura, es una decisión importante al igual que las decisiones de su localización, esta establece la eficiencia de las operaciones a largo plazo (Koenes, 1995, p. 77).

#### **1.1.8.5.10 Principio de economía de movimientos**

En un principio para el diseño del trabajo manual se realizó a través del estudio de la economía de movimientos, luego los estudios se profundizaron y se los clasificó en tres grupos básicos, el uso del cuerpo humano, condiciones del lugar de trabajo, diseño de herramientas y equipo, estos principios se basan en factores anatómicos, bioquímicos y fisiológicos del cuerpo humano, esto es la base fundamental para el estudio de ergonomía y diseño de trabajo (Barnes, 1985, p. 119).

#### **1.1.9 DESEMPEÑO DEL OPERARIO**

El tiempo existente empleado para establecer cada elemento del estudio depende en un alto grado de la destreza y esfuerzo del operario, es necesario acordar hacia lo alto el tiempo normal del operario apto y hacia abajo el del menos idóneo; antes de dejar la estación de trabajo, el analista debe dar una evaluación justa e imparcial al desempeño del estudio, en un ciclo corto con trabajo repetitivo, se acostumbra emplear una calificación al estudio completo, o una calificación media para cada elemento, por lo contrario, cuando los elementos son largos y aguantan varios movimientos manuales, es más práctico valorar el desempeño de cada elemento acorde a lo ocurrido.

Si se califica el desempeño o nivela el método, el analista valora la realidad de la operación en condiciones del desempeño de un operario normal, que ejecute el mismo elemento, el principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado (*TO*) para cada elemento realizado durante el estudio, el tiempo normal (*TN*) que demandará el operario normal para efectuar el mismo trabajo

$TN = TO * \left(\frac{C}{100}\right)$  donde  $C$  se expresa como porcentaje, con el 100 % proporcionado al desempeño estándar de un operario normal, para cumplir un trabajo justo al calificar, se debe poder no tomar en cuenta la personalidad y otros factores de diferenciación, y considerar la cantidad de trabajo ejecutado por una unidad de tiempo, concertado con la cantidad de trabajo que provocaría un trabajador normal (Freivalds y Niebel, 2009, p. 343).

#### 1.1.10 CÁLCULOS DEL ESTUDIO

Posteriormente registrar en forma apropiada toda la investigación necesaria, en la representación del estudio de tiempos, observar el número de los ciclos adecuados y calificar al operario, se debe registrar el tiempo de terminación en el mismo componente del reloj maestro usado para el ciclo del estudio, para tiempos continuos, es muy sustancial comparar la lectura final del cronómetro con la lectura total del tiempo acontecido.

Estos valores deben tener una proximidad prudente (diferencia de  $\pm 2$  %), una diferencia grande puede mostrar que hubo un error, y que el estudio de tiempos debe repetirse, por último, el analista debe reconocer al operador su cooperación y proceder al siguiente paso, el cálculo del estudio. Al método continuo, cada lectura del cronómetro se resta de la lectura anterior para conseguir el tiempo invertido: este valor se registra en la columna  $TO$ .

El analista debe tener cuidado en esta fase, ya que los descuidos en este lugar pueden echar abajo por completo la eficacia del estudio, si se usó la calificación del desempeño básico, se tienen que multiplicar los tiempos elementales transcurridos por el factor de calificación y registrar el resultado en los espacios de la columna  $TN$ .

**Tabla 1.1.** Resumen del cálculo del estudio de tiempos

Elemento número y descripción		1				2				3				4			
		Alimentación de la barra				Colocar herram. de corte en la barra				Girar 1/2" 550 rpm				Extraer herram. y dejar barra			
NOTA	CICLO	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN
	1	85		19	162	105		12	126	100		60	600	90		17	163
	2	90		22	198	105		13	157	100		60	600	100		16	160
	3	100		17	170	105		11	116	100		60	600	105		17	173
	4																

Los elementos que el analista no localizó o prescindió se marcan con una *F*, en la columna *TC* y no se toman en cuenta, puede suceder que el operario no ejecutó el elemento 7 del ciclo 4 en un estudio de 30 ciclos, el analista solo tendrá 29 valores del ciclo 7 para calcular el tiempo medio observado, el analista no sólo debe descartar este elemento faltante, también debe descartar el subsiguiente, pues el valor restado en el estudio contendría el tiempo para realizar uno y otro elemento, para determinar el tiempo elemental transcurrido en elementos desordenados, es preciso restar los valores apropiados para los tiempos de cronómetro.

Para los elementos extraños, el analista sigue al tiempo de ciclo del elemento oportuno, el tiempo requerido por el elemento extraño, el analista puede alcanzar el tiempo promedio usado por el elemento extraño si resta la lectura *TC1* en la sección de elementos extraños menos el valor de la lectura *TC2* en la forma del estudio de tiempos. Calculados y registrados los tiempos transcurridos el analista será minucioso cuando encuentre alguna anomalía en el estudio, no existe una regla concreta para establecer el grado de diferenciación permitido para conservar el valor de los cálculos, a un elemento que tenga un amplio grado de variación se puede atribuir a alguna influencia demasiado breve para operar como elemento extraño, o si afecta de forma directa al tiempo de los elementos principales, o este error se lo asigna al cronómetro entonces se lo numerará y se encierra en un círculo, y se los excluye del estudio (Freivalds y Niebel, 2009, p. 344).

### **1.1.11 EL TIEMPO ESTÁNDAR**

Es el esquema que mide el tiempo necesario para finalizar una unidad de trabajo utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que tiene la destreza requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda conservar día tras día, sin manifestar síntomas de fatiga (García, 1988, p. 179).

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, completamente calificado, adiestrado y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Al tiempo estándar se lo define como el tiempo requerido para fabricar un producto en un lugar de trabajo con las tres condiciones siguientes:

- Operador calificado y bien capacitado
- Que trabaje a una velocidad o ritmo normal.
- Hace una tarea específica.

Tiempo estándar es la sumatoria de los tiempos elementales con suplementos, esto resulta el estándar en minutos por pieza, con la utilización de un cronómetro de décimas por minuto o decimos de hora (Freivalds y Niebel, 2009, p. 345).

#### **1.1.11.1 Aplicación del tiempo estándar**

- Determina el salario por dicha tarea definida, sólo es preciso convertir el tiempo en valor económico.
- Asiste a la programación de la producción, los inconvenientes de producción y de ventas podrán apoyarse en los tiempos estándares luego de haber aplicado la medición del trabajo en los procesos respectivos, descartando una programación incorrecta basada en las suposiciones.
- Sirve al supervisor para una buena coordinación los elementos, teniendo como esquema para medir la eficiencia productiva de su departamento.



- Ayuda a crear estándares de producción exactos y equitativos, también indica lo que puede producir en un día normal de trabajo, mejora los estándares de calidad.
- Facilita la relación entre los obreros y las máquinas, facilita a la gerencia para la toma de decisiones en inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de ampliación.
- El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos provee el costo de mano de obra directa por pieza.
- Los tiempos estándar de mano de obra, establecerán el costo de los productos que se planea producir cuyas operaciones serán parecidas a las actuales.
- Ayuda a establecer sistemas de incentivos y control, se eliminan suposiciones sobre la cantidad de producción y admite establecer políticas concretas de incentivos a obreros que ayuda a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida, la empresa será más estable en el mercado, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos.
- El tiempo estándar es un parámetro que manifestará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su destreza en los métodos de trabajo.

#### **1.1.11.2 Ventajas de la aplicación del tiempo estándar**

- Reduce los costos, al quitar el trabajo ineficaz y los tiempos inactivos, la razón de rapidez de producción aumenta, esto origina un mayor número de unidades producidas en el mismo tiempo.
- Mejora de las condiciones obreras, el tiempo estándar permite establecer fijar sistemas de pagos de salarios con incentivos, que el obrero al producir más en el mismo tiempo su remuneración será mayor (García, 1988, p. 180).

### 1.1.12 TIEMPO NORMAL

El tiempo normal se refiere al tiempo requerido por el operario normal o estándar para efectuar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ningún retraso por razones personales o situaciones inevitables.

Durante el estudio de tiempos el analista, se precisará con mucho cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo, es fundamental hacer algún arreglo al tiempo medio observado, a fin de fijar el tiempo que se requiere para que una persona normal establezca el trabajo a un ritmo normal, el tiempo existente que utiliza 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 menor 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. Meyers, (2000), menciona que el tiempo normal se define como el tiempo que demora un operador normal trabajando a ritmo cómodo en producir una parte.

#### 1.1.12.1 Cálculo del tiempo normal

El tiempo normal se calculará con la siguiente fórmula:

$$RELACIÓN \ ACTIVIDAD - TIEMPO \quad [1.3]$$

Se ha observado que la actividad y el tiempo son inversamente proporcionales:

$$ACTIVIDAD \ OBSERVADA * T \ OBSERVADO = CTE \quad [1.4]$$

Si aumenta el tiempo el nivel de desempeño disminuye.

Si el operario realiza la actividad a ritmo normal:

$$ACTIVIDAD\ NORMAL * T\ NORMAL = CTE \quad [1.5]$$

Ecuación Fundamental del Cronometraje

Donde:

$T_o$ : Tiempo observado

$T_n$ : Tiempo normal

De ambas expresiones anteriores:

$$A_o * T_o = A_n * T_n \quad [1.6]$$

$$T_n = T_o * \frac{A_o}{A_n} \quad [1.7]$$

Donde:

$T_n$ : Tiempo Normal o Tiempo Básico

### 1.1.13 RITMO DE TRABAJO

El ritmo de trabajo es el tiempo para establecer la cantidad de trabajo en cada puesto de las empresas, para determinar el costo estándar o establecer sistemas de salario de incentivo, los procedimientos empleados pueden implicar a la entrada de los trabajadores, en la productividad y en los beneficios de la empresa. (García, 1988, p. 182).

#### 1.1.13.1 Calificación de la actuación

La calificación de la actuación es la técnica para establecer imparcialmente el tiempo necesario por el operador normal para hacer una tarea, operador normal es el operador apto y altamente habituado a trabajar en las condiciones que predominan en el lugar de trabajo, a un ritmo, ni demasiado rápido ni demasiado lento (García, 1988, p. 183).

Para que el proceso de calificación conlleve a un estándar eficiente y rentable, deberán referirse a requisitos básicos:

- La organización debe instaurar claramente lo que se entiende por tasa de trabajo normal.
- En el pensamiento de cada uno de los calificadores debe existir un acercamiento razonable del desempeño normal.

La desviación típica de la curva de la distribución de frecuencias de los tiempos de reloj obtenidos  $\sigma$  es igual a:

$$\sigma = \frac{\sum(x_i - x)^2}{n} \quad [1.8]$$

Donde:

$X_i$  = valores obtenidos de los tiempos del reloj

$X$  = media aritmética de los tiempos del reloj

$N$  = frecuencia de cada tiempo de reloj tomado

$N$  = número de mediciones efectuadas

$e$  = error expresado en forma decimal

(García, 1988, p. 211).

### 1.1.13.2 Método para calificar la actuación

Se utilizará la tabla del método de Westinghouse conseguida empíricamente, proporciona el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se producen al año, esta tabla es la aplicación de operaciones muy representativas realizadas por operarios especializados, en caso de que éstos no tengan la especialización requerida, deberá multiplicarse el número de observaciones obtenidas por 1.5.

**Tabla 1.2.** Características de nivelación de los métodos de trabajo

<b>HABILIDAD</b>			<b>ESFUERZO</b>		
+0,15	A1	Habilísimo	+0,13	A1	Excesivo
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Bueno	+0,05	C1	Bueno
+0,03	C2		+0,02	C2	
-0,00	D	Promedio	+0,00	D	Promedio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,15	F1	Deficiente	-0,12	F1	Deficiente
-0,22	F2		-0,17	F2	
<b>CONDICIONES</b>			<b>CONSISTENCIA</b>		
+0,06	A	Ideales	+0,04	A	Perfecto
+0,04	B	Excelente	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Buena	+0,01	C	Buena
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
-0,03	E	Regulares	-0,02	E	Regulares
-0,07	F	Malas	-0,04	F	Deficientes

(García, 1988, p. 213)

Estudio de relación entre la Actividad Óptima y Actividad Normal:

Estadísticamente Actividad Óptima = 4/3 Actividad Normal

En la práctica se emplearán las siguientes escalas normalizadas:

A. Normal/A. Óptima 60/80 Bedaux (España) 75/100 100/133 100/150 BSI (británica).

En la práctica se emplean las Escalas Normalizadas dadas por la Tabla 1.3.

**Tabla 1.3.** Tabla de calificación de ritmos de trabajo

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad (Km/h) <sup>1</sup>
60-80	75-100	100-133	0-100		
0	0	0	0	Actividad nula.	0
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operador parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
80	100	133	100	Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4 <sup>2</sup>
100	125	167	125	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de "virtuosos", solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

(García, 1988, p. 220).

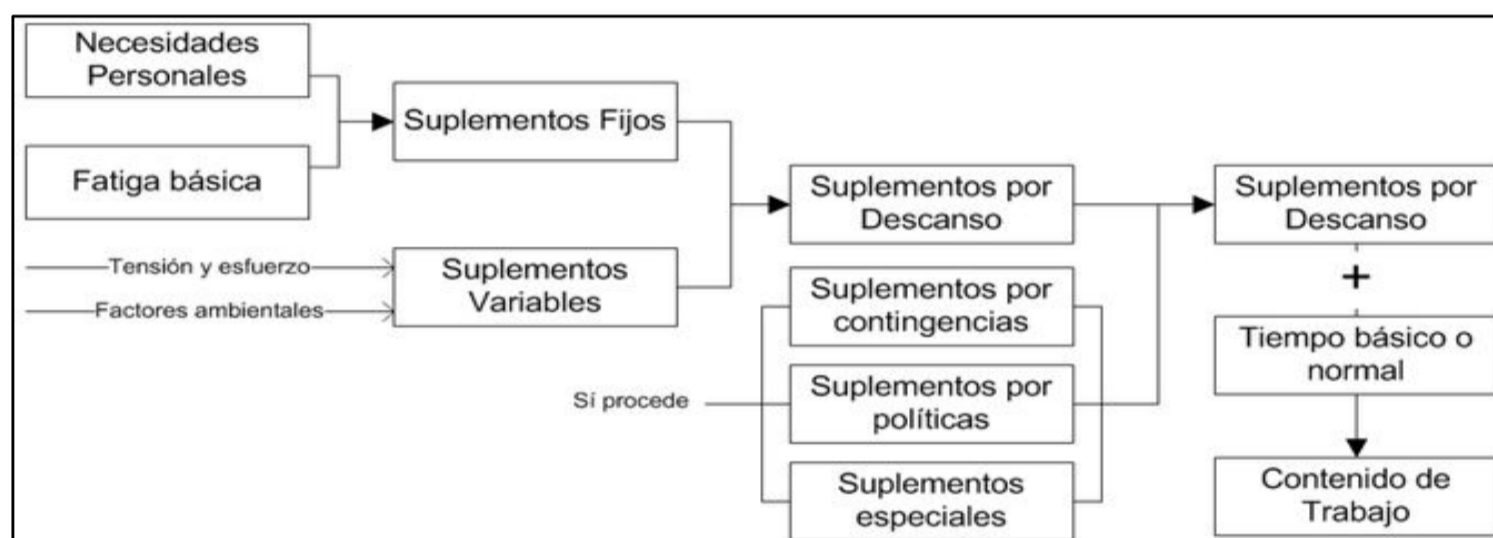
#### **1.1.14 DETERMINACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS DE LA MEDICIÓN DEL TRABAJO**

En esta fase necesita un alto grado de integridad por parte del analista y una indudable claridad en su sentido de pertinencia, durante las anteriores fases del

estudio despertaría dudas sobre las causas de la fracasada evaluación de producción, y lo posible que se encuentre:

- Causas asignables al trabajador.
- Causas asignables al trabajo estudiado.
- Causas no asignables.

Luego de haber determinado todos los datos de forma matemática e incluso tener respuesta correcta del nuevo método o diseño debemos tener presente que la tarea seguirá requiriendo el esfuerzo humano, por lo que hay que estudiar los suplementos para remediar la fatiga y descansar, de igual manera un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales y otros suplementos más. La OIT presenta una clasificación más detallada para segmentar los suplementos, tal como se muestra en la Figura 1.4.



**Figura 1.4.** Clasificación de suplementos.

#### 1.1.14.1 Necesidades personales

Es el tiempo que se confiere a un operario para asuntos personales:

- Charlar con sus compañeros sobre temas que concierne al trabajo
- Ir a los sanitarios
- Beber
- Cualquier otra razón controlada por el operador para no trabajar

Estos tiempos que utilizan los operarios no deben interferirse por la parte de los empresarios porque son tiempos razonables para el operario este tiempo se lo considera un 5 % del día de labor o sea 24 minutos al día.

#### **1.1.14.2 Fatiga**

Es el tiempo que se concede a un empleado para que se recupere por el cansancio y son conocidos estos tiempos como descansos, estos son de diverso intervalo, pero el objetivo es que el operario se recupere de la fatiga laboral, en la actualidad la fatiga por esfuerzo físico disminuye, pero la fatiga por cansancio mental interfiere en la labor, si el esfuerzo físico implica 5 kg el suplemento por fatiga será de un 5 %, por cada 5 kg que se aumente en la labor se adicionara 5 % al suplemento. (Meyers, 2000, p. 171).




## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1 DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE ARMADORES EN LA PLANTA DE PLÁSTICOS.

#### 2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE ARMADORES

La empresa dedicada a la elaboración de plásticos PARTIPLAST funciona desde al año 2006 situada en el Parque Industrial de la ciudad de Riobamba, el estudio se realizó en la línea de elaboración de armadores plásticos para ropa (prendas de vestir adulto), que alcanzado ser distribuidora del producto a varias ciudades del país como, Guayaquil, Guaranda, Ambato y la mayor parte de su producción en Riobamba, los productos son elaborados a base de polipropileno. El producto de mayor demanda son los armadores para colocación de prendas de vestir, que estos en su gran mayoría son distribuidos a lavadoras de ropa.

**Tabla 1.4.** Producto elaborado en la empresa Partiplast

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="317 2000 978 2044">Armadores o ganchos para colgar ropa</p> 	<p data-bbox="1094 2000 1829 2228">Producto fabricado con diseños similares a los de los hombros humanos. Sirven para colgar la ropa, tienen la capacidad de soportar más de una prenda y ayudan a evitar la aparición de arrugas.</p> <p data-bbox="1094 2267 1440 2312">Material: polipropileno</p> <p data-bbox="1094 2341 1398 2386">Peso entre 36 a 42 g</p> <p data-bbox="1094 2415 1314 2460">Varios colores</p>

La producción de la empresa es por unidades y bajo pedido, a esta producción se la considera con un enfoque de procesos.

### **2.1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE ARMADORES PLÁSTICOS**

La empresa en su línea de producción de armadores, posee problemas para poder incrementar la productividad, ya que por costos altos no es posible aumentar equipos, de igual forma no es conveniente disminuir el tiempo de ciclo total.

La línea de producción se compone de una infraestructura que alcanza los 81 m<sup>2</sup>, distribuidos para el almacenaje de materia prima, mezclado, molienda, inyección, inspección del producto terminado y almacenamiento del producto terminado, para el proceso se utiliza como materia prima material de polipropileno.

Este material se lo obtiene a un bajo costo, en un principio se trabajaba con materia virgen (polipropileno 100 % puro) este tenía un costo alto, lo que el propietario de la empresa decidió utilizar materia prima proveniente del desecho de productos plásticos a base de polipropileno (mesas, sillas, jabs de cola, etc.), consiguiendo materia prima a un costo menor, los proveedores lo entregan el material picado.

Posee un molino, una cortadora y la máquina inyectora, con seis operarios con turnos de trabajo detallado en la Tabla 3.13. Sus ventas promedio mensual varían respecto al mes de temporada como se muestra en la Tabla 2.1, estos datos indican la variación de la producción mensual y el comportamiento del sistema de producción actual.

**Tabla 2.1.** Producción mensual de armadores de plástico

MES	Producción (unidades)
ENERO	47 638
FEBRERO	49 989
MARZO	41 165
ABRIL	42 000
MAYO	47 341
JUNIO	46 341
JULIO	41 200
AGOSTO	49 989
SEPTIEMBRE	42 341
OCTUBRE	43 517
NOVIEMBRE	43 517
DICIEMBRE	48 220

(Partiplast, datos internos de producción mensual, año 2015)

### **2.1.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS EN LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE ARMADORES**

La situación actual de la empresa se determinó, por medio de observaciones y varias entrevistas con el propietario y operarios de la empresa, a simple vista no existe un sistema claro de distribución en planta la materia prima se encuentra almacenada en varios lugares, productos que no se emplean en el proceso ocupan gran cantidad de espacio, los operarios realizan traslados innecesarios, no se tiene un seguimiento de la utilización de la materia prima, a las máquinas no se las utiliza aprovechando su capacidad real, el molino la mayor parte del tiempo esta encendido sin procesar ningún elemento, la máquina inyectora le hace falta ajustes en el molde para que pueda trabajar a su máxima capacidad, esta máquina genera diariamente desperdicio (entre el 30 y 37 % de la producción diaria), no se establece un determinado número de armadores que se deba elaborar diariamente, la producción se la realiza bajo pedido, en los días de trabajo la producción varía en un  $\pm 13$  % del promedio.

Los operarios no tienen conocimiento de la cantidad de materia prima que se utiliza para procesar, el parámetro es solamente el llenado de la tolva de la máquina inyectora, por parte del propietario de la empresa indicó que el peso del producto varía según el material empleado.

Para determinar la situación actual en la línea de elaboración de armadores, como se expuso anteriormente, se realizó conversaciones con los involucrados en el proceso, observaciones directas, tomas de producción diaria como se puede observar en los Anexos XV, XVI Y XVII, al igual la cantidad de desperdicio, el procedimiento que se tomó es el pesaje de los armadores defectuosos al final de cada turno de trabajo, también el pesaje de la materia prima empleada. Se realizó un croquis de la distribución de planta y recorrido con la que actualmente está trabajando la empresa. Ver Figura 3.3.

Para tener una mayor perspectiva de la empresa y ubicar los problemas que tiene la línea, se realizó una priorización de las posibles causas (esquema causa efecto y Pareto), los factores que se consideran en línea son: la selección de la materia prima, demora en el calentamiento de la máquina inyectora y repentinos taponamientos en el cañón de esta máquina, Ver Anexos II, III, IV, V, VI.

La línea de armadores plásticos no tiene definida en su totalidad sus tiempos de producción, control en la materia prima, tanto por procesar como semiprocesada no se cuenta con un registro o un seguimiento de la producción se lo hace simplemente por experiencia de los operarios y pedidos establecidos con lo que se ha venido trabajado este tiempo.

Se debe efectuar un sistema conveniente de indicadores para poder medir la gestión de los procesos, con el fin de que estos puedan ser implementados en lugares estratégicos que manifiesten un resultado óptimo en el tiempo, con uso de un sistema de información que admita medir las etapas del proceso de producción (Mora, 2008, p. 79).

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO UTILIZADO**

### **DESCOMPONIENDO LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS.**

Se emplearon los estudios de tiempos aprovechando la infraestructura instalada y poder proponer un mejoramiento de la productividad manteniendo los recursos existentes en la empresa, evaluando la capacidad de equipos y mano de obra utilizados en esta línea de producción.

El proceso de elaboración de armadores, lleva una serie de operaciones las que se identificó, tanto al inicio, como el final de las mismas, tomando en cuenta:

- Se identificó los elementos al comienzo y fin de la actividad visiblemente definidos, una vez fijados se los examina una y otra vez.
- Los elementos determinados son los más breves posibles, para que puedan ser cronometrarlos cómodamente.
- Se separaron los elementos manuales de los mecánicos, especialmente para facilidad del estudio de tiempos.

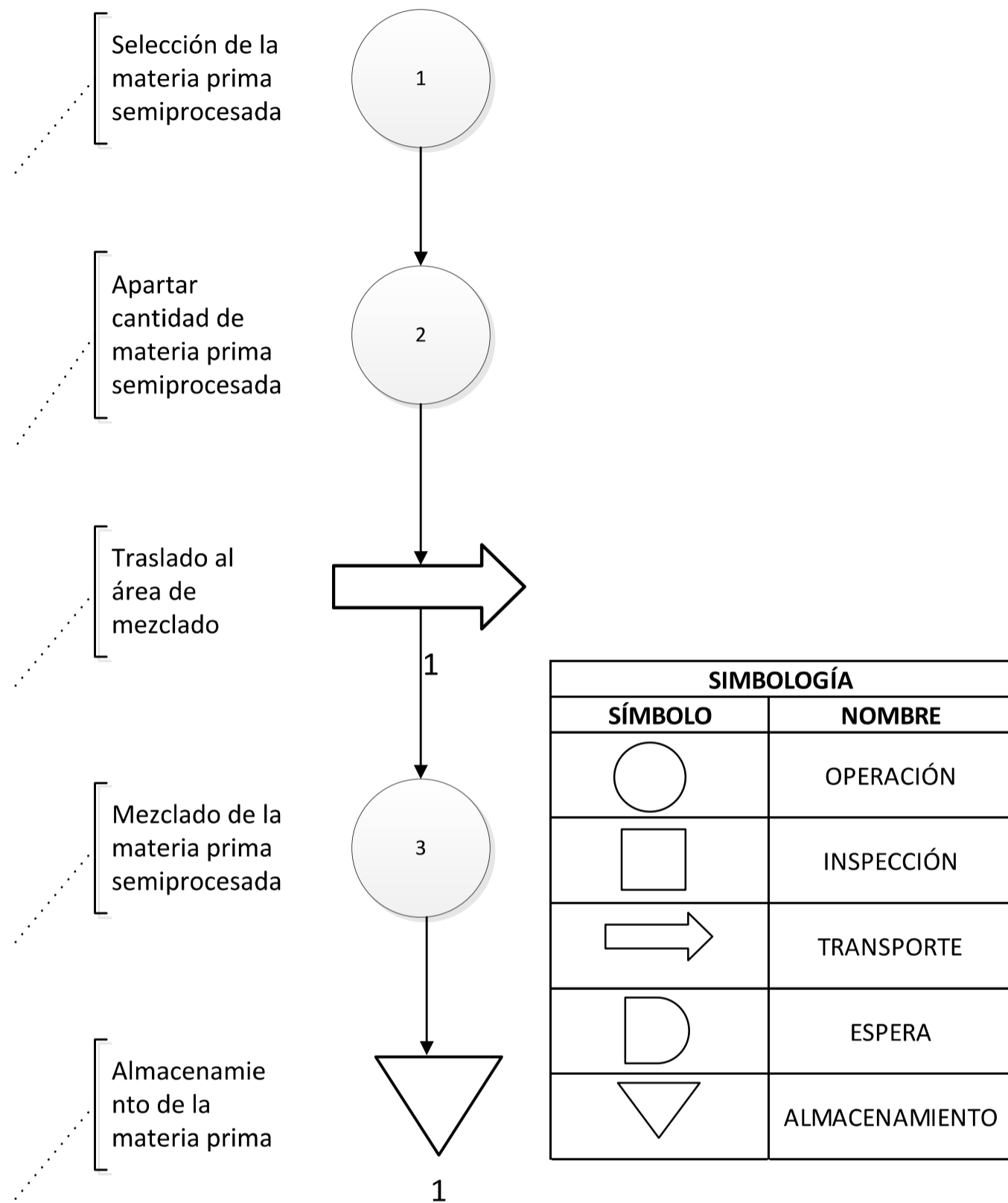
El proceso de elaboración de armadores consta de los siguientes subprocesos:

- Subproceso de mezcla de la materia prima
- Subproceso de molienda de la materia prima
- Subproceso de inyección
- Subproceso de producto terminado

Para el estudio del proceso en general, se los ha dividido en subprocesos estos poseen operaciones, las cuales ayudan al estudio para comprender cada una de las fases de elaboración de los armadores, como se indicó en la situación actual, la empresa no posee un correcto sistema de distribución y tampoco registros referentes a la parte organizativa.

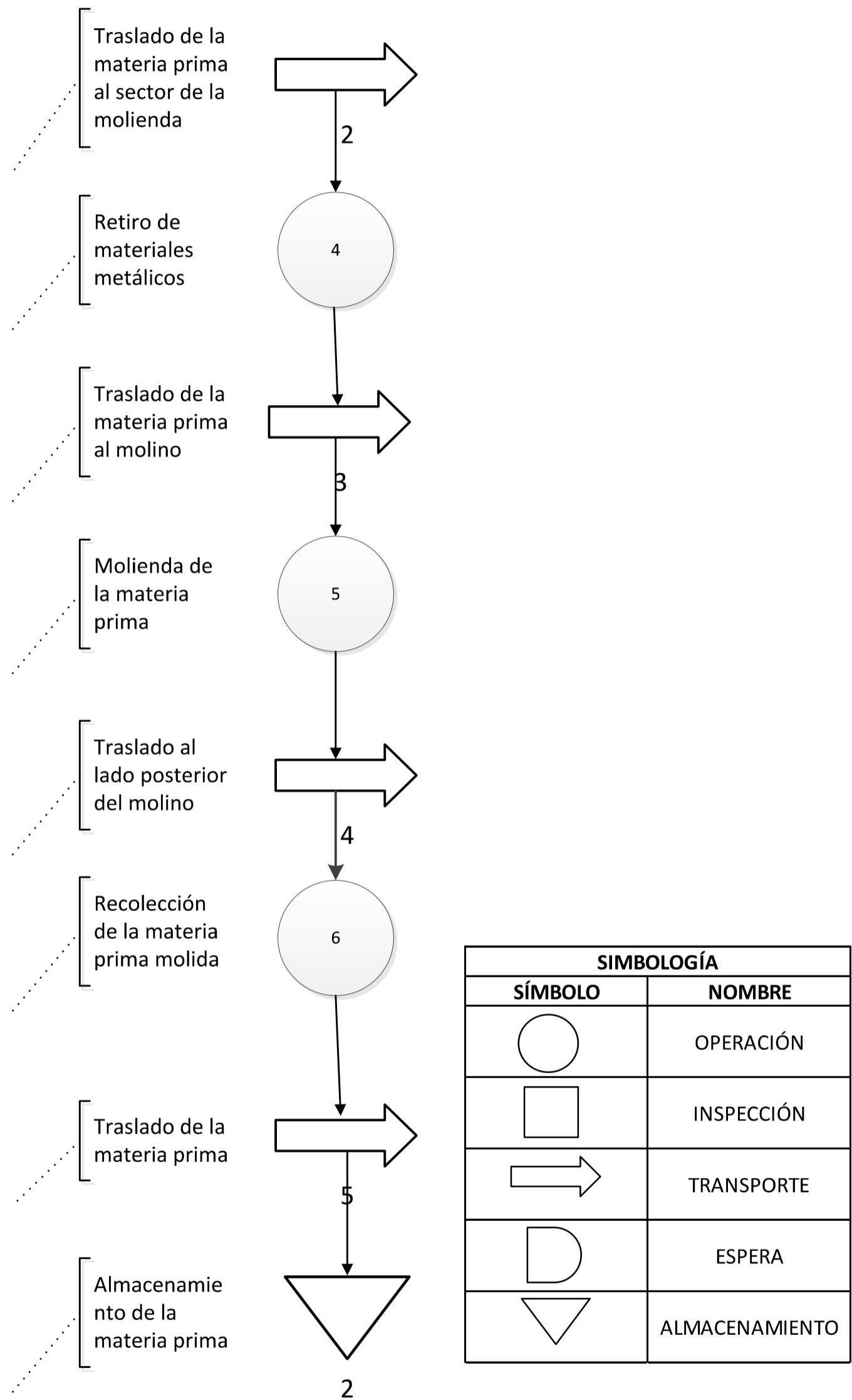
Cada subproceso se ha diagramado según simbología estándar establecida para el estudio ver Anexo X, estos subprocesos en sus operaciones son cortos:

### Diagrama del Subproceso Mezcla de la materia prima



**Figura 2.1.** Diagrama subproceso de mezcla

**Diagrama del subproceso de molienda materia prima**



**Figura 2.2.** Diagrama subproceso de molienda

Diagrama del Subproceso de inyección

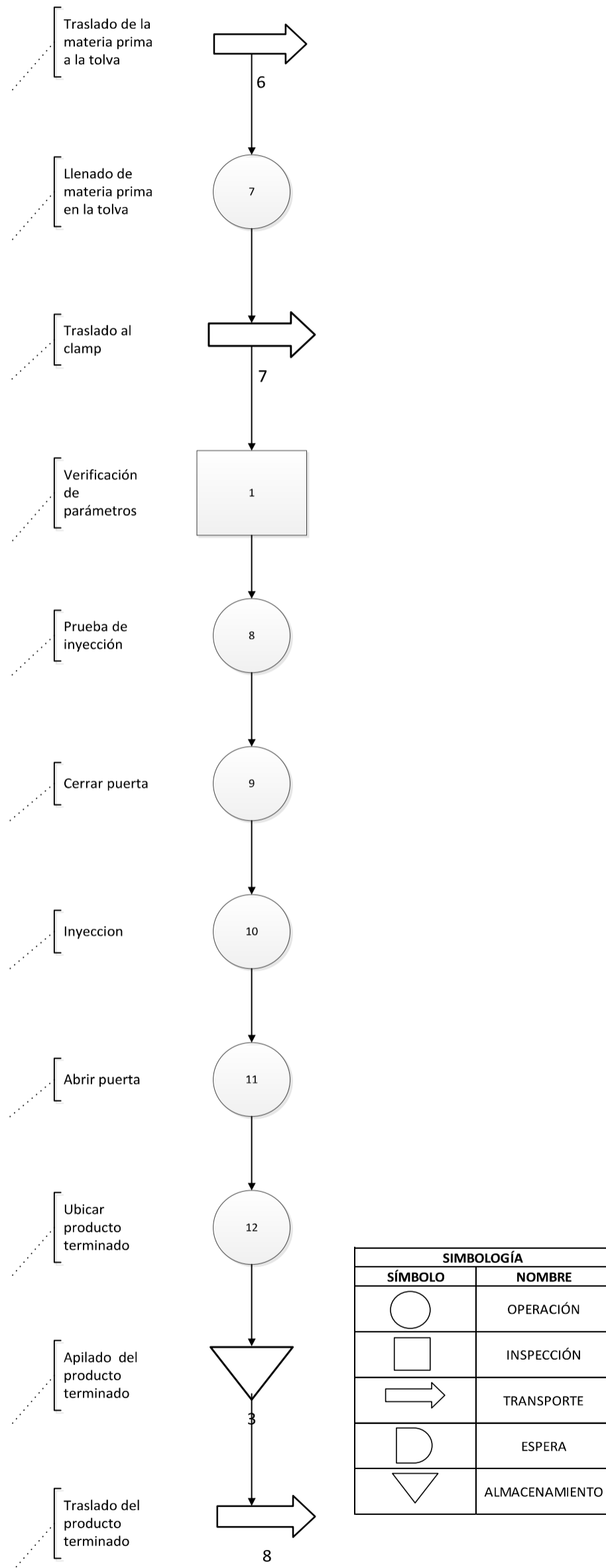
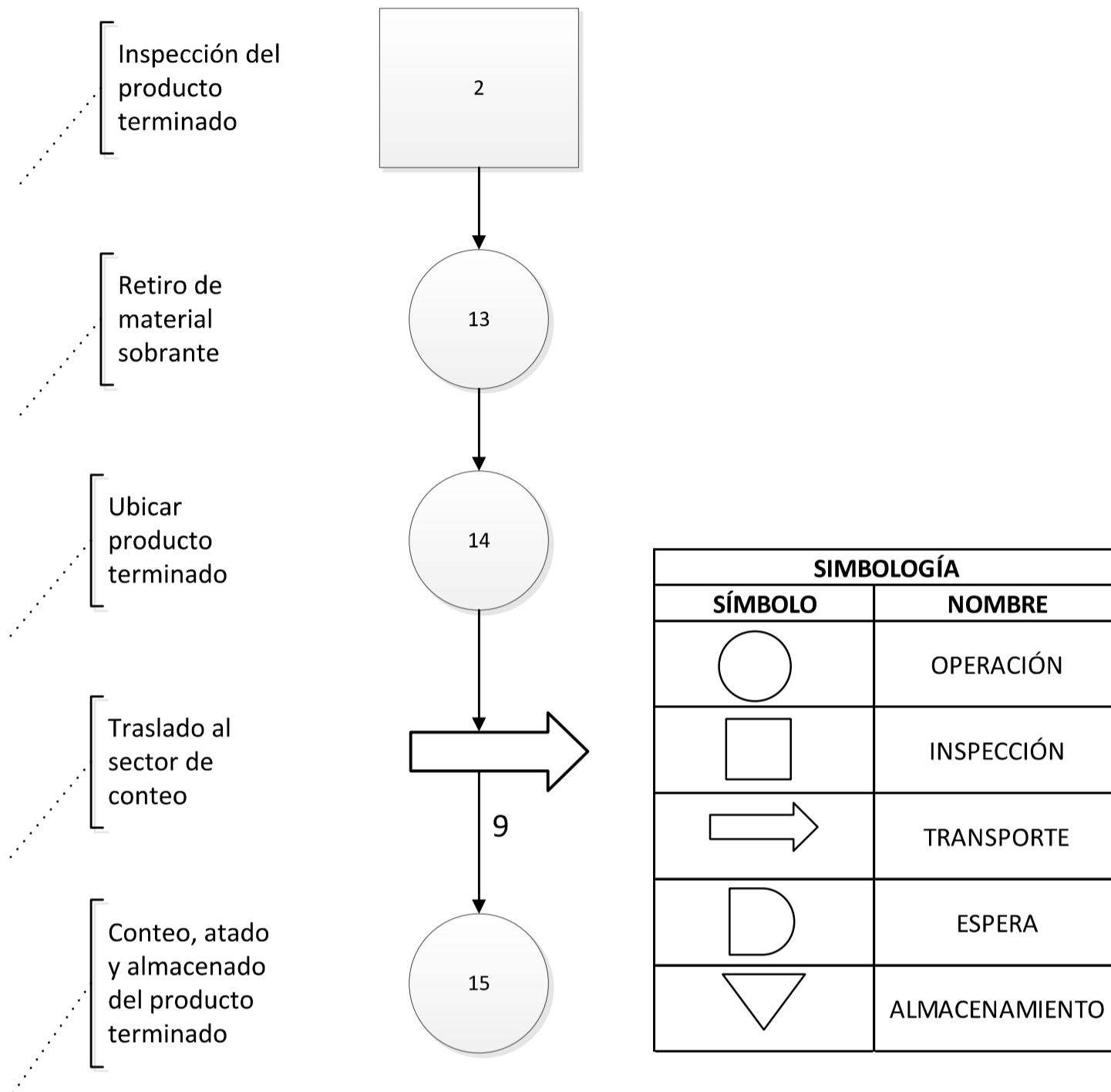


Figura 2.3. Diagrama subproceso de inyección



### Diagrama del Subproceso de producto terminado

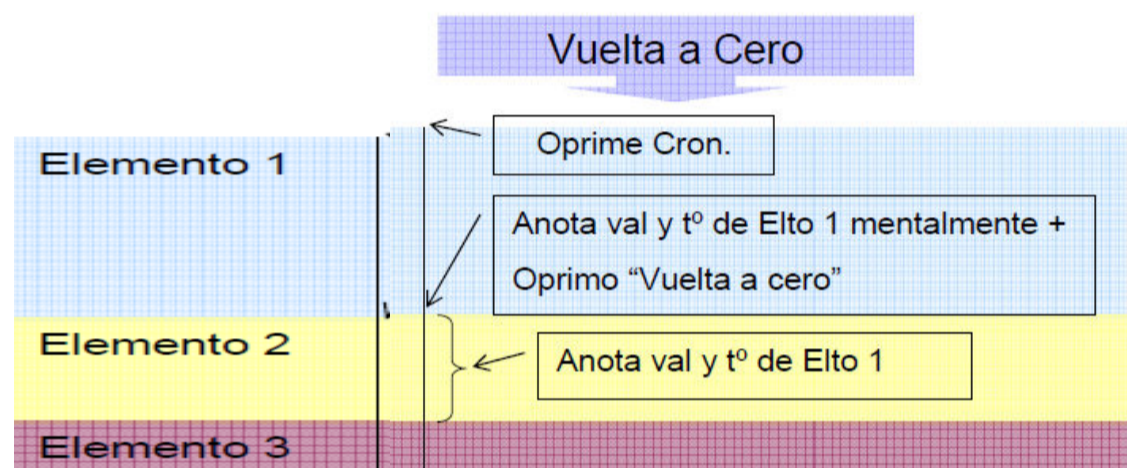


**Figura 2.4.** Diagrama subproceso de producto terminado

## 2.3 MEDICIÓN DEL TIEMPO INVERTIDO POR EL OPERARIO EN CADA ELEMENTO DE LA OPERACIÓN.

Para aplicación del estudio se realizó una toma de tiempos de cronometraje con vuelta a cero (Figura 2.5), sus duraciones son:

- Centésimas de minuto: más empleada 100 centésimas = 1 minuto
- Segundo: 100 centésimas = 60 segundos
- Diezmilésima de hora



**Figura 2.5.** Cronometraje vuelto a cero

Conjuntamente al cronometraje del trabajo se determinaron los tiempos establecidos incluidos los movimientos que realizan los operarios ya que los movimientos realizados en cada actividad son el de levantar, alzar, quitar y trasladar estos tiempos se encuentran inmersos en la toma del tiempo de trabajo.

Para esta actividad se utilizó los instrumentos para la toma del tiempo de trabajo así es el tablero, cronometro y los formularios respectivos como es el de registro de la descomposición en elementos y formulario resumen de estudio. Ver Anexo AXII.1. y AXIII.1.

## 2.4 CUANTIFICACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO DEL OPERARIO CALIFICADO.

Al finalizar el periodo de observaciones y al haber logrado cierto número de tiempos de cumplimiento y el oportuno factor de calificación mediante el cual se instauró el tiempo normal de la operación, en este caso de estudio como se tiene seis operarios, los cuales cuatro realizan el trabajo completo y los otros dos son auxiliares, se procede a calificar a los operarios, para la toma de tiempo se realizó a cada uno de ellos en cada proceso, de igual manera cada operador se ha calificado según la Tabla 2.2 del método de Westinghouse ver Tablas 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6.

**Tabla 2.2.** Cuantificación del ritmo de trabajo

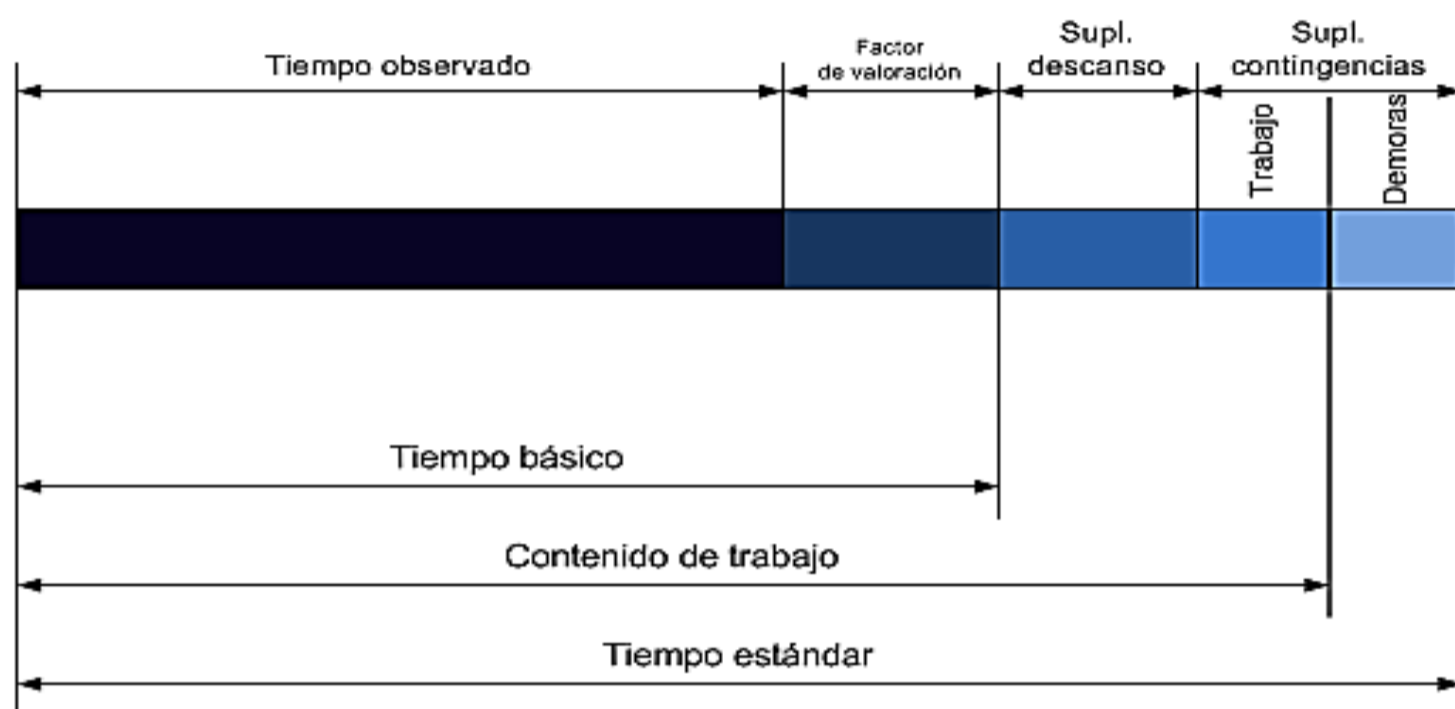
HABILIDAD			ESFUERZO			
A	Habilísimo	+0,15	A	Habilísimo	+0,15	
B	Excelente	+0,10	B	Excelente	+0,10	
C	Bueno	+0,05	C	Bueno	+0,05	
D	Medio	+0,00	D	Medio	+0,00	Esfuerzo. Es la voluntad de trabajar controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad
E	Regular	-0,05	E	Regular	-0,05	
F	Malo	-0,10	F	Malo	-0,10	
G	Torpe	-0,15	G	Torpe	-0,15	Condiciones. Son aquellas condiciones (luz, ventilación calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan a la operación
CONDICIONES			CONSISTENCIA			
A	Buena	+0,05	A	Buena	+0,05	Consistencia. Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante
B	Media	+0,00	B	Media	+0,00	
C	Mala	-0,05	C	Mala	-0,05	

(García, 1988, p. 210).

En este punto se determinan los tiempos promedios o normales.

## 2.5 DETERMINACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS.

La dimensión de los suplementos para el cálculo del tiempo normal, son señalados, mediante observaciones directas donde se analizan los aspectos mostrados en la Figura 2.6.



**Figura 2.6.** Determinación de los suplementos

Se han considerado, factores como las situaciones ambientales, el ritmo de trabajo y el esfuerzo empleado para realizar las actividades, así mismo, la exposición al ruido y vibraciones originadas por las máquinas, el agotamiento muscular y escenarios que favorezcan al aumento de la fatiga en los operarios.

Según OIT, ver Anexo XVII, considera que la tolerancia asignable por concepto de fatiga, es del 4 % y el suplemento concedido por estos retrasos es del 5 %, los retrasos inevitables son debidas a situaciones como limpieza de las máquinas, cuando se realizan combinaciones para ciertos colores, la actividad de revisión, toma y apilado de armadores, además, los movimientos para el apilado son incómodos.

Para determinar los suplementos se utiliza la siguiente fórmula:

$$SUPLEMENTO = TIEMPO PRODUCTIVO * 100 \% \quad [2.1]$$

La asignación de los suplementos de las máquinas; se realizó un estudio de siete días, con una duración de siete horas. En este periodo, se analizó el porcentaje de tiempo productivo e improductivo de las mismas. Ver Tabla 3.7.

## **2.6 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR EN LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE ARMADORES.**

El tiempo estándar se deduce considerando los tiempos cronometrados a los que se le añaden, los suplementos y el factor de actuación ya calculados, se utiliza la siguiente fórmula:

$$TIEMPO ESTANDAR = TIEMPO NORMAL * \left(1 + \% \text{ de } \left(\frac{\text{tolerancia}}{100}\right)\right) \quad [2.3]$$

$$TIEMPO PROMEDIO = TIEMPOS OBSERVADOS \quad [2.2]$$

El tiempo estándar encontrado es de 14,10 minutos, ver Tabla 3.8, este valor indica el tiempo mínimo que debe demorarse en el ciclo estudiado tomado como muestra.

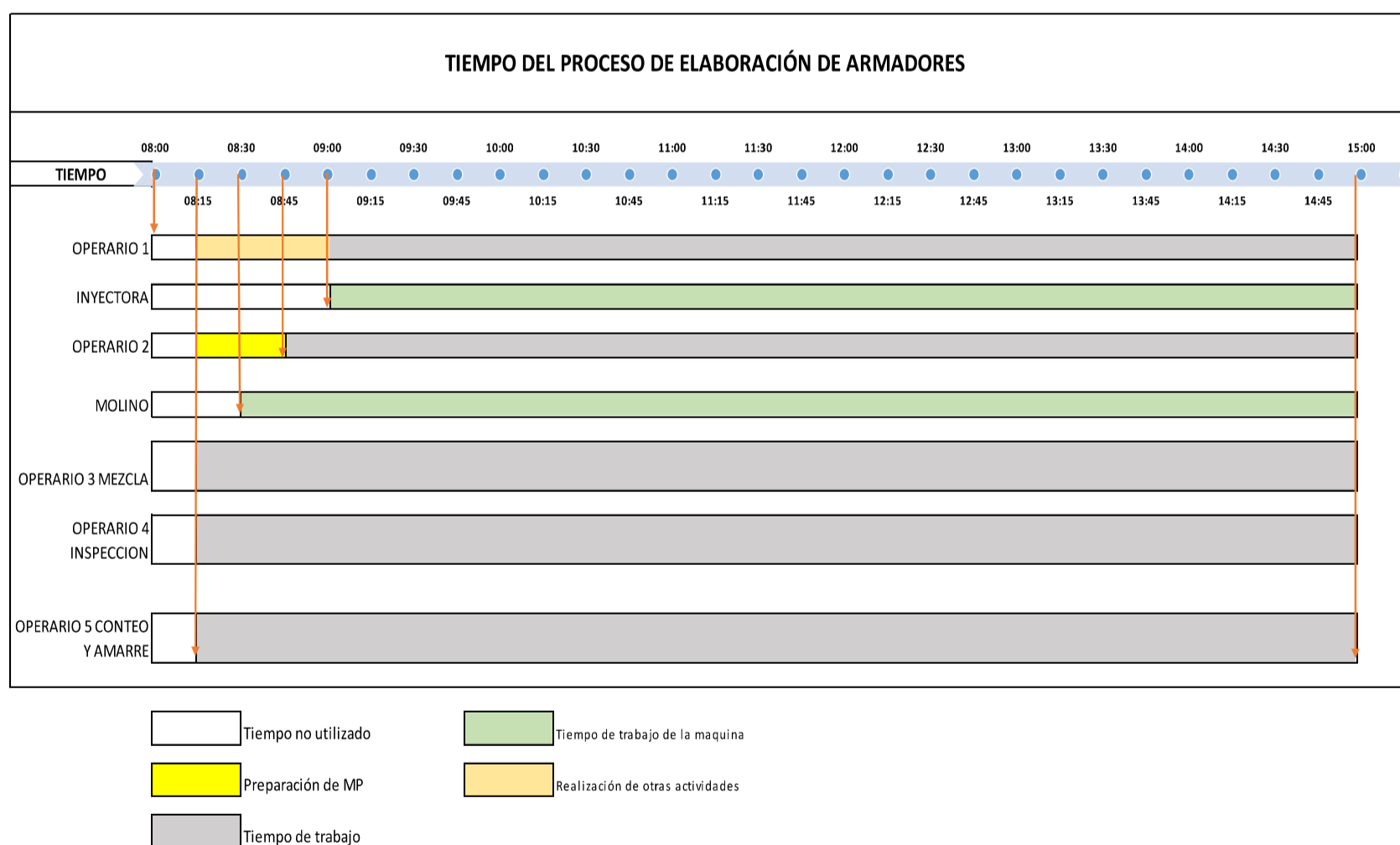
$$TIEMPO NORMAL = TIEMPO PROMEDIO * (FACTOR DE ACTUACION) \quad [2.4]$$

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. RESULTADOS

#### 3.1.1 DIVISIÓN DE LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS.

Para conocer los tiempos precisos en la ejecución de las actividades en la línea de producción de armadores, se registró los tiempos utilizando el cronómetro, el tablero, hoja de registro de tiempos, lápiz y calculadora, el análisis se realizó en el puesto de trabajo; mediante observación directa a una distancia mínima de 2 metros, para observar todos los movimientos y métodos realizados en el presente de trabajo.



**Figura 3.1.** Tiempos de turno de trabajo

División de las operaciones en el proceso de mezcla de la materia prima:

- Selección de la materia prima semiprocésada: en la zona de almacenamiento (materia prima almacenada de diferente color), se escoge la materia prima según el color a mezclarse.
- Apartar cantidad de materia prima semiprocésada: la cantidad que se va a utilizar se ubica en saquillos según su color.
- Traslado al área de mezclado: la materia prima seleccionada se la lleva a la zona de mezcla, transportándolo en un coche o simplemente cargándolo.
- Mezclado de la materia prima semiprocésada: se mezcla manualmente los colores de materia prima previamente seleccionados, estos se mezclan en un saquillo, con ayuda de un balde.
- Almacenamiento de la materia prima: luego de realizar la mezcla se almacena en la misma zona, con el resto de materia prima que se encuentra apilada.

División de las operaciones en el proceso de molienda de la materia prima:

- Traslado de la materia prima al sector de la molienda: la materia prima mezclada se la trasladara al sector de la molienda, esta actividad se realiza cargándola.
- Retiro de materiales metálicos: en esta zona se realiza el imantado que consta en introducir un imán dentro del saquillo de la materia prima mezclada, con el objetivo de retirar materiales metálicos.
- Traslado de la materia prima al molino: el operario traslada al molino la materia prima imantada.
- Molienda de la materia prima: la materia prima será introducida en el molino, esta actividad se la hace ya que los proveedores no entregan la materia prima con la dimensión que necesita la inyectora, a este molino se ajustará el tamiz a la dimensión requerida.
- Traslado al lado posterior del molino: el operador se traslada al lado posterior del molino para recoger el material molido.
- Recolección de la materia prima molida: la materia prima que se ha molido se la recogerá en saquillos en el lado posterior del molino.
- Traslado de la materia prima: el material molido se lo lleva al lugar de almacenamiento donde se encuentra el resto del material.

- Almacenamiento de la materia prima: la materia prima molida se la almacena en un rincón de esta zona.

División de las operaciones en el proceso de inyección:

- Traslado de la materia prima: la materia prima que se encuentra almacenada en el sector de la molienda se la traslada al sector de la inyectora en la tolva.
- Llenado de materia prima en la tolva: la materia prima que se encuentra ubicada por la tolva, se la coloca dentro de la tolva, aquí se encuentra un imán para no dejar pasar materiales metálicos.
- Traslado al clamp: el operador deja la materia prima cargada en la tolva y se dirige al sector del clamp.
- Verificación de parámetros: en la pantalla de control de la inyectora se verifican los tiempos, cantidad de plástico a inyectar, temperatura, abertura de la boquilla.
- Prueba de inyección: se realiza pruebas, se deja salir plástico líquido por el cañón de la inyectora para verificar su viscosidad y velocidad del líquido para comparar con los parámetros de la pantalla de control.
- Cerrar puerta de inyectora: el operador realiza esta actividad para poder empezar la inyección.
- Abrir puerta de inyectora: el operador realiza esta actividad para poder retirar el producto.

División de las operaciones en el proceso de producto terminado:

- Recolección de producto terminado: en la parte de la inyectora (clamp), se recoge el producto terminado, separándolo de los productos que se encuentran defectuosos.
- Retiro de material sobrante: en este mismo sector se procede al retiro de rebabas que se encuentran en el producto, con la ayuda de un estilete o cortador.
- Ubicar producto terminado: el operador ubica el producto a unos 50 cm de distancia.
- Apilado del producto terminado: el material libre de rebabas se apila a un lado para ser trasladado en el momento que se encuentre un determinado número de producto.



- Traslado del producto terminado: el operador al observar que existe un número correcto de producto apilado y lo traslada.
- Inspección del producto terminado: el producto se traslada a un almacenamiento que en este sector se verifica si el producto terminado tiene defectos, si los tiene el producto se lo regresa al reproceso o si existen rebabas en pequeñas proporciones se las retirara.
- Ubicar producto terminado: el operador ubica el producto a 1,5 metros para apilarlos.
- Traslado al sector de conteo atado y almacenado del producto terminado: el producto terminado se lo traslada al sector del almacenamiento final donde se los cuenta.
- Conteo, atado y almacenado del producto terminado: el producto se cuenta, haciendo paquetes de 50 unidades posteriormente amarrados con soga plástica, estos paquetes se los empaca en saquillos grandes y luego se ubica en mesas.

### 3.1.2 NÚMERO DE CICLOS A ESTUDIAR

En el estudio para determinar el número de ciclos, se basó en una toma inicial de 10 mediciones, en el método actual la empresa no cuenta con registros de datos históricos, no es viable utilizar un procedimiento estadístico, para establecer el número de ciclos, ya que se requiere tener un muestreo de tiempos para fijar la media y la desviación estándar. Para el cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad [3.1]$$

Donde:

$n$  = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar

$\Sigma$  = Suma de los valores

$x$  = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45 %

**Tabla 3.1.** Cálculo del número de observaciones preliminares

<b>n` - De OBS</b>	<b>Tiempo OBS</b>	<b>OBS <sup>2</sup></b>
1	12,1	146,41
2	14,45	208,80
3	12,02	144,48
4	13,95	194,60
5	13,98	195,44

<b>n''</b>	5,00
$\Sigma x$	66,50
$\Sigma(x)^2$	4 422,25
$\Sigma x^2$	889,74
	3,09
<b>n OBS</b>	<b>9,56</b>

Partiplast, 2016, cálculo de observaciones

En el proceso de elaboración de armadores se realizó 5 observaciones preliminares para poder encontrar el número de observaciones objeto de estudio, teniendo como resultado que se deben realizar 10 observaciones, en la Tabla 3.2 se muestran los promedios de las mediciones tomadas para la muestra preliminar inicial del proceso de elaboración de armadores.

**Tabla 3.2.** Observaciones preliminares

No	ELEMENTO	NÚMERO DE OBSERVACIONES PRELIMINARES				
		1	2	3	4	5
1	Selección de la materia prima semiprocada	0:00:36	0:00:38	0:00:33	0:00:40	0:00:38
2	Apartar cantidad de materia prima semiprocada	0:00:56	0:00:58	0:00:53	0:01:00	0:00:55
3	Traslado al área de mezclado	0:00:11	0:00:13	0:00:08	0:00:15	0:00:10
4	Mezclado de la materia prima semiprocada	0:00:33	0:00:35	0:00:30	0:00:37	0:00:32
5	Almacenamiento de la materia prima	0:00:02	0:00:04	0:00:01	0:00:06	0:00:01
6	Traslado de la materia prima al sector de la molienda	0:00:09	0:00:11	0:00:06	0:00:13	0:00:08
7	Retiro de materiales metálicos	0:00:47	0:00:49	0:00:44	0:00:51	0:00:46
8	Traslado de la materia prima al molino	0:00:05	0:00:07	0:00:03	0:00:09	0:00:04
9	Molienda de la materia prima	0:01:13	0:01:15	0:01:10	0:01:17	0:01:12
10	Traslado al lado posterior del molino	0:00:08	0:00:10	0:00:05	0:00:12	0:00:07
11	Recolección de la materia prima molida	0:00:30	0:00:32	0:00:27	0:00:34	0:00:29
12	Traslado de la materia prima	0:00:05	0:00:07	0:00:02	0:00:09	0:00:04
13	Almacenamiento de la materia prima	0:00:22	0:00:24	0:00:19	0:00:26	0:00:21
14	Traslado de la materia prima a la tolva	0:00:10	0:00:12	0:00:07	0:00:14	0:00:09
15	Llenado de materia prima en la tolva	0:00:22	0:00:24	0:00:19	0:00:26	0:00:21
16	Traslado al clamp	0:00:03	0:00:05	0:00:02	0:00:07	0:00:02
17	Verificación de parámetros	0:00:38	0:00:40	0:00:35	0:00:42	0:00:37
18	Prueba de inyección	0:00:11	0:00:13	0:00:08	0:00:15	0:00:10
19	Cerrar puerta	0:00:02	0:00:04	0:00:01	0:00:06	0:00:01
20	Inyección	0:00:30	1:00:30	2:00:30	3:00:30	4:00:30
21	Abrir puerta	0:00:02	0:00:04	0:00:01	0:00:06	0:00:01
22	Ubicar producto terminado	0:00:03	0:00:05	0:00:02	0:00:07	0:00:02
23	Apilado del producto terminado	0:01:06	0:01:08	0:01:03	0:00:52	0:01:05
24	Traslado del producto terminado	0:00:02	0:00:04	0:00:01	0:00:06	0:00:01
25	Inspección del producto terminado	0:00:03	0:00:05	0:00:02	0:00:07	0:00:02
26	Retiro de material sobrante	0:00:08	0:00:10	0:00:05	0:00:12	0:00:07
27	Ubicar producto terminado	0:00:05	0:00:07	0:00:02	0:00:09	0:00:04
28	Traslado al sector de conteo	0:00:13	0:00:15	0:00:10	0:00:17	0:00:12
29	Conteo, atado y almacenado del producto terminado	0:00:05	0:00:07	0:00:02	0:00:09	0:00:32
<b>TOTAL, TIEMPO</b>		<b>0:12:06</b>	<b>0:14:45</b>	<b>0:12:02</b>	<b>0:13:57</b>	<b>0:13:59</b>
		<b>12,93</b>	<b>14,33</b>	<b>12,42</b>	<b>13,7</b>	<b>13,98</b>

(Partiplast, 2016, toma de tiempos preliminares)

### 3.1.3 FACTOR DE ACTUACIÓN DE LOS OPERARIOS

Para determinar el factor de actuación (Tabla 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6) del operario se consideró en la tabla establecida de Westinghouse:

**Tabla 3.3.** Determinación del factor actuación operario 01

FACTORES DE ACTUACIÓN MÉTODO WESTINGHOUSE		
SECTOR ALMACENAJE Y MOLIENDA		
<b>OPERARIO: 1</b>		
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>		
FACTOR	Calificación	Priorización:
DESTREZA O HABILIDAD	0,06	BUENO
ESFUERZO O EMPEÑO	0,05	BUENO
CONDICIONES	0,00	ACEPTABLE
CONSISTENCIA	0,01	BUENO
SUMA ALGEBRAICA	<b>0,12</b>	
FACTOR DE ACTUACIÓN	<b>1,12</b>	

**Tabla 3.4.** Determinación del factor actuación operario 02

FACTORES DE ACTUACIÓN MÉTODO WESTINGHOUSE		
SECTOR ALMACENAJE Y MOLIENDA		
<b>OPERARIO: 2</b>		
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>		
FACTOR	Calificación	Priorización:
DESTREZA O HABILIDAD	0,00	BUENO
ESFUERZO O EMPEÑO	-0,04	BUENO
CONDICIONES	0,00	ACEPTABLE
CONSISTENCIA	-0,02	BUENO
SUMA ALGEBRAICA	<b>-0,06</b>	
FACTOR DE ACTUACIÓN	<b>0,94</b>	

**Tabla 3.5.** Determinación del factor actuación operario 03

<b>FACTORES DE ACTUACIÓN MÉTODO WESTINGHOUSE</b>		
<b>SECTOR ALMACENAJE Y MOLIENDA</b>		
<b>OPERARIO: 3</b>		
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>		
<b>FACTOR</b>	<b>Calificación</b>	<b>Priorización:</b>
<b>DESTREZA O HABILIDAD</b>	-0,05	BUENO
<b>ESFUERZO O EMPEÑO</b>	-0,04	BUENO
<b>CONDICIONES</b>	-0,03	ACEPTABLE
<b>CONSISTENCIA</b>	0,02	BUENO
<b>SUMA ALGEBRAICA</b>	<b>-0,1</b>	
<b>FACTOR DE ACTUACIÓN</b>	<b>0,9</b>	

**Tabla 3.6.** Determinación del factor actuación operario 04

<b>FACTORES DE ACTUACIÓN MÉTODO WESTINGHOUSE</b>		
<b>SECTOR ALMACENAJE Y MOLIENDA</b>		
<b>OPERARIO: 4</b>		
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>		
<b>FACTOR</b>	<b>Calificación</b>	<b>Priorización:</b>
<b>DESTREZA O HABILIDAD</b>	-0,05	BUENO
<b>ESFUERZO O EMPEÑO</b>	-0,04	BUENO
<b>CONDICIONES</b>	-0,03	ACEPTABLE
<b>CONSISTENCIA</b>	-0,02	BUENO
<b>SUMA ALGEBRAICA</b>	<b>-0,14</b>	
<b>FACTOR DE ACTUACIÓN</b>	<b>0,86</b>	

### 3.1.4 DETERMINACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS

Se toma en cuenta los factores tales como las condiciones ambientales, ritmo de trabajo y el esfuerzo empleado para cumplir las actividades, de igual manera la exposición al ruido producido por la máquina inyectora, el molino, el agotamiento muscular debido a las operaciones realizadas en el área de inyección, mezcla, molido, amarre y almacenamiento. Escenarios que favorecen al aumento de la fatiga en los operarios la, también se consideran los retrasos personales, retrasos inevitables que su tolerancia la establece la OIT, Ver Anexo AXVII.1. La tolerancia asignable es del 20 % por el tipo de trabajo, pues aquí se requiere de concentración y, además, los movimientos para el apilado son dificultosos, mientras que, para los demás elementos, la tolerancia será del 17 %. Para la asignación de las tolerancias de las máquinas; inyectora y molino, se realiza un estudio de siete días, con una duración de 39 horas para la inyectora y de 43,25 horas para el molino en este periodo se analiza tiempo productivo e improductivo dicho estudio se muestra en la Tabla 3.7.

**Tabla 3.7.** Determinación la tolerancia de máquinas

TOLERANCIA PARA MÁQUINAS							
N-de días	HORAS / DÍA	TIEMPO IMPRODUCTIVO INYECTORA	% TIEMPO IMPRODUCTIVO INYECTORA	N-de días	HORAS / DÍA	TIEMPO IMPRODUCTIVO MOLINO	% TIEMPO IMPRODUCTIVO MOLINO
1	6,50	1,61	24,8 %	1	7,00	0,11	1,6 %
2	6,00	1,43	23,8 %	2	6,50	0,11	1,7 %
3	7,00	1,40	20,0 %	3	6,00	0,10	1,7 %
4	7,00	1,46	20,9 %	4	6,00	0,10	1,7 %
5	6,00	1,52	25,3 %	5	6,25	0,11	1,8 %
6	6,25	1,54	24,6 %	6	5,50	0,09	1,6 %
7	7,00	1,61	23,0 %	7	6,00	0,10	1,7 %
<b>TOTAL</b>	<b>45,75</b>	<b>10,57</b>	<b>23,10 %</b>	<b>TOTAL</b>	<b>43,25</b>	<b>0,72</b>	<b>2 %</b>

(Partiplast, 2016, cálculo de tolerancias de máquina)

Se realizó el estudio en siete días, un total de 89 horas y un 25,10 % de tiempo improductivo, lo que muestran que el 23,10 % es de tiempo improductivo para la máquina inyectora, esto se debe a que esta máquina se demora una hora en encenderse (calentamiento del cañón inyector a base de glp) que corresponde al 66 % del tiempo improductivo, las boquillas se tapan con materiales extraños de la materia prima y esto detiene el proceso de inyección el operador debe destapar las boquillas, esto equivale al 30 % del tiempo improductivo, también se adiciona el tiempo de llenado de la tolva que equivale al 4 % del tiempo improductivo, en el molino se establece un 2 % de improductividad del tiempo se ha considerado por motivo que el operario se traslada a la parte posterior del molino para recoger la materia prima.

Para el cálculo de la tolerancia de las máquinas se utilizará la siguiente fórmula:

$$Tolerancia\ Maq = \frac{\sum \text{tiempo improductivo}}{\text{tiempo total de observacion}} * 100 \% \quad [3.2]$$

$$Tolerancia\ Maq = \frac{11,29}{82,25} * 100 \% \quad [3.2]$$

$$Tolerancia\ Maq = 13,72 \% \quad [3.3]$$

### 3.1.5 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR EN LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE ARMADORES

El tiempo estándar en la línea de elaboración de armadores, se deduce considerando los tiempos cronometrados a los que se le adicionan las tolerancias y el factor de actuación calculada con anterioridad, para este cálculo se utiliza la siguiente formula:

$$Tiempo\ promedio = \frac{\sum \text{tiempos observados}}{\text{numero de observaciones}} \quad [3.4]$$

$$\text{Tiempo normal} = \text{tiempo promedio} (\text{factor de actuacion}) \quad [3.5]$$

$$\text{Tiempo estandar} = \text{tiempo normal} * \left( \frac{1 + \% \text{ de tolerancia}}{100} \right) \quad [3.6]$$

Las tolerancias consideradas son: necesidades personales, retrasos inevitables, efectos de fatiga que produce el trabajo, se calcula el tiempo estándar partiendo del muestreo de trabajo elaborado, se escoge un elemento para indicar el proceso del cálculo el resto de cálculos de los demás elementos se encuentran en la Tabla 3.8.

El elemento que se asigno es el de apartar cantidad de materia prima semiprocesada, el cálculo del tiempo estándar de elaboración a partir del tiempo promedio que se inspeccionó en las hojas de estudio mostradas en la Tabla 3.8.

Para la operación de apartar cantidad de materia prima semiprocesada será de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{\sum \text{tiempos observados}}{\text{numero de observaciones}} \quad [3.7]$$

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{10,22}{10} \quad [3.8]$$

$$\text{Tiempo promedio} = 1,022 \text{ min} \quad [3.9]$$

$$\text{Tiempo normal} = \text{tiempo promedio} * (\text{factor de actuacion}) \quad [3.9]$$

$$\text{Tiempo promedio} = 1,022 * 0.98 \quad [3.10]$$

$$\text{Tiempo promedio} = 1,001 \text{ min} \quad [3.11]$$



**Tabla 3.8.** Determinación del tiempo estándar en la línea de elaboración de armadores

<b>TIEMPO ESTÁNDAR EN LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE ARMADORES</b>							
<b>RESUMEN DEL ESTUDIO</b>							
<b>ÁREA:</b> Línea de proceso de armadores		<b>LÍNEA DE ARMADORES</b>		<b>ESTUDIO No</b>	1		
<b>No DE TRABAJADORES:</b> 4				<b>HOJA:</b>	1 DE 1		
<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y MATERIA PRIMA</b>				<b>MÉTODO:</b>	ACTUAL		
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	ARMADOR DE PLÁSTICO	<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>ANALISTA:</b>	RODRIGO MORENO		
		Polipropileno de material reciclable		<b>TIEMPO ESTÁNDAR:</b>	14,10		
<b>No ELEMENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO</b>			<b>TP min</b>	<b>FA %</b>	<b>Tol %</b>	<b>TS min</b>
1	Selección de la materia prima semiprocesada			0,66	98	17	0,76
2	Apartar cantidad de materia prima semiprocesada			1,001	98	17	1,17
3	Traslado al área de mezclado			0,26	98	17	0,29
4	Mezclado de la materia prima semiprocesada			0,60	94	17	0,66
5	Almacenamiento de la materia prima			0,10	94	17	0,10
6	Traslado de la materia prima al sector de la molienda			0,20	94	17	0,22
7	Retiro de materiales metálicos			0,83	94	17	0,91
8	Traslado de la materia prima al molino			0,14	94	17	0,16
9	Molienda de la materia prima			15,00	100	13,72	17,06
10	Traslado al lado posterior del molino			0,19	100	13,72	0,21
11	Recolección de la materia prima molida			0,35	94	17	0,38
12	Traslado de la materia prima			0,13	94	17	0,15

**Tabla 3.8.** Determinación del tiempo estándar en la línea de elaboración de armadores  
(Continuación...)

No ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TP min	FA %	Tol %	TS min
13	Almacenamiento de la materia prima	0,23	94	17	0,25
14	Traslado de la materia prima a la tolva	0,23	90	17	0,24
15	Llenado de materia prima en la tolva	0,43	100	13,72	0,49
16	Traslado al clamp	0,12	90	17	0,13
17	Verificación de parámetros	0,70	100	13,72	0,80
18	Prueba de inyección	0,25	100	13,72	0,28
19	Cerrar puerta	0,10	100	13,72	0,11
20	Inyección	0,50	100	13,72	0,57
21	Abrir puerta	0,10	100	13,72	0,11
22	Ubicar producto terminado	0,10	90	17	0,11
23	Apilado del producto terminado	0,10	90	17	0,11
24	Traslado del producto terminado	0,19	90	17	0,20
25	Inspección del producto terminado	0,14	86	17	0,14
26	Retiro de material sobrante	0,29	86	17	0,29
27	Ubicar producto terminado	0,14	86	17	0,14
28	Traslado al sector de conteo	0,30	86	17	0,30
29	Conteo, atado y almacenado del producto terminado	2,68	86	17	2,69
<b>FACTOR DE ACTUACIÓN Y TOLERANCIAS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>FA</b>	<b>TOL</b>		
<b>OPERADOR 1 MATERIA PRIMA</b>		<b>98 %</b>	<b>17 %</b>		
<b>OPERADOR 2 MOLINO</b>		<b>94 %</b>	<b>17 %</b>		
<b>OPERADOR 3 INYECTORA</b>		<b>90 %</b>	<b>17 %</b>	<b>TP= TIEMPO PROMEDIO</b>	
<b>OPERADOR 4 INSPECCIÓN ALMACENAMIENTO FINAL</b>		<b>86 %</b>	<b>17 %</b>	<b>FA: FACTOR DE ACTUACIÓN</b>	
<b>INYECTORA</b>		<b>100 %</b>	<b>13,72 %</b>	<b>TOL= TOLERANCIA</b>	
<b>MOLINO</b>		<b>100 %</b>	<b>13,72 %</b>	<b>TS= TIEMPO ESTÁNDAR</b>	

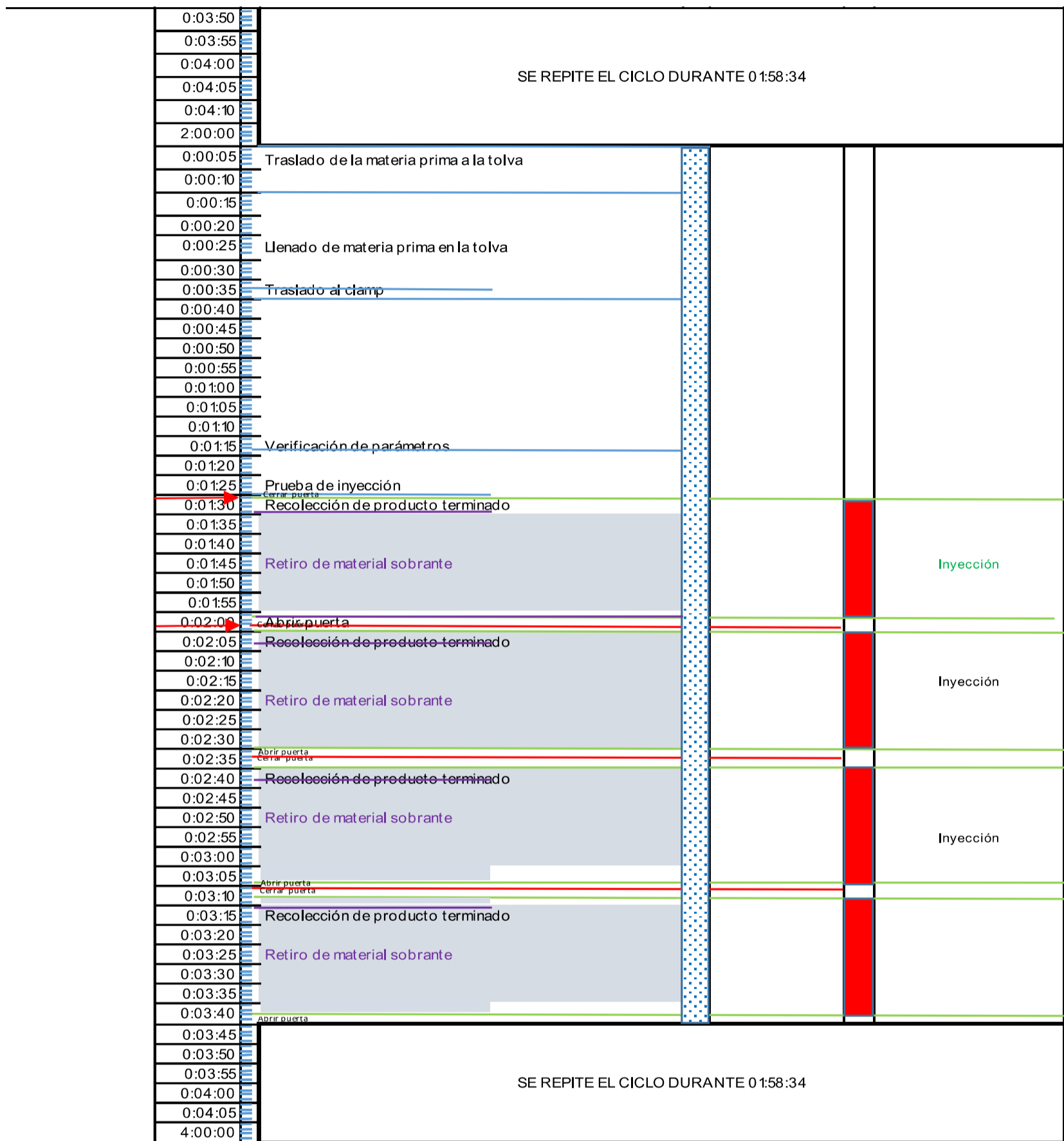
(Partiplast, 2016, cálculo del tiempo estándar)

### 3.1.6 DIAGRAMA ACTUAL HOMBRE-MÁQUINA

Tabla 3.9. Diagrama hombre-máquina de la inyectora

DIAGRAMA Hombre-Máquina				
<b>OBJETO DEL DIAGRAMA:</b> Línea elaboración de armadores	<b>DIAGRAMA No:</b> 01	<b>FECHA:</b>	<b>HOJA:</b> 1 de 1	
<b>EMPRESA:</b> PARTIPLAST	<b>AREA:</b> Inyectora	<b>PRODUCTO:</b> Armador de plástico	<b>METODO:</b> Actual	
<b>TÍTULO DEL DIAGRAMA:</b> Encendido boquilla	<b>MAQUINA:</b> Inyectora CICINATI	<b>DIMENSIONES:</b>	<b>ANALISTA:</b> Rodrigo Moreno	
Abrir puerta				
TIEMPO	ELEMENTOS	OPERADOR 1	MAQUINA 1	
8:30:00	ENCIENDE BOQUILLAS, LIMPIA MAQUINA TRANSPORTA EL DESPERDICIO			
8:50:00	AYUDA EN ACTIVIDADES DE MOLIENDA			
9:10:00	OCIO			
9:28:34				
0:00:05	Traslado de la materia prima a la tolva			
0:00:10				
0:00:15				
0:00:20				
0:00:25	Llenado de materia prima en la tolva			
0:00:30				
0:00:35	Traslado al clamp			
0:00:40				
0:00:45				
0:00:50				
0:00:55				
0:01:00				
0:01:05				
0:01:10				
0:01:15	Verificación de parámetros			
0:01:20				
0:01:25	Prueba de inyección			
0:01:30	Cerrar puerta Recolección de producto terminado			
0:01:35				
0:01:40				
0:01:45	Retiro de material sobrante			Inyección
0:01:50				
0:01:55				
0:02:00	Abrir puerta Cerrar puerta			
0:02:05	Recolección de producto terminado			
0:02:10				
0:02:15				
0:02:20	Retiro de material sobrante			Inyección
0:02:25				
0:02:30				
0:02:35	Abrir puerta Cerrar puerta			
0:02:40	Recolección de producto terminado			
0:02:45				
0:02:50	Retiro de material sobrante			Inyección
0:02:55				
0:03:00				
0:03:05	Abrir puerta Cerrar puerta			
0:03:10	Recolección de producto terminado			
0:03:15				
0:03:20				
0:03:25	Retiro de material sobrante			
0:03:30				
0:03:35				
0:03:40	Abrir puerta			
0:03:45				

**Tabla 3.9.** Diagrama hombre-máquina de la inyectora (Continuación...)

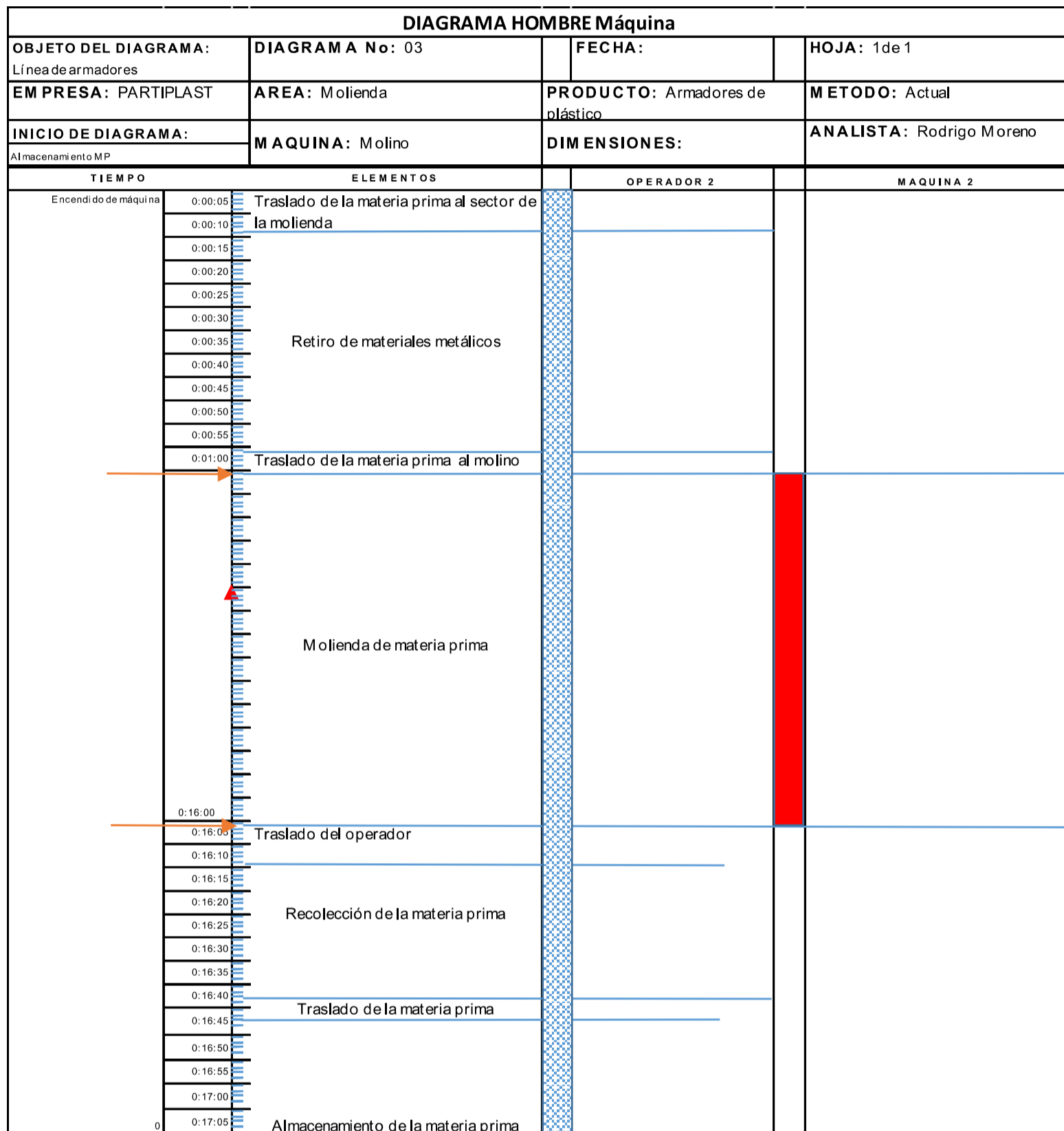


**Tabla 3.10.** Resumen del Diagrama hombre-máquina de la inyectora

RESUMEN									
INYECCIÓN	CARGA		IMPRODUCTIVO		PRODUCTIVO		DESCARGA		TOTAL, CICLO min
	min	%	min	%	min	%	min	%	
INYECTORA	0,03	0,36	15,38	13	104,62	87			120
OPERADOR 1			40	33,33	80	66,67			120

PRODUCTIVO  
 IMPRODUCTIVO  
 TRABAJO MQ

**Tabla 3.11.** Diagrama hombre-máquina del molino



**Tabla 3.12.** Resumen del Diagrama hombre-máquina del molino

RESUMEN									
MOLIENDA	CARGA		IMPRODUCTIVO		PRODUCTIVO		DESCARGA		TOTAL, CICLO min
	min	%	min	%	min	%	min	%	
MOLINO	0	0	14,19	12	105,81	88			120
OPERADOR1					120	1			120

 PRODUCTIVO

 TRABAJO MQ

 IMPRODUCTIVO

### 3.1.6.1 Tiempos productivos e improductivos

Se detalla a continuación de los resultados obtenidos en el estudio del diagrama hombre-máquina de la inyectora y el molino.

Inyectora:

En el proceso de inyección la realiza un operario el cual cumple la función de encendido de la máquina, carga de materia prima en la tolva, destapar boquillas, control de parámetros de inyección, retiro de producto terminado del clamp, selección del producto terminado y desperdicio, también retira las rebabas del producto terminado, los apila y luego los traslada al sector de inspección.

El método actual usado en la empresa muestra una demora importante por falta de un mecanismo rápido de calentamiento de la boquilla para la inyección, esta tarda un periodo de 90 minutos para que empiece a realizar la inyección y el operario durante este tiempo genera un tiempo muerto de alrededor de un 60 % del tiempo en que demora el encendido de la máquina ( solamente ayuda en pequeño porcentaje a lo que es la molienda), en este caso se ha considerado el tiempo de ciclo de 120 minutos, el proceso de inyección que realiza la máquina es de 0,5 minutos en la fabricación de 2 armadores, el operario debe cerrar la puerta de la máquina para que empiece el proceso de inyección y abrirla para poder retirar los armadores, se midió un tiempo total de 4 segundos, para el estudio se tomó el tiempo de la nueva carga de materia prima, la que se realiza dentro de 120 minutos, el resumen del estudio hombre-máquina indica un 13 % de tiempo improductivo de la máquina, por parte del operario se le considera una productividad del 100 % por el motivo que realiza todos los procedimientos de inyección, cabe señalar que el operario realiza su trabajo un tanto lento y pierde tiempo en el calentamiento de la boquilla como al abrir y cerrar la puerta de la inyectora, una situación importante la máquina inyectora es automática, pero por cuestiones de mantenimiento y cambio de partes mecánicas se la adaptado a forma manual lo que dificulta al operario dedicar más tiempo al producto terminado y el desperdicio, existen taponamientos en el cañón de la inyectora por presencia de impurezas en la materia prima.

Molino:

Para la actividad de la molienda lo realiza un operario, el cual se encarga de trasladar la materia prima mezclada, al sector de imantación, en este proceso se retira las impurezas metálicas, luego esta materia prima se la ubica en el molino, en pequeñas proporciones, al obtener en la parte posterior del molino una cantidad considerable de materia prima molida (30 kg), se procede a llenarlos en saquillos, en este tiempo de traslado del operador la máquina continua encendida, el operario las almacena y regresa nuevamente a realizar el proceso.

De igual manera se toma un tiempo de ciclo de 120 minutos, en ese tiempo se procesa 30 kg de materia prima, en el estudio hombre-máquina se determinó una productividad del operario del 100 %, ya que realiza toda la actividad para la molienda, aquí se presenta el mismo caso que el anterior el operario realiza actividades de forma muy pausada, la máquina representa un 12 % de tiempo improductivo, por motivo de realización de otras actividades inmersas en el proceso y la máquina permanece prendida sin carga alguna.

### **3.1.6.2 Tiempos de carga y descarga de máquinas**

En el diagrama hombre-máquina de la inyectora muestra el tiempo de carga ya que la descarga como se indicó nos referiríamos al número de armadores elaborados por ciclo, y la duración del ciclo de 120 minutos. El tiempo de carga es de 0,37 minutos un 0,37 % del total del ciclo, se considera que es un tiempo bajo con relación al total del ciclo.

Existen tiempos de descarga, para la inyectora se considera el número de armadores que son alrededor de 418 al término del ciclo, que serán 104,62 minutos. Para lo que es la molienda al término del ciclo se procesará 30 kg de plástico molido, se considera la descarga en un ciclo que representa el 88 % de este.

Como se indicó el ciclo es de 120 minutos lo que la empresa labora 10 horas diarias, distribuidas de la siguiente manera en la Tabla 3.13.

**Tabla 3.13.** Horario de trabajo de la empresa Partiplast

<b>HORARIO DE TRABAJO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>HORARIO L-V</b>		<b>HORARIO SÁBADO</b>	
Operario 1	INYECTOR	8:00	15:30	-	-
Operario 2	MOLIENDA	8:00	15:30	-	-
Operario 3	INSPECCIÓN	8:00	15:30	-	-
Operario 4	MATERIA PRIMA	8:00	15:30	-	-
Operario 5	INYECCIÓN	15:30	18:30	8:00	12:00
Operario 6	VARIOS	15:30	18:30	8:00	12:00



### 3.1.7 DIAGRAMA ACTUAL DEL FLUJO DEL PROCESO

**Tabla 3.14.** Flujo actual del proceso de la empresa Partiplast

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ARMADORES								
UBICACIÓN: Planta de Plásticos				RESUMEN				
ACTIVIDAD: ELABORACIÓN DE ARMADORES PLASTICOS				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS	
FECHA: 16-06-16				OPERACIÓN	12			
OPERADOR:		ANALISTA: RODRIGO MORENO		TRANSPORTE	9			
MARQUE EL METODO:				DEMORA	0			
Método:	ACTUAL		PROPUESTO		INSPECCIÓN	2		
TIPO:	OBRERO	MATERIAL	MAQUINA		ALMACENAJE	6		
COMENTARIOS				TIEMPO (min)				
				DISTANCIA (metros)	30,73			
				COSTO				
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLO					TIEMPO (min)	DISTANCIA (metros)	Método Recomendado
Selección de la materia prima semiprocesada	○	⇒	D	□	▽		-	
Apartar cantidad de materia prima semiprocesada	○	⇒	D	□	▽		-	
Traslado al área de mezclado	○	⇒	D	□	▽		4,47	
Mezclado de la materia prima semiprocesada	○	⇒	D	□	▽		-	
Almacenamiento de la materia prima	○	⇒	D	□	▽		0,70	
Traslado de la materia prima al sector de la molienda	○	⇒	D	□	▽		3,70	
Retiro de materiales metálicos	○	⇒	D	□	▽		-	
Traslado de la materia prima al molino	○	⇒	D	□	▽		1,70	
Molienda de la materia prima	○	⇒	D	□	▽		-	
Traslado al lado posterior del molino	○	⇒	D	□	▽		3,20	
Recolección de la materia prima molida	○	⇒	D	□	▽		-	
Traslado de la materia prima	○	⇒	D	□	▽		1,80	
Almacenamiento de la materia prima	○	⇒	D	□	▽		-	
Traslado de la materia prima a la tolva	○	⇒	D	□	▽		3,35	
Llenado de materia prima en la tolva	○	⇒	D	□	▽		-	
Traslado al clamp	○	⇒	D	□	▽		1,04	
Verificación de parámetros	○	⇒	D	□	▽		-	
Prueba de inyección	○	⇒	D	□	▽		-	
Cerrar puerta	○	⇒	D	□	▽		-	
Inyección	○	⇒	D	□	▽		-	
Abrir puerta	○	⇒	D	□	▽		-	
Ubicar producto terminado	○	⇒	D	□	▽		-	
Apilado del producto terminado	○	⇒	D	□	▽		-	
Traslado del producto terminado	○	⇒	D	□	▽		0,50	
Inspección del producto terminado	○	⇒	D	□	▽		-	
Retiro de material sobrante	○	⇒	D	□	▽		-	
Ubicar producto terminado	○	⇒	D	□	▽		-	
Traslado al sector de conteo	○	⇒	D	□	▽		3,20	
Conteo, atado y almacenado del producto terminado	○	⇒	D	□	▽		7,07	
							30,73	

### 3.1.7.1 Técnica actual de trabajo

En la línea de elaboración de armadores plásticos donde se efectúa el estudio, consta de varias operaciones que en su mayoría son manuales, en todo el proceso de fabricación del producto, a continuación, se expone la forma en que se llevan a cabo las actividades de los métodos actuales de trabajo:

En el proceso de mezcla de la materia prima:

La materia prima tiene dos formas de adquisición, se la compra semiprocesada en sacos grandes se los pesa y luego se almacena para proceder luego al pago, la otra forma se compra productos plásticos que se pueden reciclar como, sillas, mesas, jabs de cola y cualquier otro producto que este elaborado a base de polipropileno, la compra de este producto sin procesar se adquiere de forma esporádica por eso no es considerado en el estudio, este producto se lo lava y luego se lo corta e ingresa al molino, con la materia prima semiprocesada se tiene un problema que se debe moler ya que las dimensiones de este producto no son las adecuadas para la inyección, no se encuentra limpia, a menudo se localizan impurezas como metales, madera, piedras, etc. que ocasiona el taponamiento de la boquilla del cañón de la inyectora.

En el proceso de molienda de la materia prima:

No se han considerado tiempos de limpieza ya que esta actividad se la realiza cuando se acumulan restos de materia prima regada en el piso o acumulación de saquillos, como se indica en ningún proceso se tiene definido el tiempo de actividad, de igual manera tampoco se tiene una medida exacta de cuanta materia prima pasa por cada proceso se lo hace por experiencia del operador, no se tiene datos del rendimiento del molino.

En el proceso de inyección:

En este proceso se presentan actividades de destape de la boquilla de la inyectora como se detalló anteriormente esto sucede por causa de algún elemento extraño en la materia prima que no se ha podido separar, cabe resaltar en este punto que al término de la jornada existe una gran cantidad de

desperdicio que ingresa nuevamente a la molienda, el método actual de encender las boquillas de la inyectora se realiza con glp que para encender se usa papel periódico, en la actividad de inyección el operador mientras la inyectora realiza el proceso, el operario recoge los armadores y retira las rebabas.

En el proceso de producto terminado:

Hay actividades como la cargar los armadores en la camioneta, ubicar producto terminado encima de mesas para que el producto no se deteriore, el conteo amarre y almacenamiento se lo hace en bultos de 50 armadores.

### **3.1.7.2 Operaciones productivas e improductivas del método actual**

En el estudio se notó las operaciones productivas como las que no aportan valor a la línea de producción, tales operaciones importantes como la de que realiza la máquina inyectora y el molino, que son fundamentales en el proceso de elaboración del producto, también se incluya las operaciones de retiro de rebabas tanto al término de la inyección como en la inspección del producto, el almacenamiento amarrado y conteo es importante ya que el producto se lo envía a diversas partes del país y en la ciudad de Riobamba.

En proporciones medianas se consideraría las operaciones de imantación, mezcla de la materia prima por la complejidad de obtener los colores, las operaciones que serían improductivas son las de la selección de materia y apartar materia prima para trasladar a la mezcla, también se encuentran traslados innecesarios en cada proceso, como sucede en la molienda el operador realiza actividades y la máquina sigue encendida, no existen demoras ya que el trabajo se lo realiza en un ritmo constante pero lento.

Las áreas rayadas muestran donde están ubicados los productos que no se utiliza en el proceso.

## 3.1.8 DIAGRAMA ACTUAL DE RECORRIDO DEL PROCESO

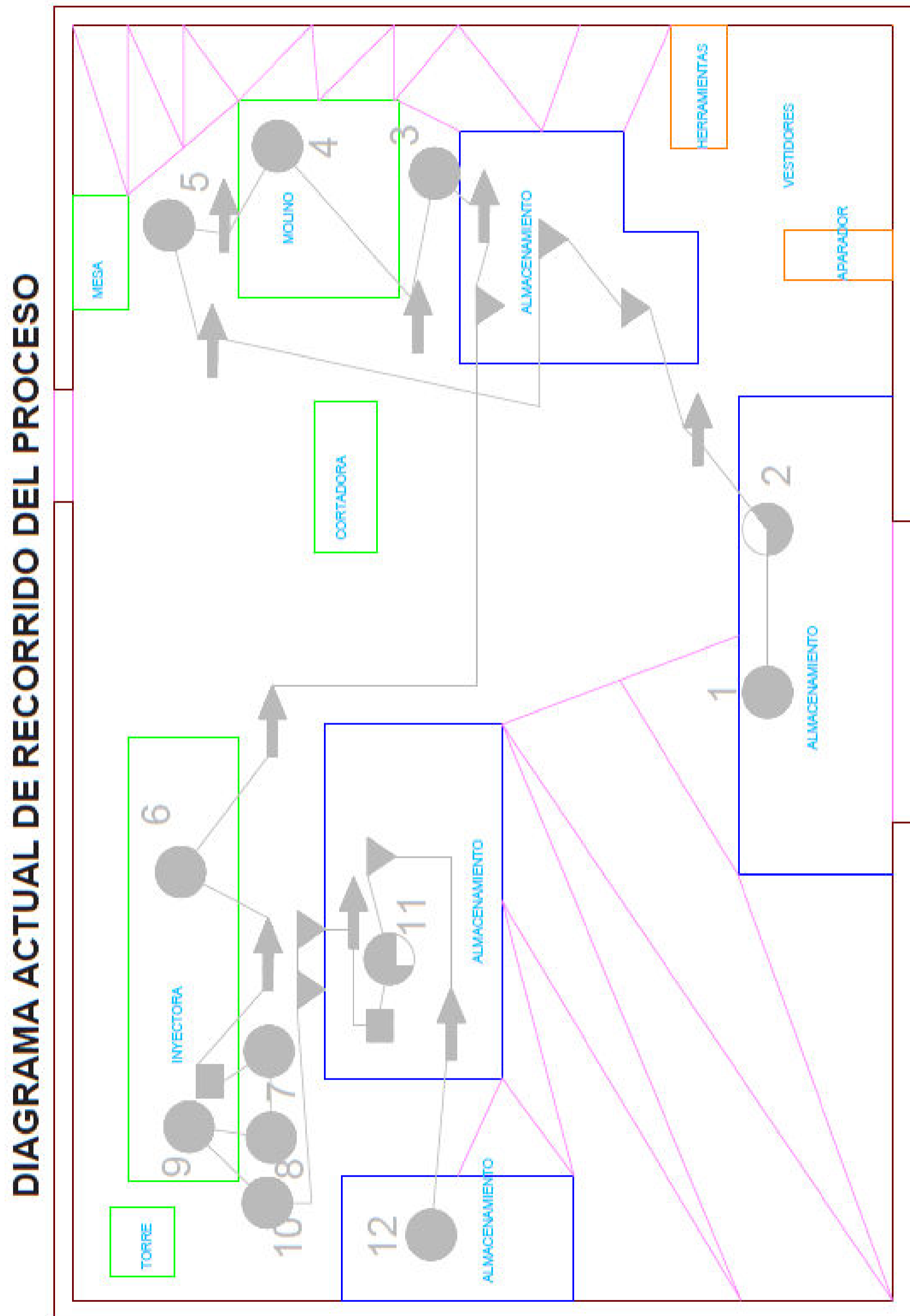


Figura 3.2. Diagrama de recorrido situación actual

### 3.1.8.1 Deficiencias de la distribución de planta

En la línea de producción de armadores, posee un área de 80,60 m<sup>2</sup>, cuya utilización de área se detalla en la Tabla 3.15.

**Tabla 3.15.** Cálculo de la superficie total utilizada en la empresa Partiplast.

SUPERFICIE NECESARIA DEL PROCESO					
MAQUINA O PUESTO	DIMENSIONES		SUPERFICIE		TOTAL
	ANCHO	LARGO	MÁQUINA m <sup>2</sup>	OPERARIO m <sup>2</sup>	
INYECTORA	1,20	4,70	5,64	4,00	9,64
MOLINO	1,20	0,70	0,84	4,00	9,64
CORTADORA	0,75	0,40	0,30	3,00	3,84
TORRE DE AGUA	0,73	0,70	0,51	3,00	3,30
ARM HERRAM	1,30	0,60	0,78	0,50	1,01
APARADOR	1,18	0,54	0,64	3,00	3,78
MESA	1,22	0,60	0,73	3,00	3,64
RECEPCIÓN MP	1,00	1,50	1,50	3,00	3,73
ALMACENAMIENTO 1	1,00	1,50	1,50	1,50	3,00
ALMACENAMIENTO 2	2,00	3,00	6,00	1,50	3,00
EMBALAJE	1,00	2,00	2,00	6,00	12,00
OBJ NO UTILIZADOS	3,00	3,00	9,00	2,00	4,00
				6,00	15,00
<b>ÁREA GENERAL</b>				<b>TOTAL, SUP</b>	<b>65,94</b>
<b>ANCHO</b>			<b>LARGO</b>	<b>TOTAL</b>	
	10,4	80,6			
<b>ÁREA DISPONIBLE</b>					
<b>ÁREA GENERAL</b>			<b>ÁREA ÚTIL</b>	<b>TOTAL</b>	
80,60	65,94	14,66	DISPONIBLE		

A continuación, se detallan las deficiencias de la distribución en planta:

- Para el almacenamiento de la materia prima que se adquiere no tiene un lugar fijo para almacenarla.
- Recorridos innecesarios de los operarios para realizar sus actividades.
- Ubicación inadecuada del molino que se encuentra separado a gran distancia de la inyectora.
- No existe una adecuada señalización que permita identificar claramente el área para cada tipo de producto o material.
- En general existe en la planta materiales, productos, chatarra, que no se utiliza o la ocupan en parte como bodega lo que disminuye el área de trabajo y para el almacenamiento del producto se lo traslada a lugares que se encuentren vacíos, la materia prima se encuentra en varios lugares y no se la distingue por sus colores de igual forma las instalaciones eléctricas de máquinas y de iluminación, los cables se encuentran atravesando un sector del área de trabajo, no se tiene un plan de orden y limpieza.
- 

### **3.1.9 ANÁLISIS DEL MÉTODO ACTUAL DEL TRABAJO**

En la línea de elaboración de armadores las operaciones inician calentando el cañón de la inyectora, la clasificación de la materia prima según el color, se muele materia prima pendiente del día anterior, la producción se trabaja bajo pedido, el propietario de la empresa previa conversación con los compradores, indica en forma verbal a los operarios la cantidad de producto a fabricar, no se crean registros de pedido, de consumo materia prima al inicio o final del proceso. La materia prima se adquiere aproximadamente 1.500 kg mensuales, el método actual es simple como no se tiene estandarizado los tiempos de máquina y de la mano de obra, se trabaja bajo experiencia de cada operario, la empresa no posee un stock de producto terminado. Se verificó un problema al generar desperdicio esto sucede en la inyectora la cual no se rectifica el molde, por lo general este desperdicio representa un 36,9 % de la producción diaria, como ingresa nuevamente al proceso no lo perciben esta dificultad.



**Figura 3.3.** Área de Inyección y control del producto terminado

### 3.1.10 DIAGRAMA PROPUESTO HOMBRE-MÁQUINA

En el diagrama propuesto ver Tabla 3.16, se tiene presente que para la máquina inyectora no se podrán hacer cambios, ya que esta es la que lleva el ritmo de trabajo para la elaboración de armadores, se tiene establecido que esta máquina necesita un tiempo de aproximadamente 90 minutos para encenderse, por otro lado, el tiempo de proceso de inyección tiene un tiempo establecido de

0,5 minutos (cuatro armadores), razón por la cual simplemente se podrá modificar los procesos adyacentes a este.

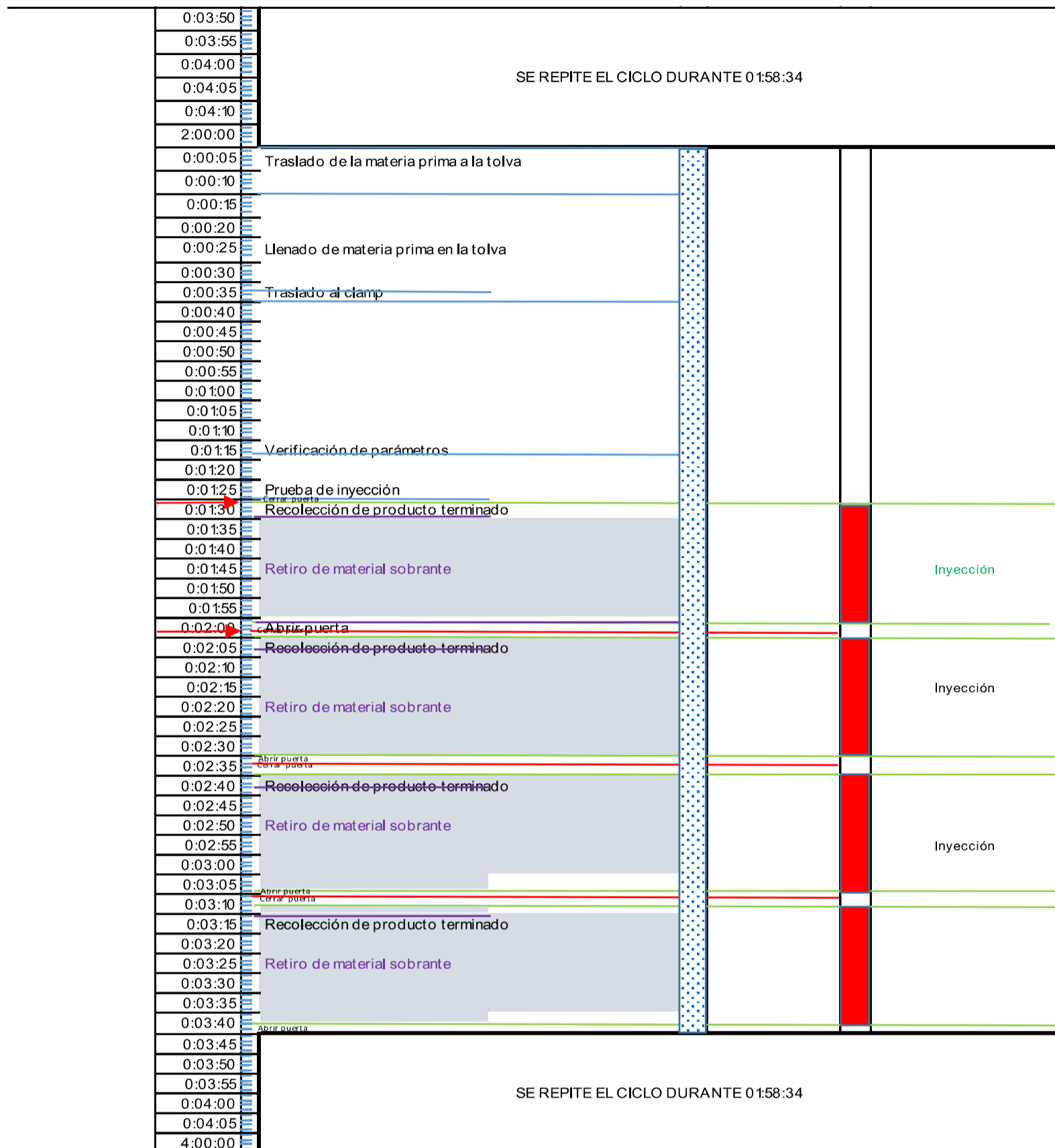
Lo que se propone, que el operador de la máquina inyectora el tiempo que tiene en encenderse, lo utilizará trasladándose a realizar las operaciones de selección, apartado y mezcla de materia prima adicionalmente a este operador se le retirará una operación la que es de trasladar los armadores al área de inspección, esta actividad la hará la persona encargada de la inspección.



**Tabla 3.16.** Diagrama propuesto hombre-máquina inyectora

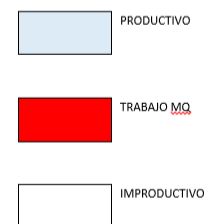
DIAGRAMA PROPUESTO Hombre-Máquina			
<b>OBJETO DEL DIAGRAMA:</b> Línea elaboración de armadores	<b>DIAGRAMA No:</b> 01	<b>FECHA:</b>	<b>HOJA:</b> 1 de 1
<b>EMPRESA:</b> PARTIPLAST	<b>AREA:</b> Inyectora	<b>PRODUCTO:</b> Armador de plástico	<b>METODO:</b> PROPUESTO
<b>INICIO DE DIAGRAMA:</b> Encender boquilla Abrir puerta	<b>MAQUINA:</b> Inyectora CINCINATI	<b>DIMENSIONES:</b>	<b>ANALISTA:</b> Rodrigo Moreno
TIEMPO	ELEMENTOS	OPERADOR 1	MAQUINA 1
8:00:00	Enciende maquina, Limpia máquina transporta el desperdicio		
8:15:00			
9:28:34	<b>AYUDA EN ACTIVIDADES DESELECCION, APARTADO Y MEZCLADO DE MATERIA PRIMA</b>		
0:00:05	Traslado de la materia prima a la tolva		
0:00:10			
0:00:15			
0:00:20			
0:00:25	Llenado de materia prima en la tolva		
0:00:30			
0:00:35	Traslado al clamp		
0:00:40			
0:00:45			
0:00:50			
0:00:55			
0:01:00			
0:01:05			
0:01:10			
0:01:15	Verificación de parámetros		
0:01:20			
0:01:25	Prueba de inyección		
0:01:30	Cerrar puerta Recolección de producto terminado		
0:01:35			
0:01:40			
0:01:45	Retiro de material sobrante		Inyección
0:01:50			
0:01:55			
0:02:00	Abrir puerta Cerrar puerta		
0:02:05	Recolección de producto terminado		
0:02:10			
0:02:15			
0:02:20	Retiro de material sobrante		Inyección
0:02:25			
0:02:30			
0:02:35	Abrir puerta Cerrar puerta		
0:02:40	Recolección de producto terminado		
0:02:45			
0:02:50	Retiro de material sobrante		Inyección
0:02:55			
0:03:00			
0:03:05	Abrir puerta Cerrar puerta		
0:03:10	Recolección de producto terminado		
0:03:15			
0:03:20			
0:03:25	Retiro de material sobrante		
0:03:30			
0:03:35			
0:03:40	Abrir puerta		
0:03:45			

**Tabla 3.16.** Diagrama propuesto hombre-máquina inyectora (Continuación...)



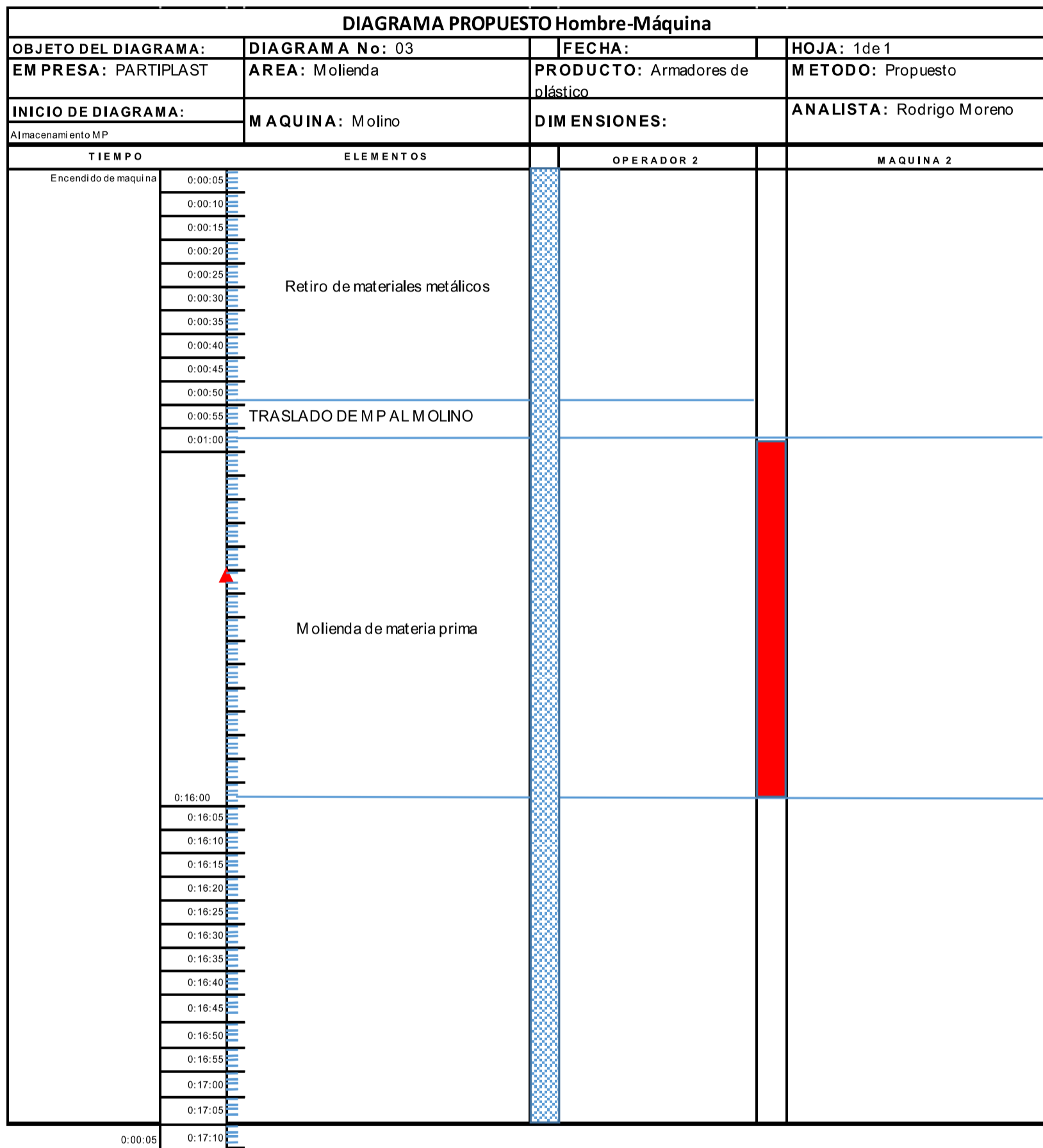
**Tabla 3.17.** Resumen del Diagrama propuesto hombre-máquina inyectora.

RESUMEN									
MOLIENDA	CARGA		IMPRODUCTIVO		PRODUCTIVO		DESCARGA		TOTAL
	min	%	min	%	min	%	min	%	
INYEKTORA	0,37	0,003	15,38	0,13	104,62	0,87			120
OPERADOR 2					120	1			120



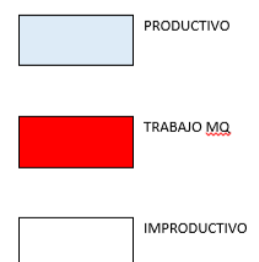
Para el molino, se ha definido actividades al operador para que la máquina no quede encendida sin moler materia prima, ya que anteriormente se indicó que el operador realizaba actividades de recoger materia prima, y almacenar y al efectuar estas actividades el molino estaba encendido, sin realizar trabajo alguno lo que al operador del molino tendrá mayor tiempo para moler la materia prima y las demás actividades que realizaba las efectuará el operador del primer proceso de selección de la materia prima, se detalla la nueva propuesta en la Figura 3.4.

**Tabla 3.18.** Diagrama propuesto hombre-máquina molino



**Tabla 3.19.** Resumen del Diagrama propuesto hombre-máquina inyectora.

RESUMEN									
MOLIENDA	CARGA		IMPRODUCTIVO		PRODUCTIVO		DESCARGA		TOTAL
	min	%	min	%	min	%	min	%	
MOLINO	0	0	7,18	5,98	112,82	94,02			120
OPERADOR 2					120	1			120



### **3.1.10.1 Sincronización de actividades de operaciones y máquinas**

Las actividades descritas el diagrama hombre-máquina propuesto para la maquina inyectora ver Tabla 3.16, se observa que existe un incremento de trabajo para el operador al asignarle actividades en otra área hasta que se caliente la boquilla de la inyectora y disminuyendo una operación del traslado del producto terminado.

Sin embargo, aún tiene un tiempo improductivo que será el de abrir y cerrar la puerta de 0,7 minutos, este tiempo se lo restaría siempre y cuando se arregle el desperfecto en el molde del clamp, por lo tanto, se considera un tiempo productivo de un 100 %.

Al operario si mantiene el ritmo de trabajo con las nuevas actividades asignadas. El tiempo total del ciclo del molino ver Tabla 3.18, como se consideró en un tiempo de 120 minutos se observa que se ha disminuido 3 operaciones con la finalidad que se optimice la productividad de la máquina para que no quede encendida sin procesar materia prima, esto representa un 94,02 % de productividad.

mientras que el operador se le tomará una productividad del 100 % ya que en las tres actividades siempre estará realizando esfuerzo, del total del ciclo de las máquinas.

Se requiere que todas las actividades estén sincronizadas con el propósito de evitar errores en la línea de elaboración y no provocar tiempos improductivos de la máquina y los operadores.

Actualmente los operarios de la empresa permanecen toda la jornada de trabajo cumpliendo la misma actividad, es necesario realizar rotación de puestos entre los trabajadores de todas las estaciones de trabajo con la finalidad de evitar la fatiga en los operarios.

### 3.1.10.2 Incremento de la productividad en máquinas

Máquina inyectora y molino:

Para alcanzar un aumento de la productividad en la maquinaria se debe realizar una organización en el método de procesamiento, bajo un sistema de pedidos de producción o una planificación del trabajo.

Como la empresa no posee registro alguno del sistema de trabajo, se deberá empezar por organizar su producción y sobretodo llevar un control en la utilización de la materia prima en cada proceso así se tendrá un mejor panorama de establecer parámetros de medida tanto en peso, calibración de las máquinas y obtener cantidades específicas de mezcla para obtener el color de los armadores con lo que se obtendrá:

- La disminución de tiempos improductivos de las máquinas.
- Aumento de la producción por jornada de trabajo.
- Mayor inserción en el mercado siendo más competitivos.

**Tabla 3.20.** Producción de armadores en el ciclo estudiado.

PRODUCCIÓN DE ARMADORES UN CICLO INYECTORA (2horas)											
Resumen	CICLO			ACTIVIDAD			OCIO			% UTILIZACION ACTUAL	% UTILIZACION PROPUESTO
	Actual	Propuesto	Ahorro	Actual	Propuesto	Ahorro	Actual	Propuesto	Ahorro		
H1	120	120	0	80	120	40	40	0	40	67 %	100 %
M1	120	120	0	104,62	105,88	1,26	13,95	13,95	0	87 %	88 %

**Tabla 3.21.** Cálculo de producción del método actual y método propuesto de la inyectora.

TIEMPO (min)	CANTIDAD ARMADORES	TIEMPO CICLO	TOTAL, PRODUCCIÓN CICLO			
1	4	120	480			
TIEMPO DEL TRABAJADOR AL INYECTAR ABRIR Y CERRAR PUERTA			34	s	TOTAL, Inyección	30 s
TIEMPO DEL OPERARIO EN OTRAS ACTIVIDADES			85,8	s	T. ABRIR Y CERRAR PUERTA	4 s
TOTAL, TIEMPO UTILIZADO OPERARIO	7 200	7 114,2	s			
TOTAL, UTILIZADO POR LA MAQUINA	209,24	836,96	6 277,24	s		
TOTAL, PRODUCCIÓN	104,62	418,48	ARMADORES/CICLO	87 %		
PRODUCCIÓN CICLO	No CICLOS	TOTAL, PRODUCCIÓN DIARIA				
418,48	4	1 673,93				

**Tabla 3.21.** Cálculo de producción del método actual y método propuesto de la inyectora.  
(Continuación...).

TIEMPO (min)	CANTIDAD ARMADORES	TIEMPO CICLO	TOTAL, Producción CICLO			
1	4	120	480			
TIEMPO DEL TRABAJADOR AL INYECTAR ABRIR Y CERRAR PUERTA			34	S	TOTAL, INYECCION	30 S
TIEMPO DEL OPERARIO EN OTRAS ACTIVIDADES			0	S	TIEMPO EN ABRIR Y CERRAR PUERTA	4 S
TOTAL, TIEMPO UTILIZADO OPERARIO	7 200	7 200	s			
TOTAL, UTILIZADO POR LA MAQUINA	211,76	847,06	6 352,94	S		
TOTAL, Producción	105,88	423,53	ARMADORES/CICLO	88 %		
Producción CICLO	No CICLOS	TOTAL, PRODUCCION DIARIA				
423,53	4	1694,12				
DIFERENCIA						
20,19	Armadores/turno					

Como se puede observar la máquina inyectora podrá incrementar su producción en 1 % que equivaldría a 5 armadores/ciclo, mientras tanto la mano de obra del operario 03 se ha utilizado completamente en otras actividades optimizando este recurso, la máquina inyectora podrá aumentar la producción siempre que se arregle la parte mecánica de la puerta y el molde.

Se determinó que cada armador listo para entrega pesa 36 g, este valor se lo ha utilizado en los cálculos que se necesitan para el presente estudio.



**Tabla 3.22.** Producción de materia prima molida

PRODUCCIÓN DE PROCESAMIENTO DE MATERIA PRIMA											
Resumen	CICLO			ACTIVIDAD			OCIO			% UTILIZACION	% UTILIZACION
	Actual	Propuesto	Ahorro	Actual	Propuesto	Ahorro	Actual	Propuesto	Ahorro		
H1	120	120	0	120	120	0	0	0	0	100 %	100 %
M1	120	120	0	105,81	112,82	7,01	14,19	7,18	7,19	88 %	94 %

**Tabla 3.23.** Cálculo de producción del método actual y método propuesto del molino

TIEMPO (min)	CANTIDAD DE MP	TIEMPO CICLO	TOTAL, Producción CICLO	
15	4	120	30,0	
<b>TIEMPO TOTAL</b>	17,01	min		
<b>TIEMPO EN OTRAS ACTIVIDADES</b>	2,01	min		
<b>TIEMPO UTILIZADO DE LA MQ</b>	15	min		
<b>NUM DE CICLOS</b>	7,05			
<b>TOTAL, TIEMPO OTRA ACTIVIDAD</b>	14,18	min		
<b>TIEMPO TOTAL UTILIZADO</b>	105,82	min	30	Kg
	<b>88 %</b>			

**Tabla 3.23.** Cálculo de producción del método actual y método propuesto del molino  
(Continuación...).

TIEMPO (min)	CANTIDAD DE MP	TIEMPO CICLO	TOTAL, Producción CICLO	
15	3,74	120	32,1	
TIEMPO TOTAL	17,01	min		
TIEMPO EN OTRAS ACTIVIDADES	0,95	min		
TIEMPO UTILIZADO DE LA MQ	16,06	min		
NUM DE CICLOS	7,05			
TOTAL, TIEMPO OTRA ACTIVIDAD	6,70	min		
TIEMPO TOTAL UTILIZADO	113,30	min	32,12	Kg
	94%			

Para el molino se tiene un aumento de producción en un 6 %, donde se podrá procesar mayor cantidad de materia prima en menos tiempo eso nos da la pauta para que el operario 02 tenga más tiempo libre y poder sobrellevarlo a la actividad de conteo atado y almacenado del producto terminado.

### 3.1.11 DIAGRAMA PROPUESTO DE FLUJO DEL PROCESO

Tabla 3.24. Diagrama propuesto del flujo del proceso.

DIAGRAMA PROPUESTO DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ARMADORES								
UBICACIÓN: PLANTA DE PLASTICOS				RESUMEN				
ACTIVIDAD: ELABORACIÓN DE ARMADORES PLASTICOS				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS	
FECHA: 30-06-16				OPERACIÓN	12	9	3	
OPERADOR: Fredy Layedra		ANALISTA: RODRIGO MORENO		TRANSPORTE	9	9	0	
MARQUE EL METODO:				DEMORA	0	0	0	
Método:	ACTUAL		PROPUESTO	INSPECCION	2	2	0	
TIPO:	OBRERO	MATERIAL	Máquina	ALMACENAJE	6	4	2	
COMENTARIOS				TIEMPO (min)	0:23:13	0:22:45	0:00:28	
				DISTANCIA (metros)	30,73	20,34	10,39	
				COSTO				
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLO					TIEMPO (min)	DISTANCIA (metros)	METODO RECOMENDADO
Selección de la materia prima semiprocesada y Apartar cantidad	○	⇒	D	□	▽	0:01:32	-	
Traslado al área de mezclado	○	⇒	D	□	▽	0:00:11	1,40	
Mezclado y almacenado de la materia prima semiprocesada	○	⇒	D	□	▽	0:00:35	-	
Traslado de la materia prima al sector de la molienda	○	⇒	D	□	▽	0:00:09	2,70	
Retiro de materiales metálicos	○	⇒	D	□	▽	0:00:47	-	
Traslado de la materia prima al molino	○	⇒	D	□	▽	0:00:05	1,50	
Molienda de la materia prima	○	⇒	D	□	▽	0:15:00	-	
Traslado al lado posterior del molino	○	⇒	D	□	▽	0:00:08	1,20	
Recolección de la materia prima molida	○	⇒	D	□	▽	0:00:30	-	
Traslado de la materia prima	○	⇒	D	□	▽	0:00:05	1,50	
Almacenamiento de la materia prima	○	⇒	D	□	▽	0:00:22	-	
Traslado de la materia prima a la tolva	○	⇒	D	□	▽	0:00:10	3,10	
Llenado de materia prima en la tolva	○	⇒	D	□	▽	0:00:22	-	
Traslado al clamp	○	⇒	D	□	▽	0:00:03	1,04	
Verificación de parámetros	○	⇒	D	□	▽	0:00:38	-	
Prueba de inyección	○	⇒	D	□	▽	0:00:49	-	
Cerrar puerta Inyección Abrir puerta	○	⇒	D	□	▽	0:00:34	-	
Apilado del producto terminado	○	⇒	D	□	▽	0:00:03	-	
Traslado del producto terminado	○	⇒	D	□	▽	0:00:08	3,20	
Inspección del producto terminado	○	⇒	D	□	▽	0:00:03	-	
Retiro de material sobrante	○	⇒	D	□	▽	0:00:08	-	
Ubicar producto terminado	○	⇒	D	□	▽	0:00:05	-	
Traslado al sector de conteo	○	⇒	D	□	▽	0:00:13	2,20	
Conteo, atado y almacenado del producto terminado	○	⇒	D	□	▽	0:00:05	2,50	
TOTAL						0:22:45	20,34	

### Análisis:

Como se muestra en el diagrama de flujo propuesto existen nueve operaciones, y estas pueden realizarse en el mismo lugar sin necesidad de efectuar algún traslado, se han reducido los almacenamientos que no son necesarios, así que son 24 actividades que se propone, en la actualidad se tiene 29 actividades, el diagrama de flujo propuesto se generó en base a la distribución de planta ver Tabla 3.24, este estudio se lo tendrá como un pilar fundamental ya que como se indicó la planta posee una gran cantidad de productos y chatarra innecesaria, esto ocasiona una mala distribución en la línea de elaboración de armadores y recorridos innecesarios aumentando los tiempos muertos o simplemente una falta de coordinación entre operarios

**Tabla 3.25.** Reducción de operaciones en la elaboración de armadores.

No.	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD METODO ACTUAL	No.	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD METODO PROPUESTO
1	Selección de la materia prima semiprocesada	1	Selección de la materia prima semiprocesada y Apartar cantidad de materia prima semiprocesada
2	Apartar cantidad de materia prima semiprocesada	2	Traslado al área de mezclado
3	Traslado al área de mezclado	3	Mezclado y almacenado de la materia prima semiprocesada
4	Mezclado de la materia prima semiprocesada	4	Traslado de la materia prima al sector de la molienda
5	Almacenamiento de la materia prima	5	Retiro de materiales metálicos
6	Traslado de la materia prima al sector de la molienda	6	Traslado de la materia prima al molino
7	Retiro de materiales metálicos	7	Molienda de la materia prima
8	Traslado de la materia prima al molino	8	Traslado al lado posterior del molino
9	Molienda de la materia prima	9	Recolección de la materia prima molida
10	Traslado al lado posterior del molino	10	Traslado de la materia prima
11	Recolección de la materia prima molida	11	Almacenamiento de la materia prima
12	Traslado de la materia prima	12	Traslado de la materia prima a la tolva
13	Almacenamiento de la materia prima	13	Llenado de materia prima en la tolva
14	Traslado de la materia prima a la tolva	14	Traslado al clamp
15	Llenado de materia prima en la tolva	15	Verificación de parámetros
16	Traslado al clamp	16	Prueba de inyección
17	Verificación de parámetros	17	Cerrar puerta Inyección Abrir puerta
18	Prueba de inyección	18	Apilado del producto terminado

**Tabla 3.25.** Reducción de operaciones en la elaboración de armadores. (Continuación...).

No.	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD METODO ACTUAL	No.	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD METODO PROPUESTO
19	Cerrar puerta	19	Traslado del producto terminado
20	Inyección	20	Inspección del producto terminado
21	Abrir puerta	21	Retiro de material sobrante
22	Ubicar producto terminado	22	Ubicar producto terminado
23	Apilado del producto terminado	23	Traslado al sector de conteo
24	Traslado del producto terminado	24	Conteo, atado y almacenado del producto terminado
25	Inspección del producto terminado		
26	Retiro de material sobrante		
27	Ubicar producto terminado		
28	Traslado al sector de conteo		
29	Conteo, atado y almacenado del producto terminado		

La diferencia entre el método actual como el propuesto existe una diferencia de 28 segundos en tiempo del proceso y de 18,94 m en distancia, en lo referente al tiempo no es una diferencia muy grande falta el compromiso de los trabajadores para poder disminuir el tiempo, las distancias se han reducido por la distribución de la planta.

**Tabla 3.26.** Utilización de distancias en el proceso de elaboración de armadores.

	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
<b>TIEMPO</b>	0:09:26	0:08:58	0:00:28
<b>DISTANCIA</b>	39,28	20,34	18,94

### **3.1.11.1 Transporte de materia prima y producto terminado**

Los operarios que se encargan del proceso y traslado de la materia prima son el operario 01 que selecciona aparta y mezcla la materia prima, el operario 02 que se encuentra en el área de molienda y el operador auxiliar 2, también es importante mencionar que se debe prescindir de un operario auxiliar y solamente trabajar los días de lunes a viernes.

No se lo puede aumentar la productividad en gran escala por cuestiones de inversión en arreglo mecánico de la inyectora, al igual que en la línea de elaboración de armadores no es necesario mucho personal.

Se debe realizar una distribución correcta del trabajo como por ejemplo en el sector de la molienda se puede procesar la cantidad de materia prima hasta en cuatro horas y el resto de tiempo utilizarlo en actividades de conteo amarre y almacenamiento.

La materia prima tendrá una mejor fluidez por la distribución correcta de las áreas de proceso, que seguirá una tendencia lineal y se podrán eliminar algunos almacenamientos para evitar que la materia prima se encuentre obstaculizando los pasos o genere problemas en la selección de esta.

**Tabla 3.27.** Horario de trabajo propuesto

	<b>HORA ENTRADA</b>	<b>HORA DE SALIDA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
OPERARIO 01 MATERIA PRIMA	8:00	15:30	APOYARA EN LAS TAREAS ASIGNADAS A LA PARTE DE LA MOLIENDA, SE AUMENTAN TRES OPERACIONES MAS
OPERARIO 02 DEL MOLINO	8:00	15:30	ESTE OPERARIO SE LE INSTRUIRÁ EN EL ENCENDIDO DE LA INYECTORA, TRABAJARÁ HASTA EL MEDIO DÍA EN EL MOLINO LUEGO DARÁ APOYO AL SECTOR DE INSPECCIÓN
OPERARIO 03 INYECCIÓN	8:00	16:00	SEGUIRÁ REALIZANDO SUS ACTIVIDADES NORMALES EXCLUYENDO LA ACTIVIDAD DE ENCENDIDO DE LA INYECTORA
OPERARIO 04 INSPECCIÓN	8:00	16:00	REALIZARÁ LAS ACTIVIDADES ASIGNADAS DE INSPECCIÓN AMARRE Y ALMACENAMIENTO EN EL NUEVO LUGAR DE TRABAJO
OPERARIO 05 AUXILIAR 1	15:00	18:00	COMPLEMENTA EL TRABAJO DE INYECCIÓN Y RETIRO DE REBABAS DEL PRODUCTO TERMINADO
<b>OPERARIO AUXILIAR 2</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	SE ELIMINA

En lo referente a distancias se disminuyó de 30,73 m a 20,34 m, esto se obtiene retirando del área objetos y productos inservibles como muestra la Tabla 3.28.



**Tabla 3.28.** Relación tiempo y distancia método actual y propuesto

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD METODO PROPUESTO	TIEMPO (min)	DISTANCIA (metros)	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD METODO ANTERIOR	TIEMPO (min)	DISTANCIA (metros)
Selección de la materia prima semiprocesada y Apartar cantidad de materia prima semiprocesada	0:01:32	-	Selección de la materia prima semiprocesada	0:00:36	-
Traslado al área de mezclado	0:00:11	1,40	Apartar cantidad de materia prima semiprocesada	0:00:56	-
Mezclado y almacenado de la materia prima semiprocesada	0:00:35	-	Traslado al área de mezclado	0:00:11	4,47
Traslado de la materia prima al sector de la molienda	0:00:09	2,70	Mezclado de la materia prima semiprocesada	0:00:33	-
Retiro de materiales metálicos	0:00:47	-	Almacenamiento de la materia prima	0:00:02	0,70
Traslado de la materia prima al molino	0:00:05	1,50	Traslado de la materia prima al sector de la molienda	0:00:09	3,70
Molienda de la materia prima	0:01:13	-	Retiro de materiales metálicos	0:00:47	-
Traslado al lado posterior del molino	0:00:08	1,20	Traslado de la materia prima al molino	0:00:05	1,70
Recolección de la materia prima molida	0:00:30	-	Molienda de la materia prima	0:01:13	-
Traslado de la materia prima	0:00:05	1,50	Traslado al lado posterior del molino	0:00:08	3,20
Almacenamiento de la materia prima	0:00:22	-	Recolección de la materia prima molida	0:00:30	-
Traslado de la materia prima a la tolva	0:00:10	3,10	Traslado de la materia prima	0:00:05	1,80
Llenado de materia prima en la tolva	0:00:22	-	Almacenamiento de la materia prima	0:00:22	-

**Tabla 3.28.** Relación tiempo y distancia método actual y propuesto. (**Continuación...**).

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD METODO PROPUESTO		TIEMPO (min)	DISTANCIA (metros)	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD METODO ANTERIOR		TIEMPO (min)	DISTANCIA (metros)
Traslado al clamp		0:00:03	1,04	Traslado de la materia prima a la tolva		0:00:10	3,35
Verificación de parámetros		0:00:38	-	Llenado de materia prima en la tolva		0:00:22	-
Prueba de inyección		0:00:49	-	Traslado al clamp		0:00:03	1,04
Cerrar puerta Inyección Abrir puerta		0:00:34	-	Verificación de parámetros		0:00:38	-
Apilado del producto terminado		0:00:03	-	Prueba de inyección		0:00:11	-
Traslado del producto terminado		0:00:08	3,20	Cerrar puerta		0:00:02	-
Inspección del producto terminado		0:00:03	-	Inyección		0:00:30	-
Retiro de material sobrante		0:00:08	-	Abrir puerta		0:00:02	-
Ubicar producto terminado		0:00:05	-	Ubicar producto terminado		0:00:03	-
Traslado al sector de conteo		0:00:13	2,20	Apilado del producto terminado		0:01:06	-
Conteo, atado y almacenado del producto terminado		0:00:05	2,50	Traslado del producto terminado		0:00:08	0,50
<b>TOTAL</b>		<b>0:08:58</b>	<b>20,34</b>	Inspección del producto terminado		0:00:03	-
				Retiro de material sobrante		0:00:08	-
				Ubicar producto terminado		0:00:05	-
				Traslado al sector de conteo		0:00:13	3,20
				Conteo, atado y almacenado del producto terminado		0:00:05	7,07
				<b>TOTAL</b>		<b>0:09:26</b>	<b>30,73</b>

### 3.1.11.2 Operaciones y actividades innecesarias

Se detectaron operaciones y actividades innecesarias tanto en los procesos de máquina como en los que se realiza en forma manual:

- Para el operador 03 de la inyectora el tiempo que tiene libre hasta que se caliente la boquilla de la inyectora se lo traslada a que realice las tres primeras actividades del operador 01 y este a su vez se traslada al sector de la mezcla, quedando el operador 03 del molino simplemente con 2 operaciones que esto ayuda a procesar mayor cantidad de materia prima (4 horas de utilización), luego el operario 03 se le designa las actividades de conteo amarre y almacenamiento, por último el operador auxiliar se encargará en su jornada de trabajo realizar la actividad de inyección, retiro de rebabas y apilado.
- Las operaciones y actividades que se las eliminó o a su vez se las fusionó a un solo proceso son:

**Tabla 3.29.** Producción de armadores en el ciclo estudiado

No. de Actividad	Descripción
2	Apartar cantidad de materia prima semiprosesada
5	Almacenamiento de la materia prima
19	Cerrar puerta
20	Inyeccion
21	Abrir puerta
22	Ubicar producto terminado

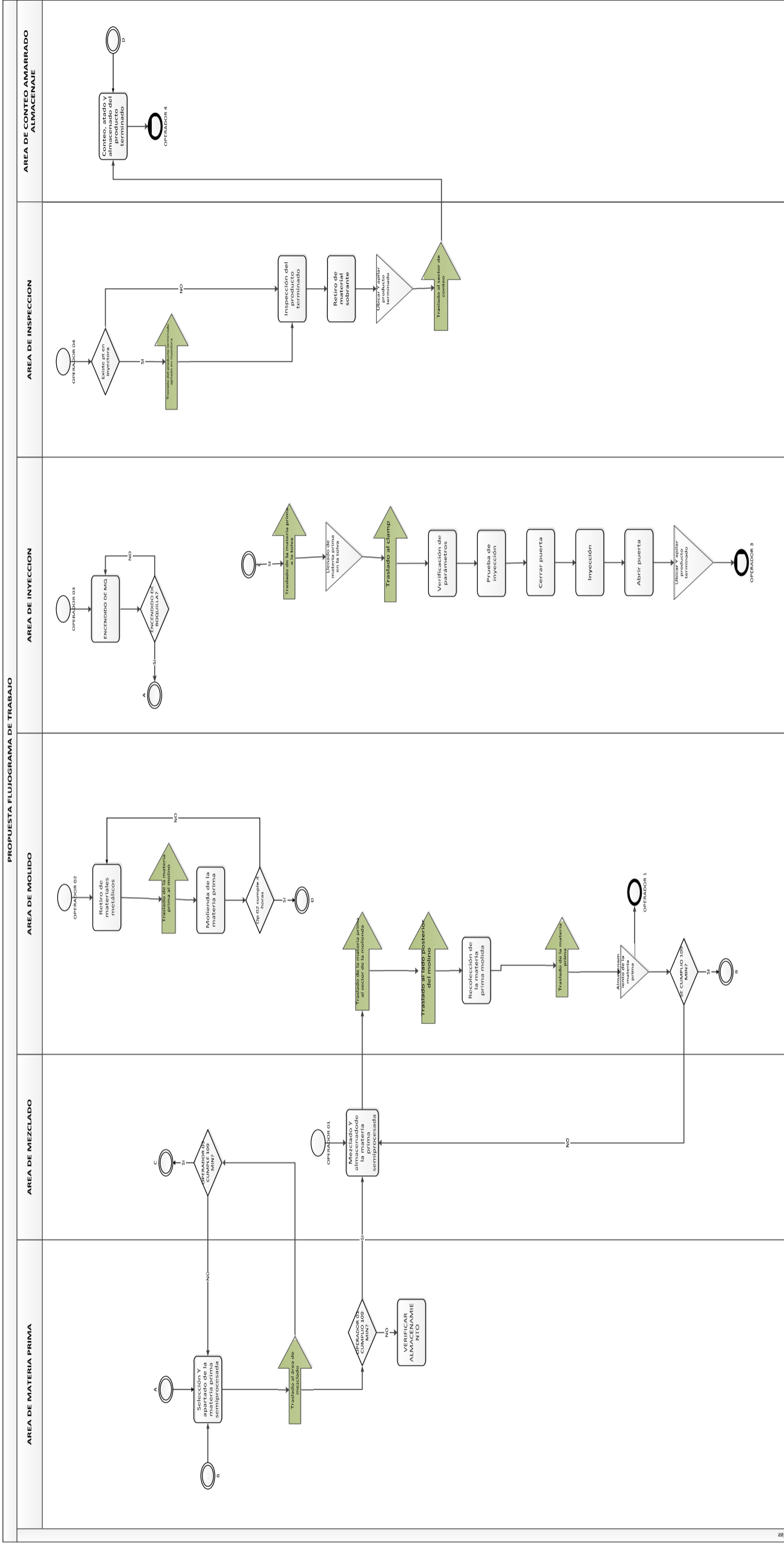


Figura 3.4. Flujoograma propuesto de actividades de los operarios

### 3.1.12 MODIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO

Los cambios planteados, no sobrellevan a una completa o considerable modificación en la planta:

- Al molino se lo moverá a 2,44 m con respecto a la pared trasera y 3,48 m con respecto a la pared lateral derecha para poder realizar de mejor manera al recoger y almacenar la materia prima procesada con mayor proximidad a la tolva de la inyectora. Ver Figura 3.5.
- Al realizar la distribución correcta de la planta se cambiará el área donde están las herramientas y vestidos, estas se ubicarán a 6,68 m en la misma dirección hacia la esquina opuesta. Ver Figura 3.5.
- La máquina cortadora se ubicará a 3,72 m con respecto a la entrada principal y paralela al molino. Ver Figura 3.5.
- Se ubicarán las mesas donde se almacena el producto terminado en dirección al operario 03 y 04 para mejor flujo del producto.
- La recepción y pesaje de la materia prima seguirá el lineamiento al proceso ya que en la actualidad se encuentra separado del proceso aproximadamente a 3,50 metros y obstaculiza la entrada cuando hay sobre pedido de materia prima. Ver Figura 3.3.

3.1.13 DIAGRAMA PROPUESTO DE RECORRIDO DEL PROCESO

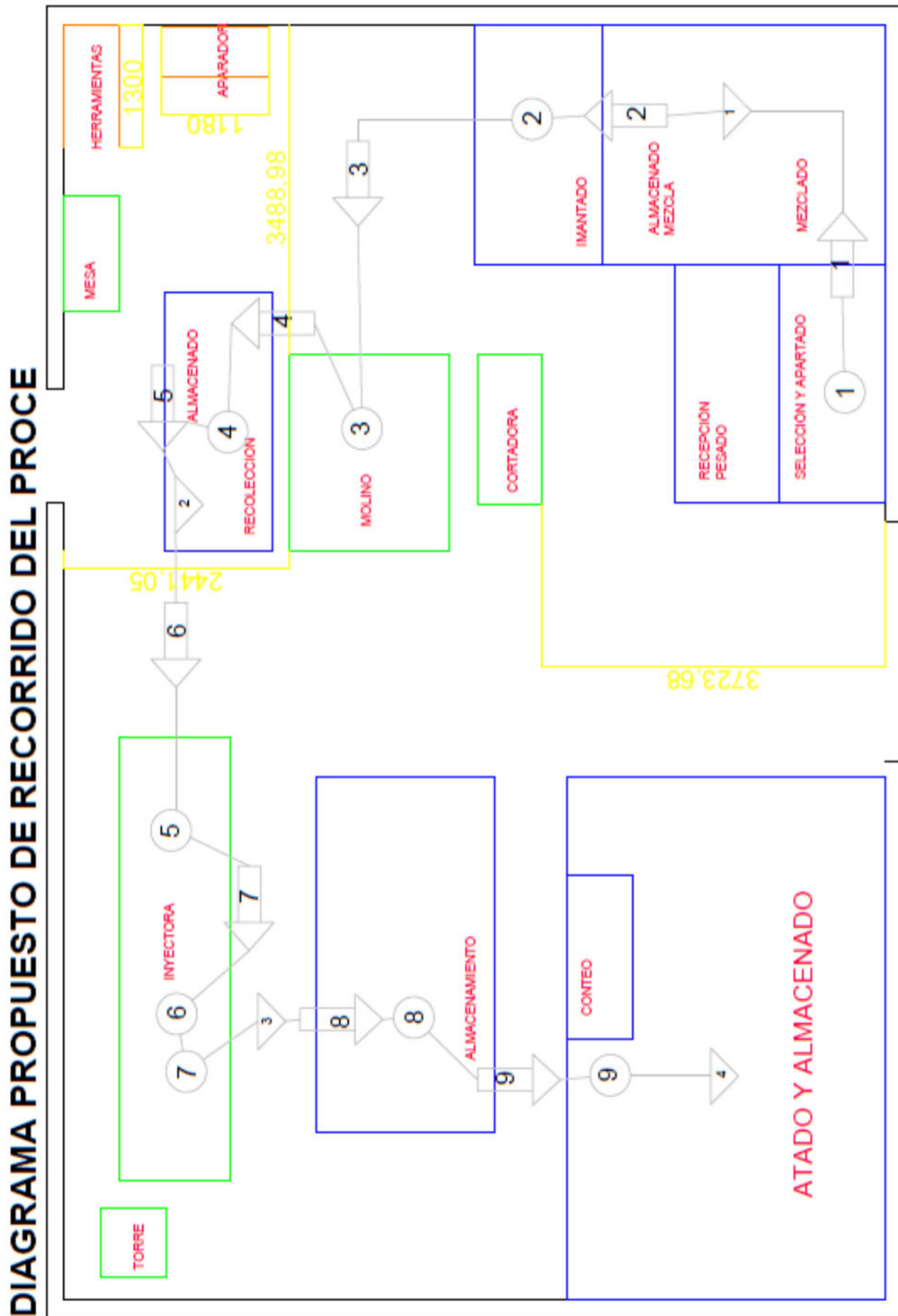


Figura 3.5. Flujo de proceso propuesto de recorrido.

### **3.1.13.1 Técnicas de manipulación de materiales**

Con las propuestas realizadas existe una disminución de almacenamientos de materia en cada proceso anterior al de la inyección, mejora la fluidez del traslado de este material se consigue una reducción de los tiempos de traslado.

Con la nueva distribución de la planta se establecen áreas determinadas para la ejecución de la actividad, disminución de materia prima almacenada en todos los sectores de la planta, mejora la ubicación de la materia prima por sus colores de igual manera los sacos que se utilizan en el proceso se almacenan en un solo lugar que este será el sector de selección y apartado de materia prima.

Se tiene un mayor espacio para realización de actividades emergentes como es la de cortado y almacenado de materia prima no procesada, con el retiro de materiales, productos y chatarra innecesaria mejora el aspecto de orden y limpieza.

### **3.1.13.2 Recorrido del producto**

Con los cambios que se proponen especialmente en la distribución de áreas permite una disminución de recorridos en los traslados de actividad a otra, son beneficiosas por la razón que se puede observar deficiencias en el proceso que afecta al retraso en la línea de elaboración de armadores. Como se explica en la Tabla 3.21, la diferencia de la producción diaria es de 20,19 armadores diarios, lo que significa un incremento de 1 % de productividad, esto se logró por la disminución del recorrido del trabajo del operador 03. En el sector de la molienda aumentó su productividad la máquina en un 6 % esto indica que se procesa materia prima en menos tiempo. La propuesta del estudio se fija a la parte de optimización de la mano de obra ya que se redujeron las distancias de los recorridos en un 33,81 %, a los operarios 01, 02 y 03 deben realizar actividades para que no existan tiempos improductivos, el operador 03 deberá cumplir con la selección, apartado y traslado al sector de mezclado hasta que la inyectora se encuentre operativa, el operador 01 se encargará de realizar actividades de mezclado, traslado al sector del molino, recolección de materia

prima procesada por la molienda y almacenado de esta, estas actividades se les adicionará en su proceso en la jornada de trabajo ya que si el operador 03 regresa a las funciones de la inyección el operador 01 regresará a las actividades iniciales incluidas las tres adicionales, al operador 02 que se encarga de la molienda realizará el retiro de metales o imantado de la materia prima como se procesa materia prima en menos tiempo que sería en 4 horas, las otras cuatro horas sus actividades serán las de contar, amarrar y almacenar en conjunto con el operario 04 que es de inspección. Ver Figura 3.4.

### 3.1.13.3 Distribución de planta

La distribución actual no es la correcta ya que se observa muchas operaciones almacenamientos y traslados que no son necesarios. Ver Figura 3.3.

Para la propuesta de la distribución de la planta se tomó los siguientes aspectos del proceso en general, es así que algunas operaciones y actividades se las unió para facilidad del estudio, a continuación, se detallan estos aspectos:

**Tabla 3.30.** Distribución se operaciones propuesta.

TIPO	No	Descripción
OPERACIÓN	1	Selección de la materia prima semiprocada y Apartar cantidad de materia prima semiprocada
	2	Mezclado y almacenado de la materia prima semiprocada
	3	Retiro de materiales metálicos
	4	Molienda de la materia prima
	5	Recolección de la materia prima molida
	6	Llenado de materia prima en la tolva
	7	Actividades en inyectora
	8	Retiro de material sobrante
	9	Conteo, atado y almacenado del producto terminado



**Tabla 3.30.** Distribución de operaciones propuesta. (Continuación...)

TIPO	No	Descripción
CONTROL	1	Inspección del producto terminado
	1	Almacenamiento de la materia prima
ALMACENAMIENTO	2	Ubicar producto terminado

La propuesta de distribución de planta se basó en el método SLP (System Layout Planning), que es un planeamiento del sistema de distribución este método, es una forma organizada de enfocar los proyectos de distribución en planta.

El método nos ayudara a identificar, valorar y visualizar todos los elementos que intervienen en la elaboración de la distribución en planta el proceso a seguir es:

Identificación de departamentos y actividades. Ver Tabla 3.30.

Códigos de proximidad:

**Tabla 3.31.** Códigos de proximidad para distribución de planta

Código	Proximidad	Color	# de línea
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente necesario	Verde	3 rectas
I	Importante	Amarillo/Naranja	2 rectas
O	Ordinario	Azul	1 rectas
U	Sin importancia	Pardo	0 rectas
X	No recomendable	Negro	1 Zigzag
XX	Altamente indeseable		2 Zigzag

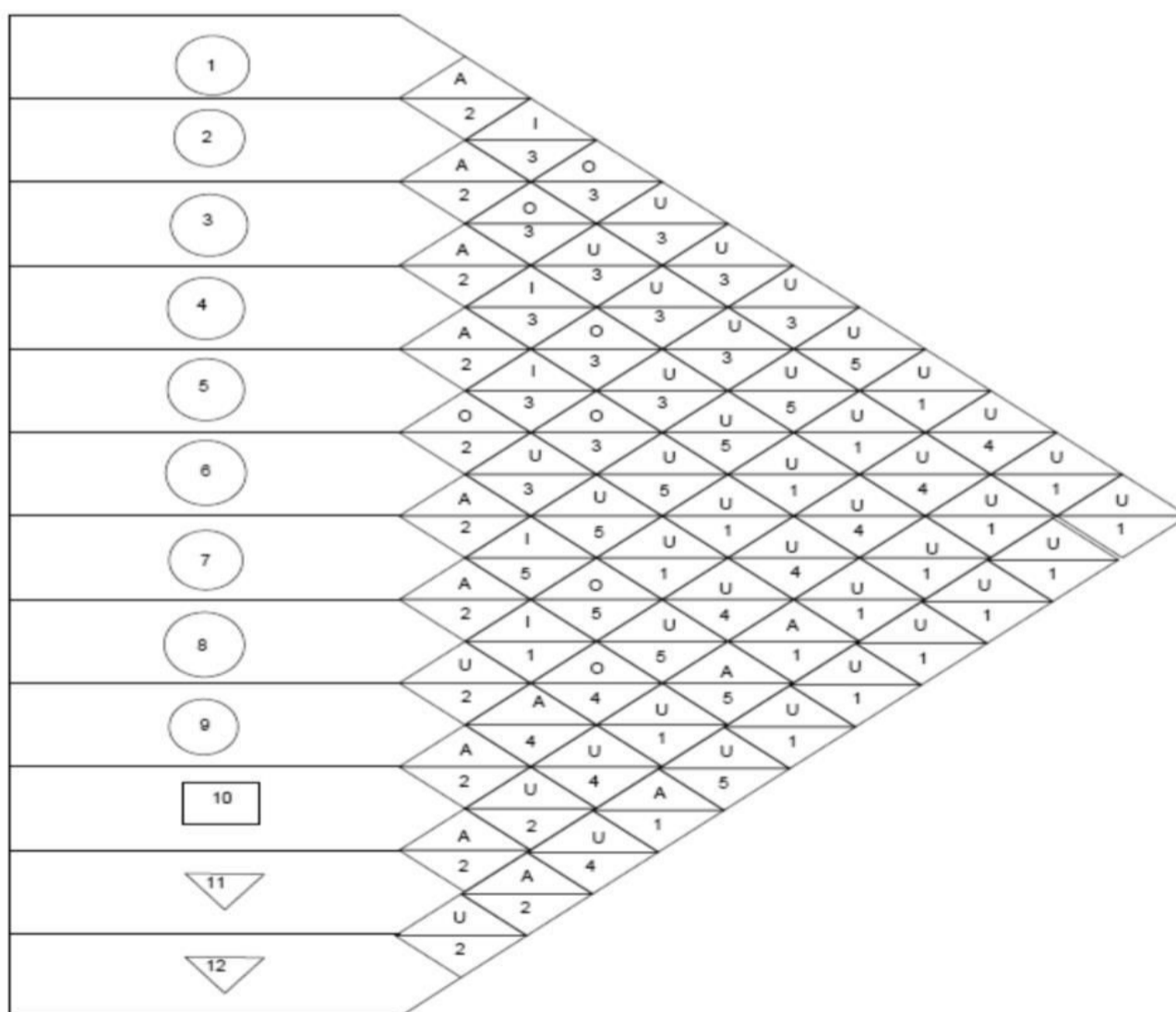
Motivos fundamentales:

Se ha considerado aspectos que se identifican con el comportamiento del proceso:

**Tabla 3.32.** Aspectos de identificación del proceso

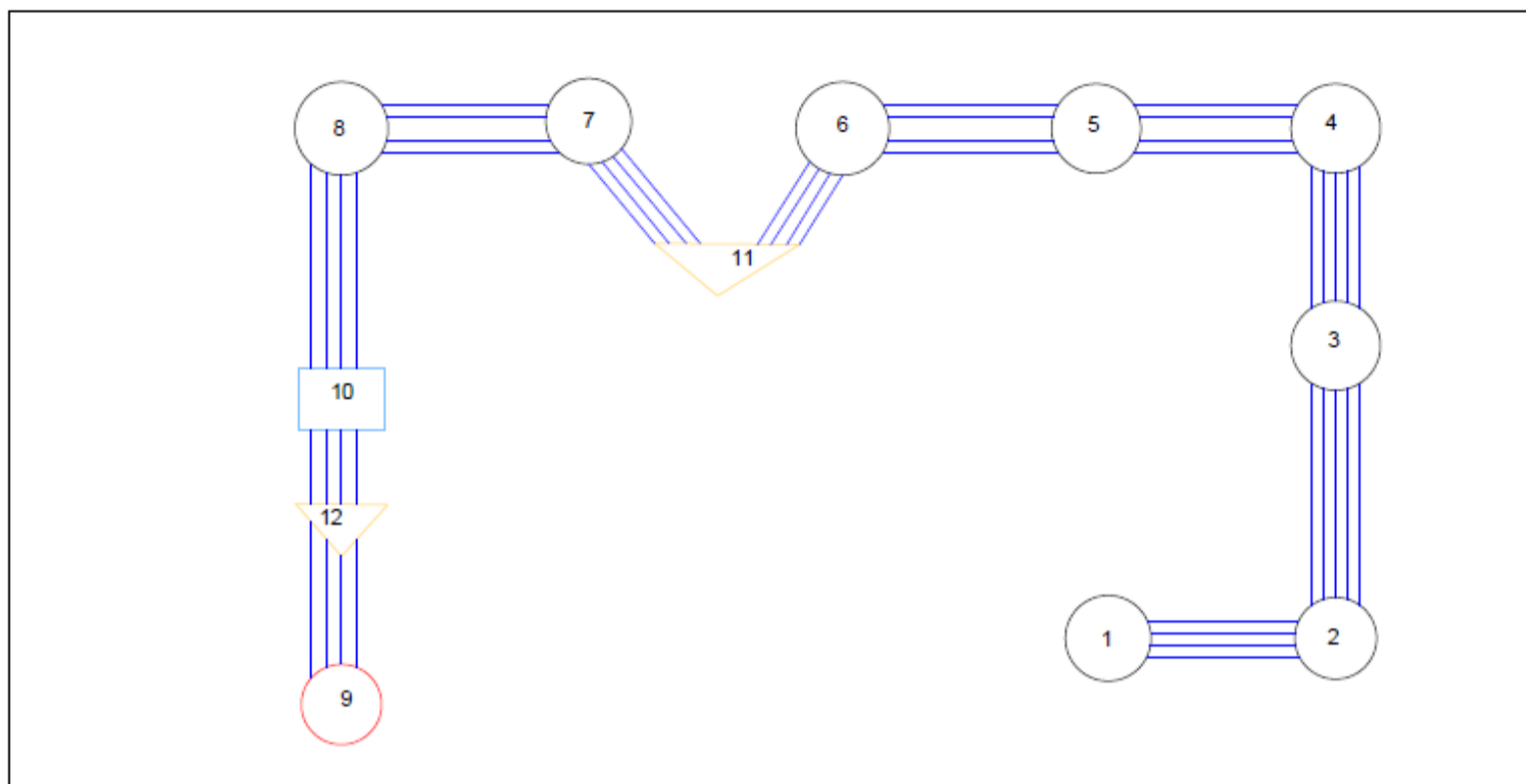
Código	Fundamentos
1	Por recorrido del producto
2	Por volumen del producto
3	El proceso utiliza el mismo material
4	Por inspección y control
5	Utilización de maquina

Realización de la Tabla Relacional de Actividades.



**Figura 3.6.** Relación de actividades propuesto para la empresa Partiplast

Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades (Representación Nodal).



**Figura 3.7.** Diagrama relacional de actividades propuesto para la empresa Partiplast

### 3.1.14 INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA MANO DE OBRA

El incremento de la productividad de la mano de obra en la línea de elaboración de armadores, se hacen algunas comparaciones entre el método actual y el que se propone:

Con respecto al tiempo productivo del operador 03 de la inyectora que utiliza el método actual es de 2,31 minutos y el método propuesto es 2,65 minutos.

Para calcular el incremento de la eficiencia se maneja la siguiente formula:

$$IE = \frac{TPMA - TPMN * 100}{TPMA} \quad [3.12]$$

Donde.

*IE*: Incremento en la eficiencia

*TPMM*: Tiempo productivo método mejorado

*TPMA*: Tiempo productivo método actual

$$IE = \frac{2,31 - 2,65 * 100}{2,31} \quad [3.13]$$

Con lo que se fija un aumento en la eficiencia del operario 03 del 14,71 %.

Para el operador 02 del molino con un tiempo productivo actual de 1,92 minutos y el propuesto de 2 minutos de igual manera en un ciclo de 120 minutos.

$$IE = \frac{1,92 - 2,0 * 100}{1,92} \quad [3.14]$$

Con lo que se fija un aumento en la eficiencia del operario 02 del 4,17 %.

Para el operador 01 con un tiempo productivo actual de 2,45 minutos y el propuesto de 3,62 minutos de igual manera en un ciclo de 120 minutos.

$$IE = \frac{2,45 - 3,62 * 100}{2,45} \quad [3.15]$$

Con lo que se fija un aumento en la eficiencia del operario 01 del 47,76 %.

Para el operador 04 del molino con un tiempo productivo actual de 0,4 minutos y el propuesto de 0,42 minutos de igual manera en un ciclo de 120 min.

$$IE = \frac{0,4 - 0,42 * 100}{0,4} \quad [3.16]$$

Con lo que se fija un aumento en la eficiencia del operario 04 del 5 %.

Al número de trabajadores utilizado en ambos métodos:

Método actual 6 operarios

Método Propuesto 5 operarios

Se realiza el cálculo de incremento de la productividad de la mano de obra:

$$IP = \frac{NTMA - NTMM * 100}{NTMA} \quad [3.17]$$

Donde:

*IP*: Incremento en la productividad

*NTMA*: Número de trabajadores método actual

*NTMM*: Número de trabajadores método mejorado

$$IP = \frac{6 - 5 * 100}{6} \quad [3.18]$$

$$IP = 16,67 \%$$

## 3.2 DISCUSIÓN

### 3.2.1 CONDICIONES QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE ARMADORES.

Como se muestran en las Tablas 3.20 y 3.21, se observó que el método propuesto alcanza un mejoramiento en la producción de las máquinas, es el caso de la inyectora alcanza 1 % del método actual esto sucede por reducir algunos movimientos innecesarios del operador 03 y este se concentra en mayor tiempo para el retiro de rebabas del producto terminado, en el molino se pudo alcanzar una producción del 6 %, esto ayuda a poder distribuir las actividades de los operarios para que no existan tiempos improductivos a su vez este estudio demuestra que se puede reducir la mano de obra y producir la misma cantidad de armadores con el mismo tiempo con los recursos disponibles, también es importante mencionar que tampoco se trabajarán los días sábados.

Los factores que dificultan para aumentar la producción son en principal medida la mano de obra como muestra la Tabla 3.24, indica un ahorro de 28 segundos en

el ciclo del proceso, razón por la que los operarios siempre están trabajando de forma muy pausada, no existe control en la utilización la materia prima, solo se pesa el momento de la compra al proveedor y para el resto del proceso no existe esta actividad, otra razón importante que dificulta al proceso es la distribución de la planta, por la cantidad de material innecesario que ocupa alrededor de un 23 % del área de trabajo, esta condición se presenta en varios puntos de la empresa como se puede ver en la Figura 3.3, dando problemas a las áreas de almacenado en la recepción de materia prima y almacenamiento final del producto terminado.

Al proponer una distribución de actividades ver Figura 3.4, se acoplan de mejor manera los operarios y la utilización del tiempo de trabajo es más efectiva.

De igual manera otro aspecto que afecta es la falta de información de pedidos o no poseer un referente de la cantidad de producción diaria, sobretodo controlar la cantidad de desperdicio que genera, este desperdicio ingresa nuevamente al proceso y aparentemente no afecta al proceso, eso es falso ya que se sigue teniendo este tipo de desperdicio almacenado hasta que se requiera un producto del mismo color. Es así que en la realización del estudio se elaboró un programa computacional que ayude al registro de materia prima y desperdicio, adicionando el tipo de color para que se generen registros y que la empresa pueda afrontar problemas de pedidos de armadores. Ver Anexo XI.

### **3.2.2 FALLAS EN LAS MÁQUINAS QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE ARMADORES.**

Según el estudio y la observación que se realizó, los diagramas hombre-máquina ver Tablas 3.9, 3.11, 3.16 y 3.18, tanto del método actual como del propuesto existe limitaciones para que las máquinas trabajen a su capacidad por las siguientes razones:

Molino:

Como no se tiene una medida exacta de la cantidad de procesamiento diario, (los datos con que se trabajó son los adquiridos por el estudio), y la mayor parte del tiempo se lo tiene encendido sin procesar nada, por mala distribución

de actividades, como el método propuesto el molino trabajará cuatro horas y en ese tiempo se procesa tranquilamente la cantidad diaria que se ocupa.

Inyectora:

Esta máquina es la que lleva el ritmo a toda la línea de elaboración de armadores, el tiempo establecido en realizar la inyección es la de 0,5 minutos con una producción de 2 armadores, que esto indicaría una producción en el ciclo de 120 minutos de 480 armadores, el principal problema es el molde que no se cierra totalmente esto genera el desperdicio y la demora en producción al abrir y cerrar la puerta este tiempo es de 4 segundos y la producción con la que se trabajó para el estudio es de 418,4 armadores, y contando con el desperdicio tendríamos una producción de 381,94 armadores, entonces el 20,43 % sería deficiencia en la producción, la máquina debería arreglarse en la parte del molde con esto se disminuiría tiempos en actividades innecesarias y aumentaría la producción.

Como se indica en el diagrama hombre-máquina actual para poder trabajar necesita de al menos 90 minutos en calentarse lo que también reduce el tiempo de producción.

### **3.2.3 ADQUISICIÓN DE MATERIA PRIMA QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ELABORACIÓN DE ARMADORES.**

La materia prima que se utiliza en esta línea es el polipropileno, en la actualidad proviene de materiales plásticos que se pueden reciclar, la materia prima óptima para la elaboración de los armadores es el polipropileno no procesado o materia prima virgen como la llaman, pero por cuestión de costos la empresa había cambiado, los problemas que tiene la empresa al adquirir esta materia prima son:

- La materia prima contiene impurezas (metales, piedras, madera, etc.) esto ocasiona el taponamiento del cañón de la inyectora y el tiempo que se utiliza en destaparlos son de alrededor de 5 minutos.

- La materia prima no tiene las dimensiones que se requiere en el proceso de inyección, por esta razón es la que se utiliza el proceso de molienda.
- En ocasiones los proveedores no entregan el producto en el tiempo estipulado, razón por la cual se tiene en stock materiales como mesas sillas jabas, que en su mayoría han sido utilizadas y se encuentran rotas, lo que luego se las corta y se muele, el problema que se tiene en este sentido es por no tener los colores que se requieren al mezclar.



## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

1. Se localizó el porcentaje del factor de actuación teniendo en cuenta el desempeño de operarios y máquinas, se fijaron las tolerancias conferidas por fatiga, retrasos personales y retrasos inevitables, se cumplió un estudio de 47,75 y 43,25 (horas/día) respectivamente, ver Tabla 3.7, así se estableció el tiempo productivo e improductivo.
2. Por acumulación de productos que no intervienen en la línea de producción que en gran parte ocupan espacio, dificultan la circulación correcta de los operarios el almacenamiento de materia prima y producto terminado, en la actualidad la línea de producción ocupa un 80,81 % de espacio, con el método propuesto se tendrá disponible el 100 % del espacio para el flujo del proceso de la línea de producción. Ver Figura 3.5.
3. El nuevo método de trabajo propuesto determinó un incremento de la productividad de la mano de obra de un 16,67 %, al prescindir actividades laborales de un operario auxiliar, se establece la distribución de las actividades en las que se inmiscuyen los operarios a realizar otras actividades determinadas, ver Figura 3.4.
4. En la productividad de las máquinas se aprecia un incremento en la inyectora que es de 87 % al 88 % esto significa que la producción diaria aumentaría en 20,19 armadores por turno, ver Tabla 3.21, mientras que para el molino alcanzaría un 94 % de procesamiento de materia prima, ver Tabla 3.23.
5. La nueva propuesta del método de trabajo disminuye el tiempo mínimo de trabajo con diferencia de 28 segundos, de igual manera la distancia en las operaciones disminuye de 30,73 m a 20,34 m, ver Tabla 3.24, con relación a las actividades actuales que son 29 se reduce a 24 actividades que simplifican los tiempos de producción, ver Tabla 3.25.

6. La eficiencia de la mano de obra para los operarios 03, 02, 01 y 04 incrementan en un 14,71 %, 4,17 %, 47,76 % y 5 % respectivamente esto ocurre por las nuevas actividades que deben realizar los operarios.

## 4.2 Recomendaciones

1. Efectuar una planificación para la determinación de tiempos improductivos, revisión de la situación actual de los tiempos estándares, para obtener una directriz de mejoramiento del método de trabajo.
2. Agregar en el proceso de producción un manejo de orden y limpieza tanto para máquinas como para el lugar de trabajo, tratando de evitar la acumulación de elementos extraños que no se involucran al proceso. El beneficio del estudio para la línea de producción de armadores es muy significativo ya que se muestra la realidad de la producción y como se puede incrementar, en este caso el costo que se aprecia será el del desalojo de los materiales innecesarios y movimiento del molino, la cortadora, el área de herramientas y vestidos, que se realizará determinando un día que no se labore, e involucrando a todos los operarios para la ayuda del orden y limpieza de la planta, esto significará un turno de trabajo para cada operario este costo que deberá cubrir el dueño de la planta.
3. Se debe involucrar o mantener una rotación del personal en los diferentes procesos, para evitar la fatiga y la monotonía en los operarios, de igual manera capacitar a sus operarios en la seriedad de cambio a la rutina de trabajo, como se explicó en el estudio de tiempos no beneficia al empleador ni tampoco al trabajador sino a toda la organización.
4. Fomentar un estudio de análisis costo beneficio en la inyectora, para poder rectificar el molde, evitando producir una cantidad considerable de desperdicio, aprovechando al máximo el tiempo de inyección, reducción de tiempo en verificación de parámetros y en retiro de rebabas del producto terminado.
5. Delimitar los espacios ocupados para cada proceso, así se identificará de mejor manera el flujo del proceso y actividades que realizan los operarios, con esto se podrá definir los espacios y poder tener una perspectiva de ampliación de la planta ya sea por cantidad de producto o diversificación de este.
6. Para aumentar la productividad en la mano de obra, la planta debe proveerse de materia prima con características específicas como: requerir una dimensión determinada y sin impurezas, esto ayudará a que se puede suprimir el proceso de molienda y reducir paradas de la inyección por taponamientos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abraham, C. (2008). *Manual de Tiempos y Movimientos*. México: Limusa.
2. Alessio, F. (2004). *Administración y Dirección de la Producción*. México: Pearson.
3. Bain, D. (1995). *Productividad Solución a Problemas de la Empresa*. México: McGraw-Hill.
4. Barnes, R. (1985). *Estudio de Tiempos y Movimientos*. México: Aguilar
5. Bateman, T. (2001). *Administración Una Ventaja Competitiva*. México: McGraw-Hill.
6. Deming, E. (1989). *Productividad y Competitividad*. Madrid: Dias de Santos.
7. Domingo, C. (2013). *Técnicas de Mejora de la Calidad*. Madrid: UNED.
8. Domingo, J. (2015). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Marcombo.
9. Frazier, N. (2000). *Administración de Producción y Operaciones*. España: Universidad de Oviedo.
10. Freivalds, A., y Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial*. México: Alfaomega.
11. Baca, G. Cruz, M. Cristobal, M. Baca, G Guitierrez, J. Pacheco, A. Rivera (2011). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Grupo editorial Patria
12. García, R. (1988). *Estudio del Trabajo*. México: McGraw-Hill.

13. Guitart, A. (2014). *Dirección de Operaciones*. España: UOC.
14. Hil, A. (2004). *Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos*. España: Dias de Santos.
15. Ishikawa, K. (1994). *Introducción Al Control de Calidad*. España: Diaz de Santos.
16. Kanawaty, G. (1996). *Introducción al Estudio de Trabajo*. España: Oficina Internacional del Trabajo.
17. Koenes, A. (1995). *Toma de Decisiones Específicas*. España: Diaz de Santos.
18. Krajewski, L. (2000). *Administración de Operaciones, Estrategia y Análisis*. México: Prentice Hall.
19. Krajewski, L. (2008). *Administración de Operaciones*. México: Pearson Educacion.
20. Machuca, J. (1999). *Dirección de Operaciones*. Madrid: McGraw-Hill.
21. Meyers, F. (2000). *Estudio de Tiempos y Movimientos*. México: Pearson Educación.
22. Mora, L. (2008). *Indicadores de la Gestion Logistica*. México: ECOE.
23. Neira, A. (2006). *Tecnicas de Medicion del Trabajo*. México: Confemetal.
24. Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México: McGraw-Hill.

25. Render, B., y Heizer, J. (2009). *Principio de administración de operaciones*. México: Pearson educación.
26. Richard, V. (2000). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Barcelona: REVERTE S.A.
27. Rodríguez, M. (2007). *Procesos de trabajo. Teoría y casos prácticos*. Madrid: Pearson Educacion.
28. Vaghn, R. (1988). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Barcelona: Reverte. S.A.
29. Wiley, J. y Sons (1994). *Ingeniería de Métodos*. México: Limusa.
30. Zandin, K. (2005). *Manual del Ingeniero Industrial*. México: McGraw-Hill.

**ANEXOS**

## ANEXO I

### FORMULARIO RESUMEN DE TIEMPOS

**Tabla AI.1. Cronometraje de elementos**

Fecha de estudio	HOJA DE ESTUDIO												
	Hoja 1 de 2												
No de Personas: 4	Estudio No. 01												
Hora: 8:00 a 15:30													
ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>LÍNEA DE PRODUCCION</b>	Selección de la materia prima semiprocesada												
	Aparar cantidad de materia prima semiprocesada												
	Traslado al área de mezclado												
	Mezclado de la materia prima semiprocesada												
	Almacenamiento de la materia prima												
	Traslado de la materia prima al sector de la molinda												
	Retiro de materiales metálicos												
	Traslado de la materia prima al molino												
	Molinda de la materia prima												
	Traslado al lado posterior del molino												
	Recolección de la materia prima molida												
	Traslado de la materia prima												
	Almacener												
	Traslado de la materia prima												
	<b>CICLO</b>												
1	0:00:36	0:00:57	0:00:12	0:00:34	0:00:03	0:00:10	0:00:48	0:00:06	0:15:00	0:00:09	0:00:31	0:00:06	0:00:23
2	0:00:40	0:01:08	0:00:15	0:00:37	0:00:06	0:00:13	0:00:51	0:00:09	0:15:20	0:00:12	0:00:34	0:00:09	0:00:26
3	0:00:35	0:01:03	0:00:16	0:00:32	0:00:01	0:00:08	0:00:46	0:00:04	0:15:05	0:00:07	0:00:29	0:00:04	0:00:21
4	0:00:41	0:01:01	0:00:16	0:00:38	0:00:07	0:00:14	0:00:52	0:00:10	0:14:55	0:00:13	0:00:35	0:00:10	0:00:27
5	0:00:38	0:00:58	0:00:13	0:00:34	0:00:04	0:00:11	0:00:49	0:00:07	0:14:50	0:00:10	0:00:32	0:00:07	0:00:24
6	0:00:36	0:00:56	0:00:11	0:00:33	0:00:02	0:00:09	0:00:47	0:00:05	0:15:00	0:00:08	0:00:30	0:00:05	0:00:22
7	0:00:45	0:01:05	0:00:20	0:00:42	0:00:11	0:00:16	0:00:53	0:00:13	0:15:10	0:00:16	0:00:07	0:00:12	0:00:30
8	0:00:42	0:01:02	0:00:17	0:00:39	0:00:08	0:00:15	0:00:50	0:00:11	0:15:00	0:00:13	0:00:04	0:00:09	0:00:28
9	0:00:40	0:01:00	0:00:15	0:00:37	0:00:06	0:00:13	0:00:48	0:00:08	0:15:06	0:00:11	0:00:02	0:00:07	0:00:26
10	0:00:43	0:01:03	0:00:18	0:00:40	0:00:09	0:00:16	0:00:51	0:00:12	0:15:00	0:00:14	0:00:05	0:00:10	0:00:29
11													
12													
13													
14													
<b>Total</b>	0:06:36	0:10:13	0:02:33	0:06:06	0:00:57	0:02:05	0:08:15	0:01:25	2:30:26	0:01:53	0:03:29	0:01:19	0:04:16
<b>Obs.</b>	6,6	10,22	2,55	6,01	0,95	2,01	8,25	1,41	150,04	1,88	3,48	1,32	2,27
<b>Prom.</b>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	0,66	1,02	0,26	0,60	0,10	0,20	0,83	0,14	15,00	0,19	0,35	0,13	0,23





## ANEXO II

## PRIORIZACIÓN DE CAUSAS

Tabla AII.1. Resumen análisis causa efecto

FACTORES QUE AFECTAN A LA PRODUCCION	DENOMINACION	GRADO DE INCIDENCIA	% DE OCURRENCIA	FRECUENCIA	FREC RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
SELECCIÓN DE LA MIP	A	9	28,00%	2,52	0,36	0,36
DEMORA EN CALENTAMIENTO DE LA MAQUINA	B	9	18,00%	1,62	0,23	0,59
TAPONAMIENTOS EN BOQUILLAS	C	9	15,00%	1,35	0,19	0,78
OPERACIÓN DE IMANTACION	D	6	10,00%	0,6	0,09	0,86
TRABAJO DEL OPERADOR	E	4	8,00%	0,32	0,05	0,91
DISTRIBUCION DE AREA DE TRABAJO	F	4	6,00%	0,24	0,03	0,94
MAQUINA DE CORTE	G	3	5,00%	0,15	0,02	0,96
ERROR EN BALANZA	H	3	5,00%	0,15	0,02	0,99
MAQUINA INYECTORA	I	2	3,00%	0,06	0,01	0,99
MAQUINA DE MOLER	J	2	2,00%	0,04	0,01	1,00
			<b>TOTAL</b>	<b>7,05</b>	<b>1,00</b>	

## ANEXO III

### DESCRIPCIÓN DE POSIBLES CAUSAS

**Tabla AIII.1. Análisis causa raíz**

	POSIBLES CAUSAS	CRITERIOS EVALUATIVOS DE LAS CAUSAS	EQUIVALENCIA
	<b>NETODO</b>		
1	NO EXISTE PLANIFICACION DE PRODUCCIÓN	ES UN FACTOR QUE LLEVA AL PROBLEMA	ES UN FACTOR
2	RETIRO DE IMPUREZAS EN MP	ESTO OCACIONA DIRECTAMENTE EL PROBLEMA	ES CAUSA DIRECTA
3	CONTROL DE TIEMPOS EN EL PROCESO	SI ES ELIMINADO SE CORREGIRA EL PROBLEMA	ES UNA SOLUCION DIRECTA
		SE PUEDE PLANTEAR UNA SOLUCIÓN FACTIBLE	ES UNA SOLUCION FACTIBLE
		SE PUEDE MEDIR SI LA SOLUCIÓN FUNCIONÓ	ES MEDIBLE
	<b>MAQUINARIA</b>	LA SOLUCIÓN ES DE BAJO COSTO	ES DE BAJO COSTO
1	DEMORA EN CALENTAMIENTO DE HORNILLA		
2	CALIBRACIÓN DEL MOLDE		
3	CORRECCIÓN DE PUERTA		
4	CALIBRACIÓN DE PARÁMETROS		
	<b>MANO DE OBRA</b>		
1	CONCIENCIACIÓN EN AHORRO DE MP		
2	TIEMPO DE TRABAJO (turno)		
3	FORMA DE QUITAR REBABAS		
4	FORMA DE PESAJE MP		
	<b>MEDIO AMBIENTE</b>		
1	RECORRIDO DE LOS PROCESOS		
2	ORDEN Y LIMPIEZA		
3	ALMACENAMIENTO NO ESPECIFICADO		
	<b>MATERIA PRIMA</b>		
1	SELECCIÓN DE MP		
2	TIEMPO EN LAVADO		
3	CONTROL DE IMPUREZAS		

	ESCALA DE CALIFICACION
1	VALORES DE 1 AL 3
2	VALORES DE 1 AL 5
3	SI EQUIVALE "1" Y UN NO A "0"

## ANEXO IV

## DESCRIPCIÓN DE CRITERIOS

Tabla AIV.1. Posibles soluciones

CAUSAS		SOLUCIONES		CRITERIOS						TOTALES
NETODO	SOLUCIÓN	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO			
1	NO EXISTE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN	3	2	1	2	3	3	14		
2	RETIRO DE IMPUREZAS EN MP	3	2	2	3	3	3	16	BAJO COSTO	
3	CONTROL DE TIEMPOS EN EL PROCESO	2	2	2	2	2	3	13		
MAQUINARIA		FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO			
1	DEMORA EN CALENTAMIENTO DE HORNILLA	3	2	2	2	3	3	15	ALTO COSTO	
2	CALIBRACIÓN DEL MOLDE	3	2	2	2	2	3	14		
3	CORRECCIÓN DE PUERTA	3	2	2	2	2	3	14		
4	CALIBRACIÓN DE PARAMETROS	3	2	2	2	2	3	14		
MANO DE OBRA		FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO			
1	CONCIERTIZACIÓN EN AHORRO DE MP	2	1	1	1	1	3	9		
2	TIEMPO DE TRABAJO (turno)	2	2	2	2	2	3	13		
3	FORMA DE QUITAR REBASAS	1	2	2	2	2	3	12		
4	FORMA DE PESAJE MP	3	2	2	2	2	2	13		
MEDIO AMBIENTE		FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO			
1	RECORRIDO DE LOS PROCESOS	2	1	1	1	1	2	8		
2	ORDEN Y LIMPIEZA	3	1	1	1	1	1	8		
3	ALMACENAMIENTO NO ESPECIFICADO	2	2	2	2	2	1	11		
MATERIA PRIMA		FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO			
1	SELECCIÓN DE MP	3	2	2	2	3	2	14	PROVEEDOR NO PUEDE HACERLO	
2	TIEMPO EN LA VADO	2	2	2	2	2	3	13		
3	CONTROL DE IMPUREZAS	3	3	2	3	3	1	15	TIEMPO	

## ANEXO V

## PERSPECTIVA DE PARETO

Tabla AV.1. Factores para análisis de Pareto

FACTORES QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN	DENOMINACIÓN	GRADO DE INCIDENCIA	% DE OCURRENCIA	FRECUENCIA	FREC RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
SELECCIÓN DE LA MP	A	9	28,00%	2,52	0,36	0,36
DEMORA EN CALENTAMIENTO DE LA MÁQUINA	B	9	18,00%	1,62	0,23	0,59
TAPONAMIENTOS EN BOQUILLAS	C	9	15,00%	1,35	0,19	0,78
OPERACIÓN DE IMANTACIÓN	D	6	10,00%	0,6	0,09	0,86
TRABAJO DEL OPERADOR	E	4	8,00%	0,32	0,05	0,91
DISTRIBUCIÓN DE AREA DE TRABAJO	F	4	6,00%	0,24	0,03	0,94
MÁQUINA DE CORTE	G	3	5,00%	0,15	0,02	0,96
ERROR EN BALANZA	H	3	5,00%	0,15	0,02	0,99
MÁQUINA INYECTORA	I	2	3,00%	0,06	0,01	0,99
MAQUINA DE MOLER	J	2	2,00%	0,04	0,01	1,00
			<b>TOTAL</b>	<b>7,05</b>	<b>1,00</b>	

## ANEXO VI

## DIAGRAMA DE PARETO

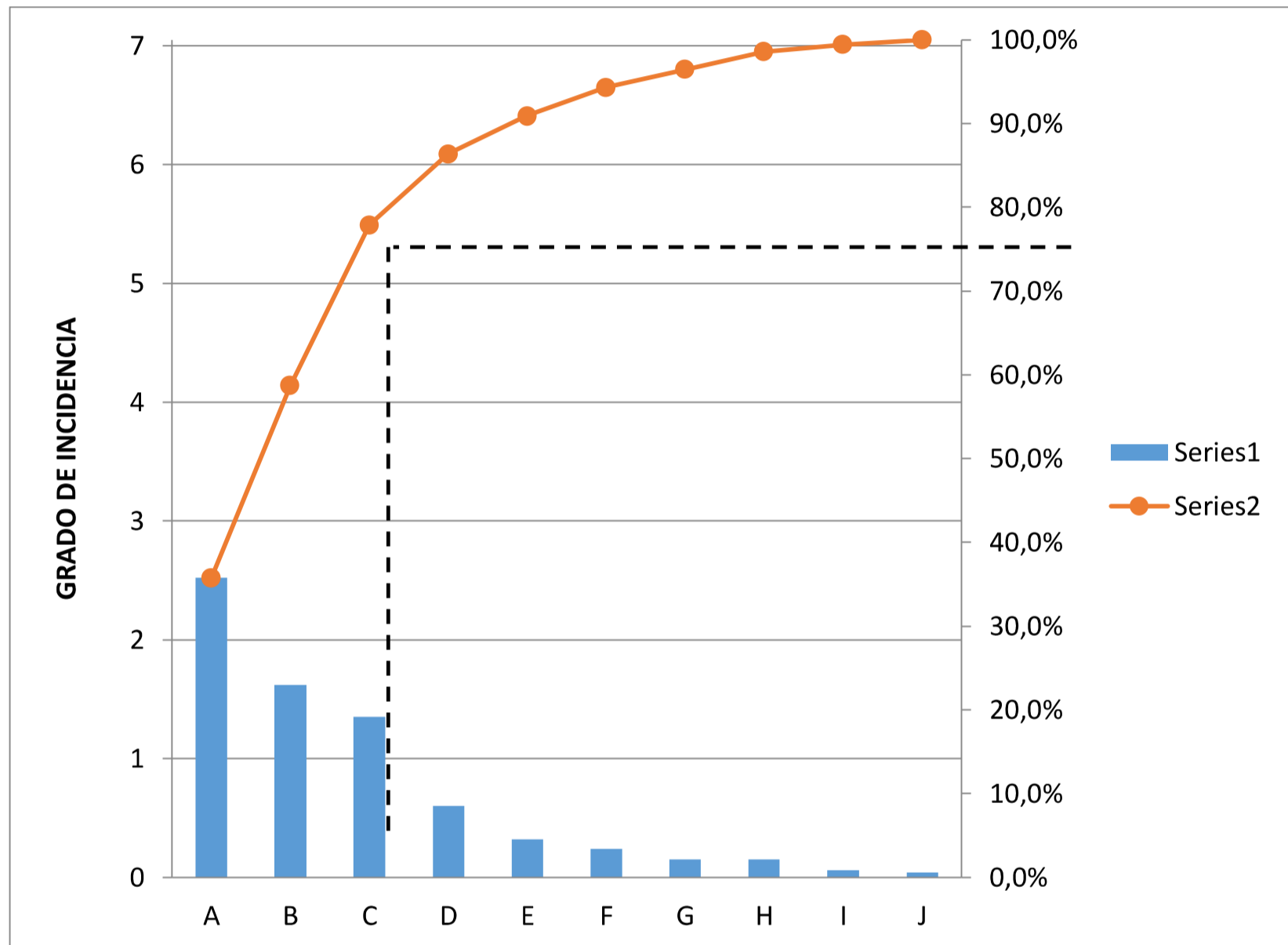


Figura.AVI.1. Grafico análisis de Pareto

## ANEXO VII

### LIMITES DE LA PRODUCCIÓN DE ARMADORES

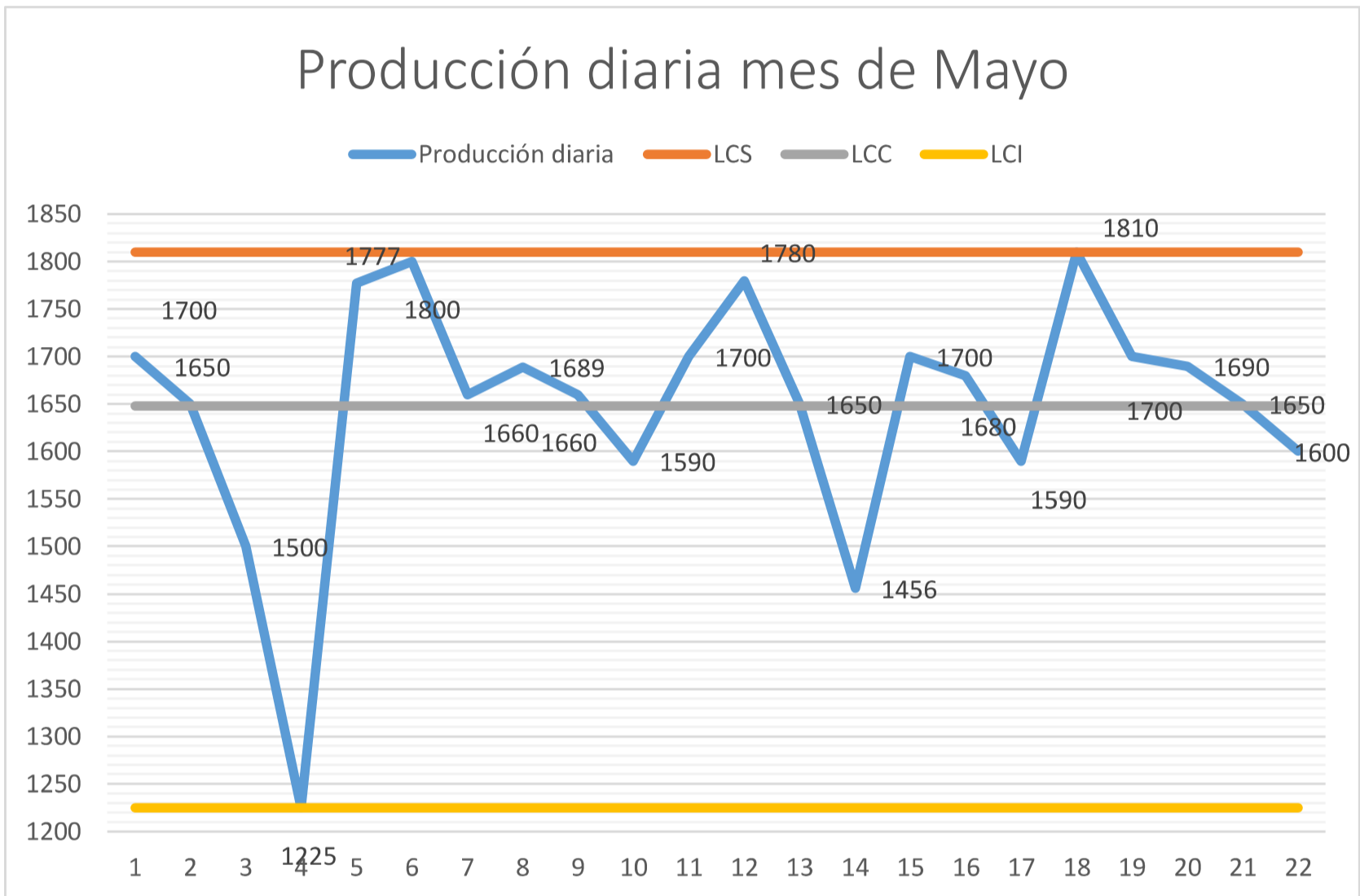
Tabla AVII.1. Datos de producción y promedio

FECHA	PRODUCCIÓN DIARIA	LCS	LCC	LCI
03-may	1 700	1 810	1 648	1 225
04-may	1 650	1 810	1 648	1 225
05-may	1 500	1 810	1 648	1 225
06-may	1 225	1 810	1 648	1 225
09-may	1 777	1 810	1 648	1 225
10-may	1 800	1 810	1 648	1 225
11-may	1 660	1 810	1 648	1 225
12-may	1 689	1 810	1 648	1 225
13-may	1 660	1 810	1 648	1 225
16-may	1 590	1 810	1 648	1 225
17-may	1 700	1 810	1 648	1 225
18-may	1 780	1 810	1 648	1 225
19-may	1 650	1 810	1 648	1 225
20-may	1 456	1 810	1 648	1 225
22-may	1 700	1 810	1 648	1 225
23-may	1 680	1 810	1 648	1 225
24-may	1 590	1 810	1 648	1 225
25-may	1 810	1 810	1 648	1 225
26-may	1 700	1 810	1 648	1 225
29-may	1 690	1 810	1 648	1 225
30-may	1 650	1 810	1 648	1 225
31-may	1 600	1 810	1 648	1 225
<b>PROMEDIO</b>	<b>1 648</b>			

## ANEXO VIII

### LIMITES DE CONTROL

Tabla AVIII.1. Gráfico de producción

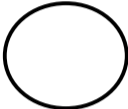

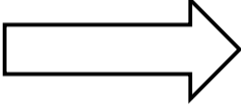

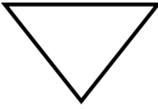
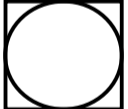




## ANEXO IX

### SIMBOLOGÍA DE PROCESO

**Tabla AIX.1.** Simbología estándar

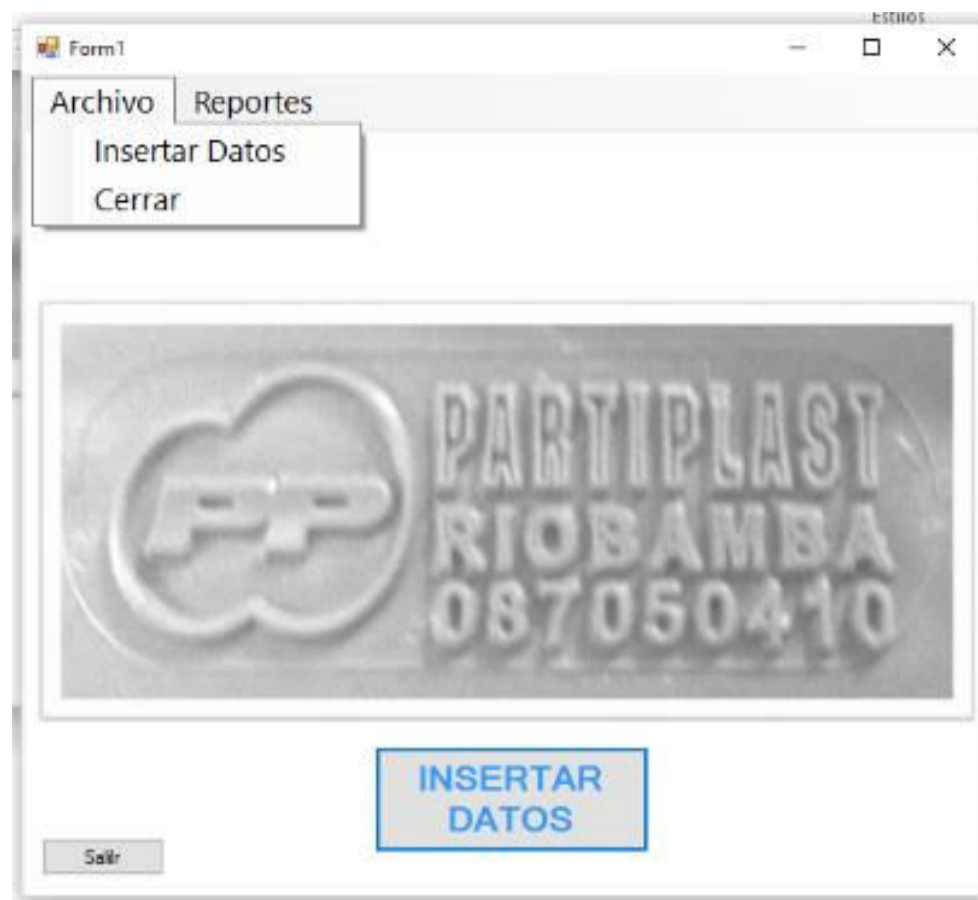
SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCION
	Operación	Indica las principales fases del proceso agrega, modifica, montaje, etc.
	Inspección	Verifica la calidad y/o cantidad, en general no agrega valor
	Transporte	Indica movimiento de materiales, traslado de un lugar a otro
	Espera	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo
	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	Combinada	Indica varias actividades simultaneas

## ANEXO X

## SISTEMA INFORMÁTICO



Figura X.1. Presentación del programa



The screenshot shows a software window titled "insertarDatos" with a menu bar containing "Archivo". The main content area is titled "Ingresar Datos de Producción." and contains the following fields and controls:

- Turno: 8:00 am - 12:30 pm (dropdown menu)
- Cantidad de armadores: 0 (text input)
- Desperdicio mp inyectora: 0 Kg (text input)
- Desperdicio mp tamizado: 0 Kg (text input)
- Fecha: 25/07/2016 18:27:13 (text input)
- ID de Materia Prima: ~~X~~ (text input) with a "Seleccionar" button and an "Ingreso de Materia Prima" button.
- ID de Colores: ~~X~~ (text input) with a "Seleccionar" button and an "Ingreso de Materia Colores." button.
- Insertar (button)
- Salir (button)

Figura X.2. Ingreso de datos

The image shows two overlapping software windows. The left window, titled 'Ingreso Materia Prima.', contains three input fields for 'Carga 1', 'Carga 2', and 'Carga 3', each with the value '25' and the unit 'Kg'. Below these is a 'Cantidad Total de Materia Prima' field showing '75' and a 'Calcular' button. A large 'Insertar' button is at the bottom. The right window, titled 'Ingresar Datos de Producción.', has a 'Turno' dropdown set to '8:00 am - 12:30 pm', a 'Color' dropdown set to 'Magenta', and input fields for 'Cantidad de armadores' (1500), 'Desperdicio mp inyectora' (150 Kg), and 'Desperdicio mp tamizado' (5 Kg). The 'Fecha' is '25/07/2016 18:27:13'. There are two 'ID' fields: 'ID de Materia Prima' and 'ID de Colores', both with a red 'X' icon and a 'Seleccionar' button. There are also two 'Ingreso de Materia' buttons. A 'Salir' button is at the bottom.

The image shows two overlapping software windows. The left window, titled 'Ingresar Colores', has input fields for 'Blanco' (55), 'Negro' (0), 'Rojo' (10), 'Azul' (0), and 'Verde' (0). The 'Total Kg' is '65'. There is a 'Calcular' button and a large 'Insertar' button. The right window, titled 'Ingresar Datos de Producción.', is identical to the one in the previous screenshot. A small dialog box titled 'Datos guardados' is open in the foreground, displaying an information icon and the text 'Datos guardados correctamente', with an 'OK' button.

**Figura X.3.** Ejemplo de datos ingresados

insertarDatos

Archivo

## Ingresar Datos de Producción.

Turno: 8:00 am - 12:30 pm

Cantidad de armadores: 1500

Desperdicio mp inyectora: 150 Kg

Desperdicio mp tamizado: 5 Kg

Color: Magenta

Fecha: 25/07/2016 18:27:13

ID de Materia Prima:  Selecccionar

ID de Colores:  Selecccionar

insertarDatos

Archivo

## Ingresar Datos de Producción.

Turno: 8:00 am - 12:30 pm

Cantidad de armadores: 1500

Desperdicio mp inyectora: 150 Kg

Desperdicio mp tamizado: 5 Kg

Color: Magenta

Fecha: 25/07/2016 18:27:13

ID de Materia Prima:  Selecccionar

ID de Colores:  Selecccionar

Datos guardados


Datos guardados correctamente

**Figura X.4.** Validación de los datos

reporteDia

Escoja el día: Lunes, 25 de Julio de 2016

REPORTE DE PRODUCCION PARTIPLAST



Turno	Fecha	Cantidad Armadores	Desperdicio Inyector	Desperdicio Tamizado	Total Desperdicio	Carga1	Carga2	Carga3	Total Mp	Azul	Blanco	Negro	Rojo	Verde	Total Kg
	8:00 am - 12:30 pm 7/25/2016 12:00:00 AM	1500	150	5	155	25	25	25	75	0	55	0	10	0	65
	<b>Total</b>	<b>3000</b>	<b>300</b>	<b>10</b>		<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>110</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>130</b>

PARTIPLAST

Por: Ing. Rodrigo Moreno

**Figura X.5.** Generación de reportes diarios

# ANEXO XI

## FORMULARIO 1

Tabla AXI.1. Descomposición en elementos

EMPRESA DE PLASTICOS PARTIPLAST									
FORMULARIO DE DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS									
NOMBRE DEL ANALISTA: <i>Rodrigo Vasquez</i>					MÉTODO: (Actual)				
ESTUDIO No: <i>2</i>					HOJA No: <i>161</i>				
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V	C	TR	TB	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V	C	TR	TB
Selección de la materia prima semiprocusada	98	0.66		0.65	Ubicar producto terminado	90	0.10		0.09
Apartar cantidad de materia prima semiprocusada	98	1.02		1.00	Aplado del producto terminado	90	0.10		0.09
Traslado al área de mezclado	98	0.26		0.25	Traslado del producto terminado	90	0.19		0.17
Mezclado de la materia prima semiprocusada	94	0.60		0.56	Inspección del producto terminado	86	0.14		0.12
Almacenamiento de la materia prima	94	0.10		0.09	Retiro de material sobrante	86	0.29		0.25
Traslado de la materia prima al sector de la molinda	94	0.20		0.19	Ubicar producto terminado	86	0.14		0.12
Retiro de materiales metálicos	94	0.83		0.78	Traslado al sector de conteo	86	0.30		0.26
Traslado de la materia prima al molino	94	0.14		0.13	Conteo, atado y almacenado del producto terminado	86	2.68		2.30
Molinda de la materia prima	100	15		15.00					
Traslado al lado posterior del molino	100	0.19		0.19.00					
Recolección de la materia prima molida	94	0.35		0.33.00					
Traslado de la materia prima	94	0.13		0.12					
Almacenamiento de la materia prima	94	0.23		0.21					
Traslado de la materia prima a la tolva	90	0.23		0.21					
Llenado de materia prima en la tolva	100	0.43		0.43					
Traslado al clamp	90	0.12		0.11					
Verificación de parámetros	100	0.70		0.70					
Prueba de inyección	100	0.25		0.25					
Cerrar puerta	100	0.10		0.10					
Inyeccion	100	0.50		0.50					
Abrir puerta	100	0.10		0.10					

## ANEXO XII

### FORMULARIO 2

**Tabla AXII.1. Resumen de tiempos**

Fecha de estudio		Hoja 1 de 2													
Estudio No. 01		Estudio No. 01													
No de Personas: 4		Hora: 8:00 a 15:30													
ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
LINEA DE PRODUCCION		Seleccion de materia prima semiprocada	Traslado de materia prima semiprocada	Almacenamiento de la materia prima semiprocada	Traslado de la materia prima al sector de la molenda	Retiro de materiales medicos	Traslado de la materia prima al molino	Molenda de la materia prima al molino	Traslado de la materia prima al lado posterior del molino	Recolector de la materia prima molida	Traslado de la materia prima	Almacenamiento de la materia prima	Traslado de la materia prima		
CICLO		0:36s	0:57s	0:12s	0:34s	0:03s	0:10s	0:48s	0:06s	15:00	0:09s	0:31	0:06s	0:23	0:11s
1		0:40	0:08	0:15	0:37	0:06	0:13	0:51	0:09	15:20	0:12	0:34	0:09	0:26	0:14
2		0:35	0:03	0:16	0:32	0:01	0:08	0:46	0:04	15:05	0:07	0:29	0:04	0:21	0:09
3		0:41	0:01	0:16	0:38	0:07	0:14	0:52	0:10	14:55	0:13	0:35	0:10	0:27	0:15
4		0:38	0:58	0:13	0:34	0:04	0:11	0:49	0:07	14:50	0:10	0:32	0:07	0:24	0:12
5		0:36	0:56	0:11	0:33	0:02	0:09	0:47	0:05	15:00	0:08	0:30	0:05	0:22	0:10
6		0:45	0:05	0:20	0:42	0:11	0:16	0:53	0:13	15:10	0:16	0:27	0:12	0:30	0:19
7		0:42	0:02	0:17	0:39	0:08	0:15	0:50	0:11	15:00	0:13	0:34	0:09	0:28	0:16
8		0:40	0:00	0:15	0:37	0:06	0:13	0:48	0:08	15:06	0:11	0:32	0:07	0:26	0:14
9		0:43	0:03	0:18	0:40	0:09	0:16	0:51	0:12	15:00	0:14	0:35	0:10	0:29	0:17
10															
11															
12															
13															
14															
Total															
Obs.															
Prom.															



HOJA DE ESTUDIO																															
PARTIPLAST																															
Metodo: Actual																															
Analista: Rodrigo Moreno																															
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29															
Llenado de materia prima a la tolva		Trasido al camp		Verificación de parámetros		Prueba de inyección		Cerrar puerta		Inyección		Abrir puerta		Ubicar producto terminado		Apilado del producto terminado		Traslado del producto terminado		Inspección del producto terminado		Retiro de material sobrante		Ubicar producto terminado		Traslado al sector de conteo		Conteo, atado y almacenado del producto terminado		ARMADORES PLASTICOS	
D:23	D:04	D:39	D:12	D:05	D:30	D:18	D:03	D:04	D:09	D:06	D:14	D:06	D:15	D:53	ELEMENTOS EXTRAÑOS																
D:26	D:07	D:42	D:16	D:06	D:30	D:04	D:06	D:07	D:19	D:09	D:14	D:09	D:18	D:56																	
D:21	D:02	D:40	D:11	D:01	D:30	D:04	D:01	D:02	D:07	D:04	D:12	D:04	D:13	D:59																	
D:24	D:11	D:43	D:16	D:07	D:30	D:06	D:09	D:08	D:13	D:10	D:08	D:10	D:19	D:52																	
D:23	D:08	D:40	D:13	D:04	D:30	D:09	D:06	D:05	D:10	D:07	D:15	D:07	D:16	D:54																	
D:22	D:03	D:38	D:11	D:02	D:30	D:04	D:02	D:03	D:08	D:05	D:13	D:05	D:14	D:52																	
D:31	D:12	D:47	D:20	D:11	D:30	D:04	D:11	D:12	D:15	D:13	D:26	D:14	D:24	D:53																	
D:28	D:09	D:44	D:17	D:08	D:30	D:08	D:08	D:09	D:14	D:10	D:19	D:11	D:29	D:50																	
D:26	D:07	D:42	D:15	D:06	D:30	D:09	D:06	D:07	D:12	D:08	D:21	D:09	D:19	D:48																	
D:29	D:10	D:45	D:18	D:09	D:30	D:08	D:09	D:10	D:15	D:11	D:20	D:07	D:21	D:51																	
OBSERVACIONES:																															
<p>los tiempos son dados en formato hora-min-seg</p> <p>00:00:00</p>																															

## ANEXO XIII

## FORMULARIO 3

Tabla AXIII.1. Tiempos preliminares

EMPRESA DE PLASTICOS PARTIPLAST						
FORMULARIO DE TOMA DE TIEMPOS						
FECHA: 23/MAY/2016		ANALISTA: RODRIGO MORENO P				
No	ELEMENTO	NUMERO DE OBSERVACIONES PRELIMINARES				
		1	2	4	5	6
1	Selección de la materia prima semiprosesada	0:36s	0:38	0:33	0:40	0:38
2	Apartar cantidad de materia prima semiprosesada	0:56s	0:58	58:00	1:00	0:55
3	Traslado al área de mezclado	0:11	0:13	0:08	0:15	0:10
4	Mezclado de la materia prima semiprosesada	0:33	0:35	0:30	0:37	0:32
5	Almacenamiento de la materia prima	0:02	0:04	0:03	0:06	0:01
6	Traslado de la materia prima al sector de la molienda	0:09	0:11	0:06	0:13	0:08
7	Retiro de materiales metálicos	0:49	0:47	0:44	0:51	0:46
8	Traslado de la materia prima al molino	0:05	0:07	0:03	0:09	0:04
9	Molienda de la materia prima	1:13	1:15	1:10	1:17	1:12
10	Traslado al lado posterior del molino	0:08	0:10	0:05	0:12	0:07
11	Recolección de la materia prima molida	0:30	0:32	0:27	0:34	0:29
12	Traslado de la materia prima	0:05	0:07	0:02	0:09	0:04
13	Almacenamiento de la materia prima	0:27	0:24	0:19	0:26	0:21
14	Traslado de la materia prima a la tolva	0:10	0:12	0:07	0:14	0:09
15	Llenado de materia prima en la tolva	0:22	0:24	0:19	0:26	0:21
16	Traslado al clamp	0:03	0:05	0:02	0:07	0:02
17	Verificación de parámetros	0:38	0:40	0:35	0:42	0:37
18	Prueba de inyección	0:11	0:13	0:08	0:15	0:10
19	Cerrar puerta	0:02	0:04	0:01	0:06	0:01
20	Inyeccion	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30
21	Abrir puerta	0:02	0:04	0:01	0:06	0:01
22	Ubicar producto terminado	0:03	0:05	0:02	0:07	0:02
23	Apilado del producto terminado	1:06	1:08	1:03	0:52	0:05
24	Traslado del producto terminado	0:02	0:04	0:01	0:06	0:01
25	Inspección del producto terminado	0:03	0:05	0:02	0:07	0:02
26	Retiro de material sobrante	0:08	0:10	0:05	0:12	0:07
27	Ubicar producto terminado	0:05	0:07	0:02	0:09	0:04
28	Traslado al sector de conteo	0:13	0:15	0:10	0:17	0:12
29	Conteo, atado y almacenado del producto terminado	0:05	0:07	0:02	0:09	0:02
TOTAL TIEMPO						

## ANEXO XIV

## FORMULARIO 4

Tabla AXIV.1. Peso de materia prima

EMPRESA DE PLASTICOS PARTIPLAST						
CONTROL DE PESO MATERIA PRIMA						
NOMBRE DEL OPERADOR:				ANALISTA: <i>Rodrigo Moreno</i>		
TURNO: 08:00 a 17:30		MATERIAL: polipropileno		COLOR: <i>Rosado-Verde-Negro-Purpura</i>		
FECHA	CARGA kg				TOTAL (kg)	OBSERVACIONES
	C1	C1	C3	C4		
02/05/2016	20	20	20	7	67	—
03/05/2016	20	20	20	13	73	—
04/05/2016	20	20	20	9	69	—
05/05/2016	20	20	20	3	63	—
06/05/2016	20	20	12	0	52	—
09/05/2016	20	20	20	15	75	—
10/05/2016	20	20	20	16	76	—
11/05/2016	20	20	20	9	69	—
12/05/2016	20	20	20	13	73	—
13/05/2016	20	20	20	9	69	—
16/05/2016	20	20	20	6	66	—
17/05/2016	20	20	20	13	73	—
18/05/2016	20	20	20	14	74	—
19/05/2016	20	20	20	9	69	—
20/05/2016	20	20	20	2	62	—
23/05/2016	20	20	20	12	72	—
24/05/2016	20	20	20	11	71	—
25/05/2016	20	20	20	6	66	—
26/05/2016	20	20	20	18	78	—
27/05/2016	20	20	20	20	70	—
30/05/2016	20	20	20	20	70	—
31/05/2016	20	20	20	11	71	—

## ANEXO XV

## FORMULARIO 4

Tabla AXV.1. Peso producto terminado

EMPRESA DE PLASTICOS PARTIPLAST			
CONTROL DE PESO PRODUCTO TERMINADO			
NOMBRE DEL ANALISTA: <i>Rodrigo Moreno</i>			
TURNO: 08:00 a 17:30		MATERIAL: polipropileno	
FECHA	DESCRIPCION	PESO Kg (promedio)	OBSERVACIONES
04 Abril 16	Color rosado toma de 6 armadores	0,036	Los tonos son
06 Abril 16	color negro toma de 10 armadores	36,2	decolorados
13 Abril 16	verde toma de 5 armadores	36,00	y el peso solo
15 Abril 16	purpura toma de 6 armadores	36,00	diferencia
18 Abril 16	purpura 8 armadores.	36,1	por la cantidad
20 Abril 16	purpura 5 armadores	36,00	de rebobos que
03 Mayo 16	rosado 10 armadores	36,1	existe.
06 Mayo 16	rosado 6 armadores	36,1	
10 Mayo 16	color verde 5 armadores	36,00	
13 Mayo 16	color verde 5 armadores	36,00	
18 Mayo 16	color purpura 5 armadores	36,1	
21 Mayo 16	color purpura 5 armadores	36,00	
28 Mayo 16	color rosado 5 armadores	36,00	
01 Junio 16	color rosado 5 armadores	36,2	
09 Junio 16	color verde 5 armadores	36,00	
20 Junio 16	color negro 5 armadores	36,2	
21 Junio 16	color negro 5 armadores	36,00	
24 Junio 16	color verde 5 armadores	36,00	

## ANEXO XVI

## FORMULARIO 4

Tabla AXVI.1. Peso de desperdicio

EMPRESA DE PLASTICOS PARTIPLAST			
CONTROL DE PESO DESPERDICIO			
FECHA:		ANALISTA: <i>Rodrigo Moreno P</i>	
TURNO: 08:00 a 17:30		MATERIAL: polipropileno	
FECHA	DESPERDICIO kg		OBSERVACIONES
	DESCRIPCION	TOTAL Kg	
02/05/2016	07 Kg Armadores color verde	11	
03/05/2016	73 Kg Armadores rosado	10	
04/05/2016	69 Kg Armadores verde	10	
05/05/2016	63 Kg Armadores rosado	11	TAPONAMIENTOS
06/05/2016	52 Kg Armadores negro	07	TAPONAMIENTOS
09/05/2016	75 Kg Armadores negro	13	
10/05/2016	76 Kg Armadores verde	10	
11/05/2016	69 Kg Armadores rosado	10	
12/05/2016	73 Kg Armadores rosado	10	
13/05/2016	69 Kg Armadores rosado	10	
16/05/2016	66 Kg Armadores verde	09	TAPONAMIENTO
17/05/2016	73 Kg Armadores verde	12	
18/05/2016	74 Kg Armadores verde	10	
19/05/2016	69 Kg Armadores púrpura	12	
20/05/2016	62 Kg Armadores púrpura	08	TAPONAMIENTOS
23/05/2016	72 Kg Armadores púrpura	10	
24/05/2016	71 Kg Armadores negro	11	
25/05/2016	66 Kg Armadores negro	10	
26/05/2016	78 Kg Armadores negro	10	
27/05/2016	70 Kg Armadores verde	12	
30/05/2016	70 Kg Armadores negro	09	
31/05/2016	71 Kg Armadores negro	12	

## ANEXO XVII

## FORMULARIO 4

Tabla AXVII.1. Tolerancias recomendadas por la OIT

TOLERANCIAS	Añadir %
<b>A. Tolerancias constantes</b>	
Tolerancias por necesidades personales	5
Tolerancias por fatiga	4
<b>B. Tolerancias variables</b>	
1) Tolerancias por ejecutar el trabajo de pie	2
2) Tolerancias por posiciones anormales en el trabajo	
a) Ligeramente molesta	0
b) Molesta (cuerpo encorvado)	2
c) Muy molesta (acostado extendido)	7
3) Empleo de fuerza o vigor muscular (esfuerzo para levantar, tirar, empujar), determinado por el peso levantado (en kilogramos y libras respectivamente):	
a) 2.3 kg / 5 lb	0
b) 4.5/10	1
c) 6.8/15	2
d) 9.1/20	3
e) 11.4/25	4
f) 13.6/30	5
g) 15.9/35	7
h) 18.2/40	9
i) 20.5/45	11
j) 22.7/50	13
k) 27.3/60	17
l) 31.8/70	22
4) Alumbrado deficiente:	
a) Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b) Muy inferior	2
c) Sumamente inadecuado	5
5) Condiciones atmosféricas variables (calor y humedad)	0-10
6) Atención estricta:	
a) Trabajo moderadamente fino	0
b) Trabajo fino o de gran cuidado	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5
7) Nivel de ruido:	
a) Continuo	0
b) Intermitente – fuerte	2
c) Intermitente – muy fuerte	5
d) De alto volumen – fuerte	5
8) Esfuerzo mental:	
a) Proceso moderadamente complicado	1
b) Complicado o que requiere amplia atención	4
c) Muy complicado	8
9) Monotonía:	
a) Escasa	0
b) Moderada	1
c) Excesiva	4

(Baca, e tal, 2011, p.228)