



# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE PROCESOS**

**ESTUDIO PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS DE  
TRABAJO Y TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA  
DE MUEBLES MODULARES METÁLICOS PARA OFICINAS  
“RUEDA CABRERA CÍA. LTDA.”, DE LA CIUDAD DE QUITO.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL Y DE PROCESOS**

**DANIEL ALEJANDRO CABRERA RUEDA**

**DIRECTOR: ING. VÍCTOR CARRIÓN PALACIOS**

**Quito, Enero 2014**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2014

Reservados todos los derechos de reproducción

## **DECLARACIÓN**

Yo Daniel Alejandro Cabrera Rueda, 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 Universidad Tecnológica Equinoccial 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.

---

Daniel Alejandro Cabrera Rueda  
C.I. 100242573-2

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “ESTUDIO PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS DE TRABAJO Y TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DE MUEBLES MODULARES METÁLICOS PARA OFICINAS RUEDA CABRERA CÍA. LTDA., DE LA CIUDAD DE QUITO”, que, para aspirar al título de Ingeniero Industrial y de Procesos fue desarrollado por Daniel Alejandro Cabrera Rueda, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

---

Ing. Víctor Carrión Palacios  
DIRECTOR DEL TRABAJO  
C.I. 170993033-1

## **DEDICATORIA**

A mi madre y a mi padre, por su amor y sacrificio, dedico todo el esfuerzo  
que realizo en cada paso que doy.

A todos mis familiares, amigas y amigos por su cariño y apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

Considero que la vida es un camino que disfrutamos gracias al pasar del tiempo...

Agradezco profundamente a Dios, a mi mamá y a mi papá por darme la oportunidad de caminar junto a ellos, a toda mi familia, amigas y amigos... Sin excepción, a todos quienes me han regalado parte de su valioso tiempo y han sabido aceptar el mío. Infinitamente gracias.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT .....	X
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1 PRODUCTIVIDAD .....	4
2.2 ESTUDIO DEL TRABAJO.....	5
2.3 INGENIERÍA DE MÉTODOS .....	6
2.4 DIAGRAMAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS .....	8
2.4.1 HERRAMIENTAS DE REGISTRO Y ANÁLISIS.....	8
2.4.1.1 Diagrama de estación de trabajo .....	8
2.4.1.2 Diagrama de operaciones del proceso.....	9
2.4.1.3 Diagrama de recorrido. ....	11
2.4.1.4 Diagrama de flujo del proceso. ....	12
2.5 ESTUDIO DE TIEMPOS .....	14
2.5.1 MEDICIÓN DEL TIEMPO CON CRONÓMETRO.....	17
2.5.1.1 Hoja de observaciones.....	19
2.6 NÚMERO DE OBSERVACIONES .....	21
2.7 VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO .....	22
2.7.1 REQUISITOS DE UN BUEN SISTEMA DE VALORACIÓN .....	23
2.7.2 MÉTODO DE CALIFICACIÓN.....	23
2.7.2.1 Método de Nivelación.....	23
2.7.3 COMO VALORAR LA ACTUACIÓN DEL TRABAJADOR.....	25
2.8 SUPLEMENTOS.....	26
2.9 TIEMPO ESTÁNDAR.....	28
2.10 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO .....	28
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
3.1 LA EMPRESA .....	30

3.2	ANÁLISIS OPERATIVO Y COMERCIAL.....	32
3.2.1	PORTAFOLIO DE PRODUCTOS .....	32
3.2.2	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO ESTRELLA .....	32
3.2.3	SEGMENTACIÓN DEL CONSUMIDOR .....	32
3.2.4	PRINCIPALES PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA.....	33
3.2.5	POSICIONAMIENTO EN EL MERCADO .....	33
3.3	PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA .....	33
3.4	LÍNEA ACTUAL DEL PROCESO .....	35
3.4.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	35
3.5	ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS DE TRABAJO .....	38
3.5.1	DIAGRAMA DE ESTACIÓN DE TRABAJO .....	39
3.5.2	DIAGRAMA DE RECORRIDO .....	46
3.5.3	DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO .....	48
3.5.4	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO .....	54
3.6.1	METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	61
3.6.1.1	Preparación.....	61
3.6.1.2	Ejecución .....	62
3.6.1.3	Valoración .....	69
3.6.1.4	Suplementos .....	71
3.6.1.5	Tiempo Estándar.....	75
3.7	DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	79
3.8	ANÁLISIS DE COSTOS .....	81
3.9	APLICACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDAR .....	83
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>85</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>88</b>
5.1	CONCLUSIONES .....	88
5.2	RECOMENDACIONES.....	90
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>91</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>93</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 2.1 Oportunidades de ahorro con la aplicación de Ingeniería de Métodos.....	7
Figura No. 2.2 Diagrama de puesto de trabajo. ....	9
Figura No. 2.3 Diagrama del proceso de la operación.....	10
Figura No. 2.4 Diagrama de recorrido para un grupo de operaciones.....	12
Figura No. 2.6 Ejemplo de flujo del proceso (material) desmontaje, limpieza y desengrase de un motor. ....	13
Figura No. 2.7 Descomposición del ciclo de trabajo .....	16
Figura No. 2.8 Modelo de hoja de tiempos .....	20
Figura No. 2.9 Tabla Westinghouse.....	21
Figura No. 2.10 Tabla Westinghouse.....	22
Figura No. 2.11 Característica de nivelación de los Métodos de Trabajo.	25
Figura No. 2.12 Valores de Suplementos .....	27
Figura No. 3.1 Croquis de la empresa .....	31
Figura No. 3.2 Organigrama Estructural .....	34
Figura No. 3.3 Proceso productivo de la gaveta metálica en la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. ....	37
Figura No. 3.4 Diagrama de Estación de trabajo del proceso de punzonado. ....	40
Figura No. 3.5 Diagrama de Estación de trabajo del proceso de corte.....	41
Figura No. 3.6 Diagrama de Estación de Trabajo del proceso de doblado.	42
Figura No. 3.7 Diagrama de Estación de Trabajo del proceso de ensamblado-suelda. ....	43

Figura No. 3.8 Diagrama de Estación de Trabajo del proceso de pintado.	44
Figura No. 3.9 Diagrama de Estación de Trabajo del proceso de ensamblado-embalado. ....	45
Figura No. 3.10 Diagrama de Recorrido del proceso de fabricación de gavetas. ....	47
Figura No. 3.11 Diagrama de Operaciones del Proceso de punzonado. ...	49
Figura No. 3.12 Diagrama de Operaciones del Proceso de corte. ....	50
Figura No. 3.13 Diagrama de Operaciones del Proceso de doblado. ....	51
Figura No. 3.14 Diagrama de Operaciones del Proceso de ensamblado- suelta. ....	52
Figura No. 3.15 Diagrama de Operaciones del Proceso de pintado. ....	53
Figura No. 3.16 Diagrama de Operaciones del Proceso de ensamblado- embalado. ....	54
Figura No. 3.17 Diagrama de Flujo de Proceso de punzonado. ....	55
Figura No. 3.18 Diagrama de Flujo de Proceso de doblado. ....	56
Figura No. 3.19 Diagrama de Flujo de Proceso de doblado. ....	57
Figura No. 3.20 Diagrama de Flujo de Proceso de ensamblado-suelta. ...	58
Figura No. 3.21 Diagrama de Flujo de Proceso de pintado. ....	58
Figura No. 3.22 Diagrama de Flujo de Proceso de ensamblado-embalado. .....	59
Figura No. 3.23 Menú del Programa para estudio de tiempos. ....	60
Figura No. 3.24 Formato para la toma de tiempos con cronómetro. ....	62
Figura No. 4.1 Tiempo Estándar y diferencia de tiempo en el proceso de punzonado. ....	86

Figura No. 4.2 Tiempo Estándar y diferencia de tiempo en el proceso de  
doblado..... 86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 3.1 Tiempos históricos del proceso de fabricación de la gaveta metálica. ....	39
Tabla No. 3.2 Proceso para la fabricación de gavetas.....	63
Tabla No. 3.3 Elementos del proceso de punzonado .....	64
Tabla No. 3.4 Elementos del proceso de doblado .....	64
Tabla No. 3.5 Toma de tiempos para el proceso de Punzonado 1 y Punzonado 2.....	66
Tabla No. 3.6 Toma de tiempos para el proceso de doblado .....	67
Tabla No. 3.7 Número de observaciones en el proceso de Punzonado. ...	68
Tabla No. 3.8 Número de observaciones en el proceso de Doblado. ....	69
Tabla No. 3.9 Valoración en el proceso de punzonado. ....	70
Tabla No. 3.10 Valoración en el proceso de doblado. ....	71
Tabla No. 3.11 Tabla de suplementos proceso de punzonado.....	73
Tabla No. 3.12 Tabla de suplementos proceso de doblado.....	74
Tabla No. 3.13 Cálculo del Tiempo Estándar.....	76
Tabla No. 3.14 Tiempo Estándar para el proceso de punzonado.....	77
Tabla No. 3.15 Tiempo Estándar para el proceso de doblado.....	78
Tabla No. 3.16 Descomposición de elementos del proceso de fabricación de la gaveta metálica.....	80
Tabla No. 3.17 Análisis de costos para el proceso de punzonado.....	81
Tabla No. 3.18 Análisis de costos para el proceso de doblado. ....	82
Tabla No. 3.19 Valores por servicios de punzonado y doblado. ....	83

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Máquina punzonadora Euromac Autoindex ZX 1250/30 y Máquina dobladora Gasparini Synchronize 135/105.....	93
Anexo 2 Lámina de acero punzonada .....	93
Anexo 3 Corte de piezas que conforman la gaveta metálica .....	94
Anexo 4 Piezas apiladas para ser dobladas .....	94
Anexo 5 Piezas dobladas que conforman las gavetas metálicas.....	95
Anexo 6 Soldadura de piezas .....	95
Anexo 7 Pulido de piezas .....	96
Anexo 8 Lavado de piezas.....	96
Anexo 9 Recubrimiento de pintura electrostática.....	97
Anexo 10 Secado de piezas pintadas.....	97
Anexo 11 Ensamblado de gavetas metálicas .....	98
Anexo 12 Embalado de gavetas metálicas (producto terminado).....	98
Anexo 13 Descripción inicial del Programa para estudio de tiempos.....	99
Anexo 14 Instrucciones del Programa para estudio de tiempos .....	99

## RESUMEN

El presente estudio reúne conocimientos de Ingeniería de Métodos para realizar un Estudio de Trabajo en una empresa del sector metalmeccánico de la ciudad de Quito, el cual se basa en la aplicación del Estudio de Tiempos.

La primera sección define los lineamientos que persigue la Ingeniería de Métodos para lograr un aumento de la productividad, una introducción a la industria metalmeccánica donde se delimita el terreno en que la empresa se desenvuelve, los objetivos y la definición del problema.

La segunda sección explica la importancia de la productividad y como la Ingeniería de Métodos, por medio del Estudio de Tiempos, se considera una de las herramientas más importantes que aplican las organizaciones en la actualidad. Se describe también la metodología y los instrumentos para su aplicación con el respectivo análisis reflejado en ahorro de recursos para la empresa.

La tercera sección describe a la empresa, su producto estrella y el método de trabajo utilizado previo al análisis. La metodología del Estudio de Tiempos parte de métodos de trabajo estandarizados de los cuales carece la empresa, con lo cual se realizó un levantamiento de toda la información necesaria mediante diagramas de Ingeniería de Métodos y de esta forma estandarizar el proceso productivo del producto estrella. Posteriormente se aplicó la metodología del Estudio de Tiempos por medio de un Programa desarrollado por el autor del presente estudio, el cual permitió obtener el Tiempo Estándar de forma automática una vez ingresadas las mediciones de tiempos respectivas y así fijar el costo de mano de obra para tareas específicas, planificar la producción con mayor grado de exactitud, controlar de forma eficiente los procesos productivos, preparar a nuevos trabajadores para realizar las tareas y evitar costos por desperdicios de recursos por actividades que no generan valor al producto.

Finalmente se realizó un análisis donde se detallan los resultados obtenidos a partir del levantamiento de la información para estandarizar los procesos hasta obtener el Tiempo Estándar por pieza procedente de la aplicación del Estudio de Métodos. Se concluyó que la aplicación de la Ingeniería de Métodos, mediante el Estudio de Tiempos, permite analizar y estandarizar los procesos, para lo cual se utilizó un programa desarrollado en hojas electrónicas de Excel que permitió registrar y calcular el Tiempo Estándar por pieza. También se determinó la carga laboral para el operador considerando tiempos de suplementos y así poder realizar una mejor planificación de la producción.

## **ABSTRACT**

The following study brings Method Engineering knowledge to perform a Work Study in a company of metalworking in Quito, which is based on the Time Study implementation.

The first section defines the guidelines that Method Engineering needs in order to achieve an increased productivity, an introduction to the metalworking industry, the objectives and problem definition.

The second section where the importance of productivity is explained as Method Engineering, through Time Study, it is considered one of the most important tools that organizations apply today. It also describes methodology and tools for its application with the respective analysis reflected in the company resource savings.

The third section describes the company; its core product and the work method used prior analysis. The Time Study methodology begins from standardized work methods of which the company lacks of, a process with all the necessary information was made by Method Engineering diagrams and in this way standardize the productive process of the star product. Later Study of Time methodology was applied through a Program developed by the author of the current study, which allows to get Standard Time automatically once time measurements were entered and thereby fix the cost of labor to specific task, planning the production with greater accuracy, efficiently control productive process, prepare new workers to perform the tasks and cost by avoiding waste of resources by activities that has no value to the product.

Finally, an analysis described the results obtained from the information to standardize processes until the Standard Time from Method Study. It was concluded that Method Engineering application through Time Study, allowed to analyze and standardize processes, a program developed in



Excel spreadsheet was used and this allowed the recording and calculation of the Standard Time per piece. It also determined the operator workload considering time supplementation so you can accomplish a better production planning.

# 1. INTRODUCCIÓN.

La apertura y liberación de fronteras comerciales, han provocado que las actividades económicas a nivel mundial sean mucho más dinámicas y competitivas, que si bien esto es positivo para el intercambio de bienes y servicios, no es menos cierto que esto conduce y obliga en cierta forma a ejecutar una serie de cambios en pro de mejorar la productividad de las empresas para no quedarse en el camino.

Conscientes de esta realidad, la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. que lleva operando en el mercado cerca de 30 años, ha tenido que afrontar una serie de retos tanto en el área administrativa como en el área de producción, hasta llegar a ser lo que representa en la actualidad; pero han sido justamente estos aspectos los que le han dado fortaleza para crecer paso a paso y así poder mantenerse en el mercado nacional. Su principal estrategia para alcanzar la posición en la que se encuentra actualmente, ha sido la de adoptar un trato personalizado con sus clientes, optando por acoger cada uno de sus requerimientos e ideas para posteriormente plasmarlos en las láminas de acero que son su principal materia prima para la elaboración de los productos que fabrican. Claro está que con el avance tecnológico y la aparición de nuevas empresas dedicadas a esta misma actividad, así como la mayor exigencia de los clientes, además de la propia necesidad de incrementar su eficiencia al momento de aprovechar los espacios donde se instalan cada una de los productos que elaboran, el reto resulta muy desafiante por tener que solventar los mismos con innovación, ingenio y creatividad para de esta manera seguir siendo competitivos. Sin embargo de todo los puntos positivos mencionados, también se puede identificar que existen aspectos desfavorables que en ocasiones producen inconvenientes en las entregas de pedidos, ya que los esquemas de trabajo resultan en determinados momentos limitados por la falta de control en los procesos y los tiempos en cada actividad de los mismos, comprometiendo su reconocimiento por la calidad de sus productos, por la limitada capacidad de

producción para abastecer el requerimiento del mercado.

La empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda., con el pasar del tiempo ha experimentado un crecimiento importante, lo cual le ha permitido consolidarse dentro de este sector ya que ha logrado conformar un “mercado cautivo” a nivel nacional por su alta competitividad dentro del sector de muebles modulares metálicos principalmente. Todo esto los ha llevado a ser un proveedor importante tanto para el sector público como para el sector privado, siendo partícipe de grandes proyectos que no necesariamente tienen que ver únicamente con muebles modulares; esto lo han logrado sobre la base de realizar trabajos a la medida, de buena calidad y muy funcionales, siendo innovadores al momento de crear ciertas partes y piezas, ajustándose a las normas que rigen el mercado; fortalezas que han sabido capitalizar adecuadamente frente a las debilidades mencionadas anteriormente y por las cuales se hace necesario aportar con un estudio que les permita administrar correctamente sus procesos y a la vez implementar una cultura de mejoramiento continuo.

El actual mercado exigente y desafiante, hace necesaria la estandarización de los procesos productivos con la finalidad de mantenerse y crecer dentro del mercado, por tal motivo es importante realizar un “Estudio para la estandarización de métodos de trabajo y tiempos de producción”, con lo cual se logrará estandarizar el método productivo de su principal producto (gavetas metálicas) y así poder analizar, medir y controlar dicho proceso. Igualmente es necesario determinar los tiempos estándar para la realización de las actividades en una determinada área de trabajo; esto, como aporte al mejoramiento de la producción de la empresa.

En base a lo mencionado, el objetivo general de este proyecto consiste en realizar un estudio de métodos de trabajo para simplificar las operaciones y obtener tiempos estimados de producción en la empresa de muebles modulares metálicos para oficinas “RUEDA CABRERA Cía. Ltda.”; y, a partir

de éste, establecer objetivos más específicos como el de analizar los procesos y operaciones actuales de producción, identificar los métodos actuales y los factores que afectan a la línea de producción y así plantear propuestas de mejora, realizar una estimación de tiempos a partir de los datos históricos, establecer la metodología para estandarizar los métodos de trabajo en la empresa y por último realizar un análisis de costo beneficio de la implantación de nuevos métodos.

El presente estudio se enfocará en los métodos de trabajo y tiempos de producción, el cual se llevará a cabo dentro de la empresa de muebles modulares metálicos para oficinas “RUEDA CABRERA Cía. Ltda.”, ubicada en la ciudad de Quito.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 PRODUCTIVIDAD**

La productividad es el aumento de la producción por hora de trabajo en función de los recursos empleados, la cual aumenta cuando se produce más con la misma cantidad de recursos, o cuando se logra reducir los recursos manteniendo el mismo nivel de producción, y en el mejor de los casos, reducir los recursos y aumentar la producción. Los recursos suponen una fuente de insumos cuyo gasto es necesario para llevar a cabo las actividades dentro de las organizaciones, tales como: terrenos, edificios, materiales, maquinaria, mano de obra, etc. (Adler, 2004),

Existen algunos factores que afectan a la productividad como la curva de aprendizaje que requiere de cierto tiempo para la adaptación del trabajador a una nueva tarea. El diseño del producto puede influir directamente en el aumento de la productividad siempre y cuando esté en función de la mejora continua y la estandarización de métodos, insumos, materiales, herramientas, entre otros. La mejora tecnológica siempre será un factor fundamental en las aplicaciones informáticas, de comunicación y automatización de procesos. (Chase, 2007)

El análisis de la productividad es útil ya que persigue en última instancia el aumento del rendimiento total con la consecuente reducción de costos, además permite realizar análisis comparativos con otras empresas de la misma índole, es por ello que se establece una relación entre productividad, rentabilidad y la capacidad de ser económicamente eficientes. (Nahmias, 2007)

Según el autor Labarca N. (2008) la obtención de altos niveles de productividad constituyen un propósito fundamental para la empresa. De modo que, la productividad se convierte en un indicador que da a conocer el

grado de eficiencia en el uso de los recursos así como lo es la eficacia en la consecución de los objetivos establecidos.

Cabe señalar que existen ciertos cambios continuos que ocurren en el entorno industrial donde los negocios deben estudiarse desde el punto de vista económico y práctico, éstos incluyen la globalización del mercado y de la fabricación, la estratificación de las corporaciones en un esfuerzo por ser más competitivas sin deteriorar la calidad, el incremento en el uso de computadoras en todas las facetas de una empresa y la expansión sin límite de las aplicaciones informáticas. La mejor alternativa para que una empresa o negocio crezca y aumentar su rentabilidad es aumentar la productividad.

La utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pagos de salarios, son considerados como herramientas fundamentales para el incremento de la productividad. Se debe entender que todas las áreas de una organización son terrenos fértiles para la aplicación de dichas herramientas.

En un mundo tan competitivo, las empresas buscan operar de forma más efectiva, es por ello que dirigen sus esfuerzos hacia la reducción de costos con el perfeccionamiento de la productividad. (González, 2006).

## **2.2 ESTUDIO DEL TRABAJO**

El Estudio del Trabajo es un conjunto de procedimientos para realizar una evaluación de manera sistémica de los métodos empleados al ejecutar una actividad, con el fin de establecer estándares para el incremento de la productividad. Se considera a la Ingeniería de Métodos como una herramienta poderosa para dicho análisis. (García, 2005; Niebel & Freivalds, 2009; Kanawaty, 1988).

## 2.3 INGENIERÍA DE MÉTODOS

También conocida como estudio de métodos, es una herramienta que permite conjugar los recursos económicos, materiales y humanos con el fin de lograr incrementos de la productividad en las organizaciones. Sus principios se basan en que todo proceso es susceptible de mejoras por lo tanto siempre pueden efectuarse análisis metodológicos encaminados a la eficiencia del sistema. (García, 2005; Meyers, 2000)

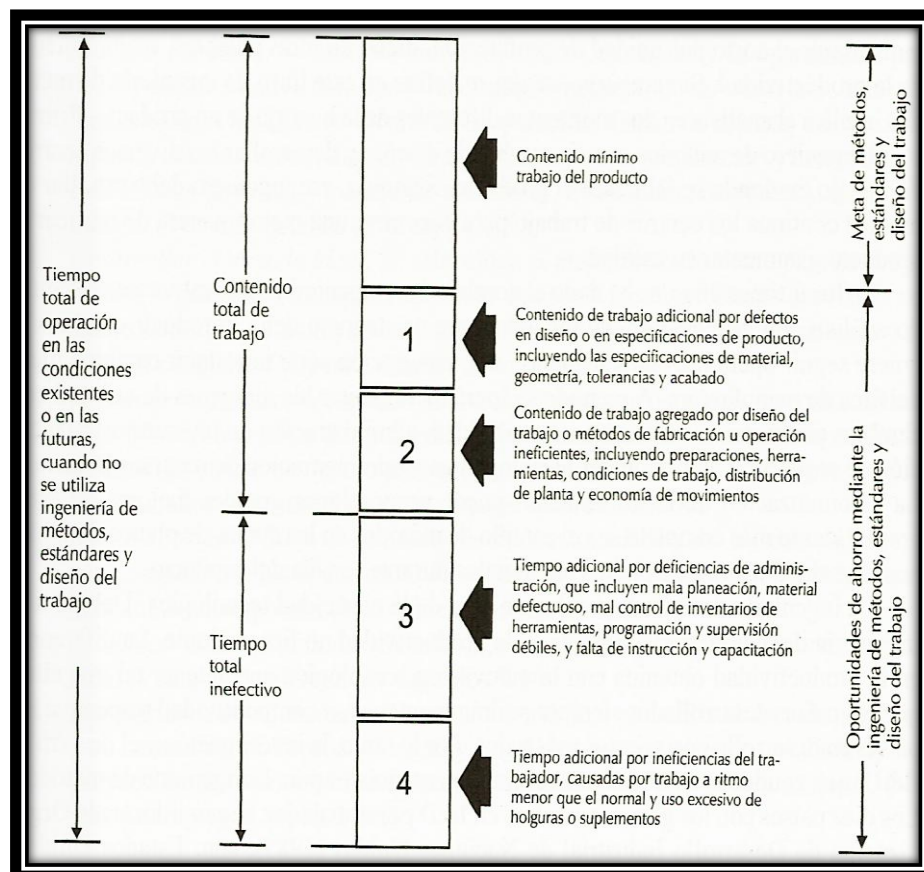
La Ingeniería de Métodos cuenta con la ventaja de no incurrir en grandes costos para la empresa, es decir, se maneja sobre los recursos que se posee al momento, reorganizando el trabajo y perfeccionando las operaciones. Gracias al enfoque sistémico que tiene la Ingeniería de Métodos, es necesario obtener todos los datos relacionados a los procesos que se llevan a cabo, de esta forma el análisis se efectúa a todo nivel logrando afianzar el concepto de productividad en la organización. (Kanawaty, 1998)

Con la aplicación de la Ingeniería de Métodos se pretende lograr una efectiva Administración de las Operaciones por medio de estándares lo cual genera alta precisión en el sistema productivo y eleva el nivel de confiabilidad para una exitosa planificación estratégica, considerando factores como: el costo de mano de obra, el número de trabajadores para la producción requerida, una estimación de tiempos antes de efectuar la producción para la toma de decisiones, determinación de las funciones de cada trabajador sobre la producción, conocimiento de lo que se está realizando por parte del administrador y el trabajador con el fin de establecer planes de salario justos y estándares para comparar la eficiencia que se logra con la experiencia histórica. (Heizer & Render, 2005; Adler, 2004)

Los autores Terán, Sánchez, & Álvarez (2009) mencionan que los aspectos mas importantes que contribuyen al mejoramiento del Departamento de

Producción en las empresas de la industria metalmecánica son determinar claramente la misión, los procedimientos para el control de la calidad, realizar estudios periódicos para analizar el recorrido y manejo de materiales y revisar los planes de producción en función de las contingencias, con lo cual aseguran una operación eficiente reflejada en un incremento de la productividad para la empresa.

La Ingeniería de Métodos se preocupa por el aumento de la productividad del trabajo, eliminando desperdicios de materiales, tiempo y esfuerzo, procurando hacer más fácil y beneficiosa cada tarea, tal como se aprecia en la Figura No 2.1 que permite estudiar los tiempos empleados para realizar el trabajo y el tiempo no productivo:



**Figura No. 2.1** Oportunidades de ahorro con la aplicación de Ingeniería de Métodos

(Niebel & Freivalds, 2009)



## **2.4 DIAGRAMAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS**

El uso de diagramas permite el análisis exhaustivo de un proceso. Permiten identificar ciertos factores que no generan valor en el producto y que limitan el flujo de producción, los cuales deben ser eliminados o reducidos en gran parte para lograr mejores resultados y disminuir los costos.

### **2.4.1 HERRAMIENTAS DE REGISTRO Y ANÁLISIS.**

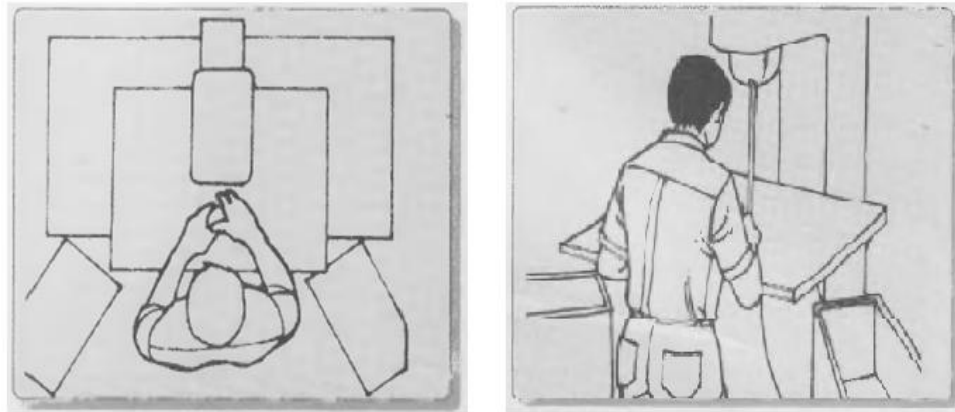
Permiten realizar un registro, análisis y evaluación de la información referente al sistema productivo y adaptar un método ideal de trabajo en función del aumento de la productividad.

Dentro de la Ingeniería de Métodos podemos encontrar los siguientes diagramas:

#### **2.4.1.1 Diagrama de estación de trabajo**

El diagrama de estación de trabajo representa el puesto de trabajo donde se realiza la operación en análisis con sus respectivas dimensiones tanto de espacio como de maquinaria, mesas de trabajo, herramientas, etc. Es decir, de todo con lo que el trabajador cuenta al momento de realizar la operación, generalmente se lo representa con una vista superior que incluye al trabajador para localizar su posición y una vista lateral, de esta forma se tiene una idea clara de las condiciones de trabajo. (García C., 2005)

La Figura No. 2.2 ilustra una representación de la vista superior y lateral de un puesto de trabajo, los cuales conforman el diagrama de estación de trabajo.



**Figura No. 2.2** Diagrama de puesto de trabajo.

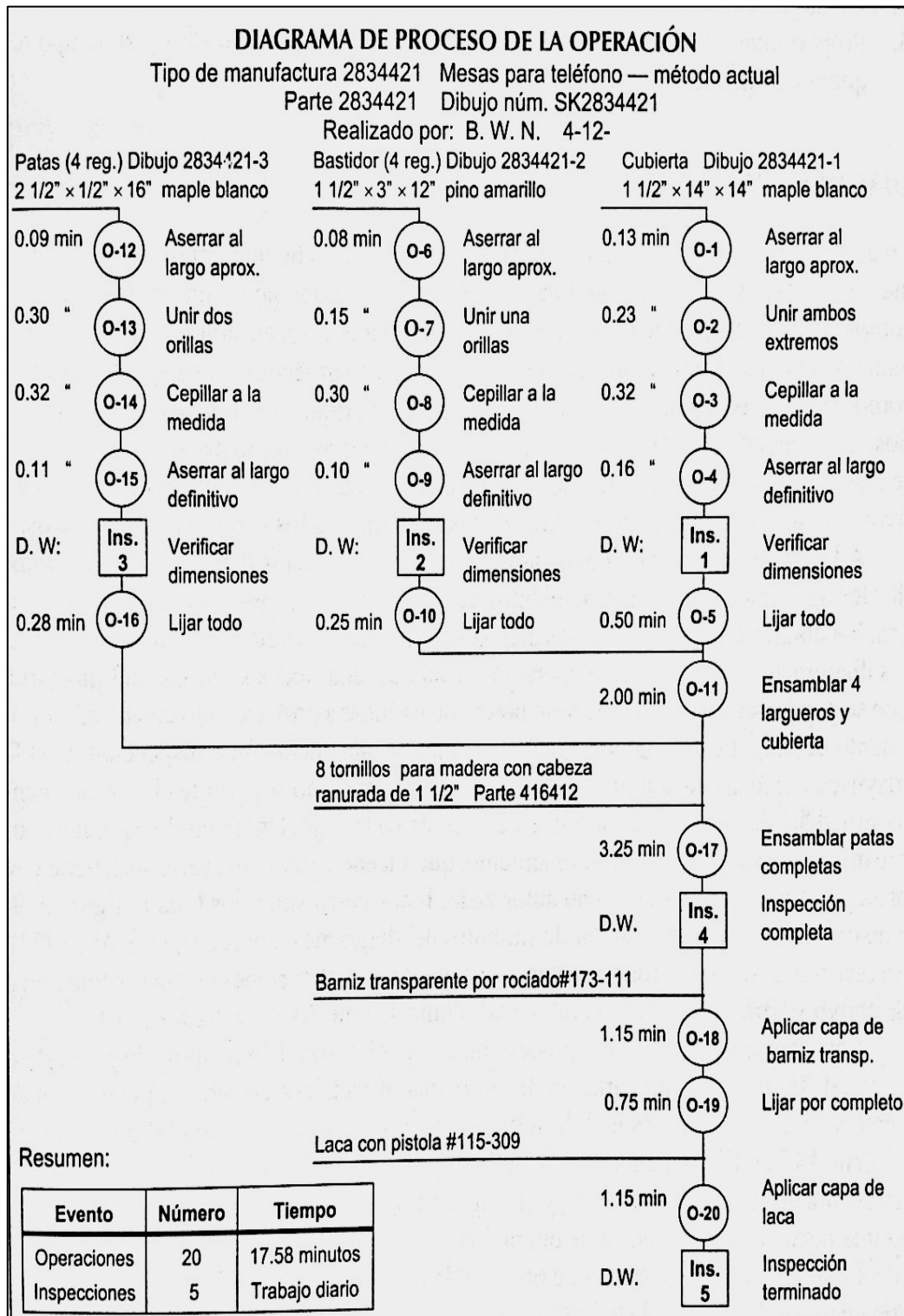
(García C., 2005)

Estas representaciones deben constar dentro de un formato con las características del lugar donde se efectúa el estudio, detalles de dimensiones y del proceso, información suficiente para poder llevar a cabo el análisis.

#### **2.4.1.2 Diagrama de operaciones del proceso.**

El diagrama de proceso operativo o de la operación, muestra de manera sistemática y en secuencia cronológica todas las operaciones, inspecciones, materiales utilizados y el tiempo total necesario para llevar a cabo un proceso de fabricación. En su construcción, se utilizan dos símbolos, un cuadrado que representa a las inspecciones que se realizan dentro de las actividades del proceso y un código con la letra "I" seguida del número de inspección en orden cronológico y un círculo que representa a las operaciones que de forma intencional transforman las materias de entrada, de la misma forma cuneta con un código conformado por la letra "O" seguida del número de operación según el orden de ejecución. También se indican detalles de ajustes, especificaciones y tolerancias. (Niebel & Freivalds, 2009)

La Figura No. 2.3. Ilustra un ejemplo del diagrama del proceso de la operación.



**Figura No. 2.3** Diagrama del proceso de la operación.

(Niebel & Freivalds, 2009)

### **2.4.1.3 Diagrama de recorrido.**

El diagrama de recorrido representa la secuencia del proceso en el plano de la distribución de la planta.

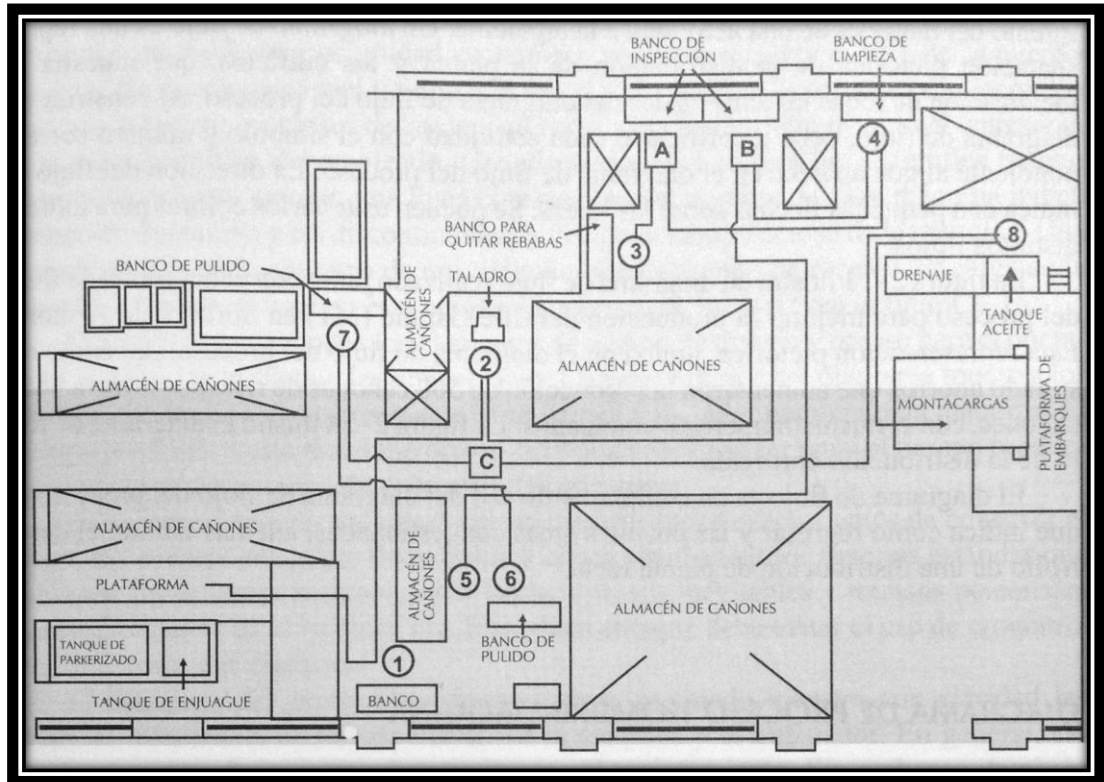
Cuando el analista va a desarrollar un nuevo método y pretende reducir un transporte, con el diagrama de recorrido tiene un modelo de cómo se distribuyen las diferentes áreas de la planta y como están ubicadas las máquinas o visualizar dónde habría sitio para agregar una instalación.

También es útil para considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo.

Para su aplicación, se toma un plano de la planta con la distribución proporcional y actualizada para ubicar en los movimientos de material mediante líneas de flujo marcadas con flechas desde una actividad hacia otra y a su vez, estas actividades estarán representadas por símbolos de operación (círculo) o transporte (flechas) y números que indiquen su orden secuencial.

El diagrama de recorrido deberá estar en un formato donde se especifiquen datos de la empresa, descripción del proceso, fecha, de haber un responsable o analista y el proceso en análisis. Posteriormente la información obtenida será registrada para futuras aplicaciones. (Niebel & Freivalds, 2009)

A continuación se muestra la Figura No. 2.4 con el diagrama de recorrido para un grupo de operaciones.



**Figura No. 2.4** Diagrama de recorrido para un grupo de operaciones.  
(Niebel & Freivalds, 2009)

#### 2.4.1.4 Diagrama de flujo del proceso.

El diagrama de flujo de proceso tiene más detalles de las actividades que se realizan, es por ello que se lo aplica a grupos de actividades y no al proceso completo en sí. Sirve para alcanzar el máximo ahorro en la producción o en procedimientos específicos. Identifica costos ocultos ya sea en distancias recorridas, demoras por espera o almacenamientos temporales y una vez que se identifican el analista puede tomar acciones para minimizarlos. (Niebel & Freivalds, 2009).

La simbología que se usa para su aplicación es la propuesta por la ASME (American Society of Mechanical Engineers / Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) y permite registrar las diferentes actividades del proceso.

Una vez registradas las actividades del proceso, se identifica si es operación (círculo), transporte (flecha), demora (letra "D" mayúscula), inspección (cuadrado) o almacenamiento (triángulo) con sus respectivos tiempos y en el caso de transportes, sus distancias. Se marca con un punto sobre el símbolo correspondiente, posteriormente se unen los puntos con líneas rectas y se especifican los resultados en el cuadro resumen.

La Figura No. 2.6 ilustra un ejemplo del flujo de proceso (material) desmontaje, limpieza y desengrase de un motor.

Cursograma analítico		Operario/Material/Equipo			
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen			
Objeto:	Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Motores de autobús usados	Operación ○	4			
	Transporte ⇨	21			
	Espera □	3			
Actividad: Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección	Inspección □	1			
	Almacenamiento ▽	1			
Método: Actual/Propuesta	Distancia (m)	237,5			
Lugar: Taller de desengrase	Tiempo (min.-hombre)	—	—	—	
Operario(s):	Costo	—			
Ficha núm. 1234	Mano de obra	—			
571	Material	—			
Compuesto: Fecha:	Total	—	—	—	
Aprobado por: Fecha:					
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo	Observaciones
En almacén de motores usados	1	—	—	○	
Motor recogido				⇨	Con grúa eléctrica
Transportado hasta grúa siguiente		24		⇨	Con grúa eléctrica
Descargado en tierra				○	
Recogido				⇨	Con grúa eléctrica
Transportado hasta taller de desmontaje		30		⇨	Con grúa eléctrica
Descargado en tierra				○	
Desmontado				□	
Piezas principales limpiadas y extendidas				□	
Inspeccionado estado de las piezas; consignar lo observado				□	
Piezas llevadas a jaula de desengrase		3		⇨	
Cargadas para llevar a desengrasar				⇨	
Transportadas hasta desengrasadora		1,5		⇨	Con grúa de mano
Descargadas en desengrasadora				○	
Desengrasadas				⇨	
Sacadas de desengrasadora				⇨	Con grúa de mano
Transportadas desde desengrasadora		6		⇨	Con grúa de mano
Descargadas en tierra				○	
Dejadas enfriar				□	
Transportadas hasta bancos de limpieza		12		⇨	A mano
Limpiadas a fondo				□	
Colocadas ya limpias en una caja		9		⇨	A mano
Esperar transporte				□	
Cargadas en carrillo las piezas salvo bloque y culatas de cilindros				⇨	
Transportadas hasta departamento de inspección de motores		76		⇨	En carrillo
Descargadas y extendidas en mesa de inspección				○	
Bloque y culatas de cilindros cargados en carrillo				⇨	
Transportados hasta departamento de inspección de motores		76		⇨	En carrillo
Descargados en tierra				○	
Depositados provisionalmente en espera de inspección				▽	
Total		237,5		○ ⇨ □ ▽	

Figura No. 2.5 Ejemplo de flujo del proceso (material) desmontaje, limpieza y desengrase de un motor.

(Kanaway, 1998)

Dentro de la Ingeniería de Métodos se puede encontrar 3 tipos de diagramas adicionales a los explicados anteriormente, aunque no serán utilizados en el presente estudio (se los pone en conocimiento) por ciertas características tales como:

- *Gráfica PERT*: se aplica para programar el tiempo de entrega de productos considerando tres estimaciones (pesimista, mas probable y optimista). De esta forma se visualiza la manera óptima de alcanzar un objetivo en términos de tiempo.
- *Diagrama de Proceso Hombre-Máquina*: se utiliza para estudiar, analiza y mejorar una estación de trabajo cuando una máquina es asignada directamente a un trabajador.
- *Diagramas de Viajes de Material*: se utiliza para solucionar problemas relacionados con la distribución de departamentos y áreas de servicio, así como la ubicación de los equipos en los diferentes sectores de la fábrica. De forma general el diagrama de viajes de material representa en forma de matriz, la dinámica del manejo de materiales entre dos instalaciones o áreas de trabajo.

## **2.5 ESTUDIO DE TIEMPOS**

Se considera al Estudio de Tiempos como una técnica de medición del trabajo que utiliza un número de observaciones para determinar con alto grado de exactitud el tiempo necesario para realizar una tarea en base a una norma de ejecución preestablecida. (Meyers, 2000)

García (2005) indica que el momento adecuado para realizar un estudio de tiempos es cuando:

- Se va a llevar a cabo una nueva operación, actividad o tarea.

- Los trabajadores no están conformes con el tiempo que se emplea para una operación.
- Se originan retrasos en ciertas actividades por ejecución lenta de actividades previas.
- Se requiere fijar los tiempos estándar para un sistema de incentivos.
- Se registran tiempos muertos en máquinas o bajos rendimientos.

También indica que los pasos básicos para la realización del Estudio de Tiempos son:

1. Preparación del estudio de tiempos: para empezar el estudio es necesario determinar qué operación se va a medir, seleccionar al trabajador que ejecute la operación considerando que debe tener una habilidad promedio, no debe oponerse al proceso de medición, no debe presentar nerviosismo y preferible elegir a un trabajador con experiencia.

Se deberá mostrar cierta actitud frente al trabajador, es decir, no debe realizar la medición en secreto, respetar las políticas de la empresa en cuanto a los derechos del trabajador y comunicar el objeto de la observación. Y por último se debe realizar un análisis de la comprobación del método lo cual consiste en verificar que las operaciones estén normalizadas.

2. Ejecución del estudio de tiempos: se debe obtener y registrar toda la información concerniente a la operación, para ello se hace uso de diagramas de ingeniería de métodos que permitan identificar la información de la operación cuando sea necesario (método, maquinaria, instalaciones, recursos, secuencia de ejecución, operador, duración, etc.).

Las operaciones deben ser analizadas y estudiadas individualmente pero de forma ordenada en cuanto a la realización del proceso.

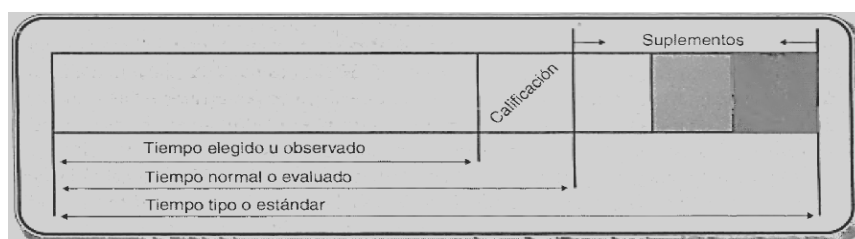


Se deberá dividir la operación en elementos siendo estos una tarea determinada por uno o varios movimientos fundamentales del operador o movimientos de una máquina, también son las fases de un proceso seleccionado y dicha división se la realiza para fines de observación y cronometraje.

Para ello se debe utilizar un formato para toma de tiempos basado en la información obtenida proveniente de los s de ingeniería de métodos.

3. Valoración: se lo realiza mediante tablas de valoración y métodos como el de nivelación. Los procesos de valoración del ritmo de trabajo pueden repercutir en el ingreso de los trabajadores, la productividad y por ende en los beneficios de la empresa.
4. Suplementos: se aplican con el fin de compensar tiempos por interrupciones ocasionales como necesidades personales, fatiga, monotonía, etc.
5. Tiempo Estándar: es el tiempo justo para realizar una operación el cual incluye el tiempo observado, tiempo normal compuesto por la valoración del ritmo de trabajo aplicado al tiempo observado y suplementos.

La Figura No 2.7. Ilustra la descomposición del ciclo de trabajo hasta llegar al tiempo estándar.



**Figura No. 2.6** Descomposición del ciclo de trabajo  
(García C., 2005)

## **2.5.1 MEDICIÓN DEL TIEMPO CON CRONÓMETRO**

Cruelles (2013) dispone que una vez registrada la información, se procede con la medición del tiempo o también llamada “cronometraje”. Los equipos utilizados para medir el tiempo son los cronómetros que tienen la función de poder ser manipulados a voluntad del operador y permiten poner en marcha, detener o empezar desde cero la medición.

También indica que existen dos métodos para la medición del tiempo:

### **1) Método de lectura con retroceso a cero**

Este método consiste en iniciar la medición conjuntamente con el inicio de la tarea o elemento y hacer una parada del tiempo en el equipo cada vez que dicha tarea o elemento termine, es decir, medir desde cero elemento por elemento y registrar los resultados en la hoja de mediciones.

- Ventajas del método de lectura con retroceso a cero:
  - Entrega de forma directa el tiempo de cada elemento, el cual sirve para ciertos cálculos en la hoja de tiempos.
  - El equipo de medición no requiere de alta tecnología por lo tanto no es costoso.
- Desventajas del método de lectura con retroceso a cero:
  - Su exactitud disminuye en cada uno de los retrocesos a cero.
  - Puede generar dudas entre los trabajadores debido a que se cuestiona la precisión para accionar el inicio de la medición por parte del analista y por ende crear desviaciones en los datos.

- Los errores que se cometen en la operación no son compensados ya que cada medición inicia desde cero.

## **2) Método continuo de lectura de reloj**

Comprende una medición del trabajo para registrar los tiempos desde que inicia la medición hasta que finaliza el último ciclo en observación. Las lecturas se realizan progresivamente y se registran en la hoja de tiempos como un tiempo acumulado. Al final se realizan las restas de los datos para obtener los tiempos de cada elemento.

- Ventajas del método continuo de lectura de reloj:
  - El analista y el trabajador pueden apreciar de forma total el tiempo empleado para esa operación.
  - No se pierde tiempo en los retrocesos, lo que genera mayor exactitud en las lecturas.
  - Los errores en las lecturas tienden a compensarse.
  - El costo del equipo es mínimo.
- Desventajas del método continuo de lectura de reloj:
  - Es necesario realizar los cálculos respectivos para determinar los tiempos de cada elemento.
  - Las lecturas deben efectuarse con mucha precisión lo cual requiere de práctica.

- Las mediciones se hacen mientras corre el tiempo para lo cual es necesaria la correcta apreciación del analista.

### **2.5.1.1 Hoja de observaciones**

La OIT propuso una hoja para realizar las observaciones donde se especifican datos de identificación del estudio que se está realizando como la fecha, número de hoja, proceso, producto o pieza, nombre del operador.

En la parte media de la hoja se especifican los elementos a analizar y cada uno de ellos cuenta con dos columnas donde se registran los tiempos. La columna del lado izquierdo con la letra “L” llevará los datos de la lectura directa del cronometro si se usa el método de lectura continua. La columna del lado derecho con la letra “T” llevará los datos obtenidos de la resta de las lecturas de la columna “L”. si se emplea el método de lectura con retroceso a cero, deberá registrarse los datos directamente en la columna “T”

En la parte derecha de la hoja se registrarán los elementos extraños a medida que ocurran y por facilidad se los identificarán con letras.

Los elementos extraños se dan cuando un evento que no pertenece al proceso ocurre afectando el tiempo aunque no se considera para el cálculo final debido a que no son elementos que siempre se presenten en la operación.

En la columna “L” de elementos extraños se encuentran dos cuadros para registrar el inicio del evento en el cuadro superior y el termino del mismo en el cuadro inferior. En la parte derecha se registra una descripción a manera de detalle. El símbolo o letra e identificación del elemento extraño se anota en el espacio “T” del elemento con el fin de indicar que a ese elemento habrá que restarle el tiempo que duro el elemento extraño cuando se calcule el tiempo total.

En la columna ubicada al lado izquierdo de la hoja aparecen los números del 1 al 20 para identificar los ciclos correspondientes. El número de ciclos a cronometrar dependerá del cálculo que realice el analista.

En la parte inferior de la hoja se registrarán datos del operador y tiempos individuales por elemento, así como factores de calificación. En la parte inferior derecha se registra el tiempo promedio, calificación de la actuación del trabajador, tiempo normal, suplementos, y Tiempo Estándar por pieza.

Para el cálculo del Tiempo Estándar por pieza se puede hacer uso de una hoja electrónica en Excel que calcule automáticamente los datos del estudio una vez que se ingresen los datos de tiempos obtenidos.

La Figura No. 2.8 Muestra un modelo de la hoja de tiempos.

Fecha del estudio: _____	Término: _____	Hoja de estudio: ciclo breve									Estudio núm.: _____
	Comienzo: _____										Hoja núm.: _____ de _____
Elemento núm.: _____	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Nombre del operario _____
De pie <input type="checkbox"/>										Ficha núm.: _____	
Sentado <input type="checkbox"/>										Observado por: _____	
Moviéndose <input type="checkbox"/>										Aprobado por: _____	
										Elementos extraños	
Ciclo núm.										Símbolo	Descripción
1										A	
2										B	
3										C	
4										D	
5										E	
6										F	
7										G	
8										H	
9										I	
10										J	
11										K	
12										L	
13										M	
14										N	
15										O	
16										P	
17										Q	
18										R	
19										S	
20										T	
Total											
Núm. de obs.											
Media											
Valoración %											
Tiempo básico											

**Figura No. 2.7** Modelo de hoja de tiempos  
(Kanawaty, 1998)

## 2.6 NÚMERO DE OBSERVACIONES

El número de observaciones a cronometrar depende de las características del proceso, se debe obtener un tiempo medio representativo proveniente de una observación preliminar, para lo cual, la OIT recomienda realizar entre 20 y 30 observaciones para ciclos largos y estos se los puede aplicar en los siguientes procedimientos:

- Fórmulas estadísticas
- Ábaco de Lifson
- Tabla Westinghouse
- Criterio de General Electric

Los métodos utilizados son:

- 1) Tabla Westinghouse, indica el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año.

La Figura No. 2.9 muestra la tabla de Westinghouse que proporciona el número de observaciones necesarias para el estudio.

CUANDO EL TIEMPO, POR PIEZA O CICLO ES:	NÚMERO MÍNIMO DE CICLOS A ESTUDIAR		
	ACTIVIDAD MÁS DE 10 000 POR AÑO	1 000 A 10 000	MENOS DE 1 000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.090 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

**Figura No. 2.8** Tabla Westinghouse  
(García C., 2005)

- 2) El criterio de General Electric establece el número de ciclos a cronometrar utilizando el ciclo en minutos.

La Figura No. 2.10 muestra la tabla del criterio de General Electric para el número de ciclos a cronometrar.

TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)	NÚMERO DE CICLOS QUE CRONOMETRAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
Más de 40.00	3

**Figura No. 2.9** Tabla Westinghouse  
(García C., 2005)

## 2.7 VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO

La valoración del ritmo de trabajo proporciona un factor de calificación de la actuación que a su vez permite determinar el tiempo normal que servirá para el cálculo del Tiempo Estándar.

La calificación de la actuación establece equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea. Entendemos por operador normal al operador competente y altamente experimentado, a un ritmo medio, ni muy acelerado, ni muy pausado.

No existe un método aceptado universalmente para calificar la actuación del trabajador ya que es relativo al observador, sin embargo este método da como resultado un valor que se asemeja a la realidad. (Caso Neira, 2006)

### **2.7.1 REQUISITOS DE UN BUEN SISTEMA DE VALORACIÓN**

El requisito más importante es la exactitud, esta característica determina que tan acertado al valor real está el análisis de valoración del ritmo de trabajo, como se mencionó anteriormente, está sujeta al juicio del analista.

Habrà de tener un procedimiento estandarizado del método de valoración con el fin de mantener una desviación de más o menos 5% de tolerancia cuando se requiera evaluar al resto de trabajadores. Se debe considerar que una injusta evaluación romperá la confianza entre el trabajador y el analista.

En la ejecución del estudio deberá realizarse la valoración de la velocidad, la destreza, la esencia de movimientos falsos, el ritmo, la coordinación y la eficacia. Una vez que se ha obtenido y registrado la actuación, debe permanecer hasta el final del estudio. (Meyers, 2000)

### **2.7.2 MÉTODO DE CALIFICACIÓN**

Para la valoración de la actuación del trabajador se utilizará el método de nivelación.

#### **2.7.2.1 Método de Nivelación**

Dentro de este método se considera cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

- La *habilidad* se define como “el aprovechamiento al seguir un método dado”. El analista deberá evaluar entre: habilísimo, excelente, bueno,



medio, regular, malo. Estos factores se convierten en valores de porcentaje entre 15% y -22%.

- El *esfuerzo* se define como “una demostración de la voluntad, para trabajar con eficiencia”, depende de la velocidad con que se la efectúa y el operador tiene un alto grado de control sobre ella. Se lo evalúa entre excesivo, excelente, bueno, promedio, regular y deficiente. Sus valores en porcentaje van de 13% a -17%
- Las *condiciones* son “aquellas circunstancias que afectan solo a al operador y no a la operación”. Como ejemplo tenemos el ruido, temperatura, ventilación, alumbrado, entre otros. De darse el caso de mal uso de herramientas o algún material en mal estado, no debe considerarse como un factor que afecte al estudio de tiempos ya que no son eventos que ocurren siempre o se los puede evitar. Las condiciones se evalúan como ideales, excelente, buena, promedio, regulares y malas. Sus valores en porcentaje van de 6% hasta -7%
- La *consistencia* “es el grado de variación de los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media”, está en función de la naturaleza de las operaciones y la habilidad y esfuerzo del operador. Se evalúa como perfecto, excelente, buena, promedio, regulares y deficientes. Sus valores en porcentaje van desde 4% hasta -4%. (Meyers, 2000)

La Figura No. 2.11 ilustra las características de los grados de habilidad en conjunto con sus valores numéricos equivalentes.

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1		+0.13	A1	
+0.13	A2	Habilísimo	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1		+0.10	B1	
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1		+0.05	C1	
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
-0.00	D	Promedio	+0.00	D	Promedio
-0.05	E1		-0.04	E1	
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.15	F1		-0.12	F1	
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+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

**Figura No. 2.10** Característica de nivelación de los Métodos de Trabajo.  
(García C., 2005)

### 2.7.3 COMO VALORAR LA ACTUACIÓN DEL TRABAJADOR

Para establecer un factor a cada elemento o uno solo para todo el estudio, hay que considerar los siguientes factores: (Meyers, 2000)

- Cuando el tiempo de cada uno de los elementos es corto, siempre debe fijarse un factor global para todo el estudio.
- Cuando el tiempo de cada uno de los elementos es largo, puede fijarse un factor individual a cada uno.

- Cuando el trabajador efectúa una operación en la cual se incluyen elementos nuevos para él, mientras que está muy familiarizado con los otros, es necesario fijar un factor individual a cada elemento.
- Siempre que sea posible es preferible fijar un factor global a todo el estudio.

## **2.8 SUPLEMENTOS**

Los suplementos que dispone la OIT, que se asignan a un estudio de tiempos, son valores que dependen del tipo de trabajo, el analista evalúa dichas condiciones y agrega un porcentaje al tiempo normal para el cálculo del Tiempo Estándar. Existen tres tipos de suplementos:

1. Suplementos por retrasos personales, pueden darse al beber agua o como necesidades personales. Este tipo de suplementos se concederán siempre como una base mínima constante.
2. Suplementos por retrasos por fatiga, todos los trabajadores se ven afectados.
3. Suplementos por retrasos especiales, que incluye:
  - Demoras debidas a elementos contingentes poco frecuentes.
  - Demoras en la actividad del trabajador provocadas por supervisión.
  - Demoras causadas por elementos extraños inevitables, concesión que puede ser temporal o definitiva.

Cuando se realiza el estudio de tiempos en la fase de medición, no se consideran tiempos por necesidades personales o demoras inevitables en general, es por ello que se justifican mediante suplementos.

Los tiempos agregados por suplementos o tolerancias se aplican para cubrir demoras propias del trabajo y serán diferentes de un estudio a otro.

La Figura No.2.12 Muestra los valores de Suplementos

Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de organización"			
Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.			
1. Suplementos constantes		Hombres	Mujeres
Suplementos por necesidades personales		5	7
Suplementos base por fatiga		4	4
2. Suplementos variables			
		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie		2	4
B. Suplemento por postura anormal			
Ligeramente incómoda		0	1
Incómoda (inclinado)		2	3
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			
Peso levantado por kilogramo			
2.5		0	1
5		1	2
7.5		2	3
10		3	4
12.5		4	6
15		5	8
17.5		7	10
20		9	13
22.5		11	16
25		13	20 (máx)
30		17	—
33.5		22	—
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0
Bastante por debajo		2	2
Absolutamente insuficiente		5	5
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)			
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de - Suplemento			
Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)			
16			0
14			0
12			0
10			3
8			10
6			21
5			31
4			45
3			64
2			100
F. Concentración intensa		Hombres	Mujeres
Trabajos de cierta precisión		0	0
Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	5
G. Ruido.			
Continuo		0	0
Intermitente y fuerte		2	2
Intermitente y muy fuerte		5	5
Estridente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo		1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4
Muy complejo		8	8
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono		0	0
Trabajo bastante monótono		1	1
Trabajo muy monótono		4	4
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido		0	0
Trabajo aburrido		2	1
Trabajo muy aburrido		5	2

**Figura No. 2.11** Valores de Suplementos  
(Kanawaty, 1998)

## **2.9 TIEMPO ESTÁNDAR**

También llamado Tiempo Tipo, es el tiempo necesario para realizar una tarea, el cual consta de: el tiempo observado básico de la tarea, el tiempo normal o evaluado para ser nivelado y finalmente suplementos. (Caso Neira, 2006)

En la Figura 2.7 se describió la descomposición del ciclo de trabajo y se aprecia claramente el Tiempo Estándar y los factores que lo componen.

El cálculo de los tiempos sirve para determinar la cantidad de operarios que se requieren para el proceso, establecer planes de trabajo, determinar y controlar los costos de mano de obra. También influye sobre la planificación y control de la maquinaria y el producto. (Argote, Velasco & Paz, 2007; (Martínez, Montoya, Vélez, & Oliveros; 2005)

Para llegar a determinar el Tiempo Estándar se calcula el Tiempo Normal compuesto por el tiempo observado mas el valor de porcentaje de valoración del ritmo de trabajo sobre ese tiempo, una vez obtenido el Tiempo Normal se agrega el porcentaje de suplementos calculado y se obtiene el Tiempo Estándar.

## **2.10 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO**

Es una técnica utilizada para evaluar un proyecto, consiste básicamente en comparar los costos de inversión del proyecto y los beneficios que se generen, con ello se pretende tomar la mejor decisión en función del análisis del rendimiento económico de una actividad.

Es importante evaluar todos los recursos que intervienen en el proceso de manufactura de un producto sin descartar los costos de suministros utilizados durante la fabricación, así también se deben identificar los

beneficios que posteriormente serán representados en valores monetarios con el fin de identificar la rentabilidad del proyecto.

El fin de esta evaluación radica en medir el impacto que genere la ejecución o no de un proyecto. (Baca Urbina, 2010)

## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1 LA EMPRESA**

La empresa “RUEDA CABRERA Cía. Ltda.” tuvo sus inicios operacionales en el año 1985 como “Guimetal”, en sociedad de los hermanos Telmo y Mario Rueda, quienes empezaron fabricando un sistema de rieles para cajones metálicos, alquilando maquinaria y subarrendando un local para sus actividades, ya que prácticamente con lo único que contaban en ese momento, eran sus conocimientos en parte heredados ya que la familia se había dedicado por generaciones a laborar en el sector metalmecánico y por otra parte adquiridos a través de su investigación y preparación en esta área; a esto se debe añadir sus inmensos deseos de emprender.

Claros en su visión y como parte de su éxito en una primera fase fue el hecho de que tenían que capitalizar recursos económicos para salir adelante, reinvertiendo sus ganancias; producto de lo cual lograron adquirir sus primeras máquinas y así poder fabricar una gama más amplia de productos para amoblar oficinas como gavetas, archivadores y accesorios para complementar estos espacios.

Por varios motivos, Telmo Rueda y Mario Rueda deciden separarse como socios, pero para ese entonces ya habían logrado obtener un local propio y maquinaria especializada para sus fines, quedándose Telmo Rueda con estas últimas y Mario Rueda con el local. Es ahí cuando Mueble Partes inicia un período de crecimiento con varios empleados ya experimentados en la operación de dicha maquinaria, por lo que se decidió ampliar aún más la gama de productos, empezando además con la fabricación de perfilería para paneles modulares.

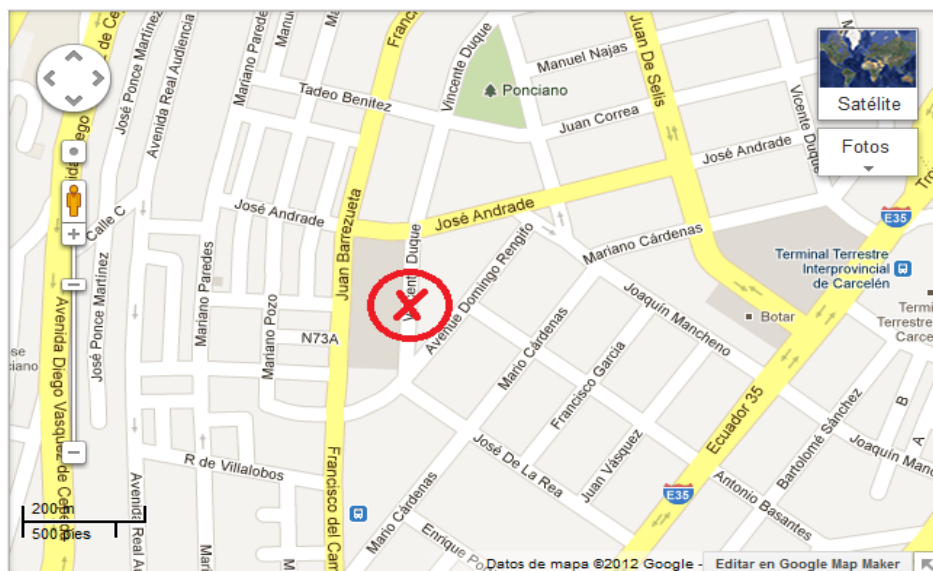
La empresa ha logrado una gran ventaja competitiva debido a su particular característica de ser innovadores en la fabricación de partes y piezas para

mobiliario de oficinas que a su vez son diseñadas en programas computarizados.

En el año 2009 se realizó un proceso de reestructuración, nombrando a Mueble Partes como compañía limitada (RUEDA CABRERA Cía. Ltda.) y categorizada dentro de las pequeñas empresas del sector; que en la actualidad sigue bajo la administración de Telmo Rueda como principal pero con el apoyo y la colaboración de sus hijos (Andrés y Leonardo Rueda) y dos de sus hermanos (Álvaro y Raúl Rueda).

El Jefe de Producción, Ing. Álvaro Rueda, planifica la producción diaria con base en los datos históricos y a su vez controla que se realice lo programado, sin embargo no se lleva un registro detallado de las actividades de cada proceso ni sus tiempos.

La empresa se encuentra ubicada en la dirección: Vicente Duque N43-123 y Domingo Rengifo, Carcelén Industrial (Quito-Ecuador), código postal 170144. Ver Figura No. 3.1



**Figura No. 3.1** Croquis de la empresa



## **3.2 ANÁLISIS OPERATIVO Y COMERCIAL**

A continuación se detalla el portafolio de productos, descripción del producto estrella, segmentación del consumidor, identificación de la competencia y el posicionamiento en el mercado.

### **3.2.1 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS**

La empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda., fabrica y vende:

- Faldones: Son las coberturas que se pone a los escritorios en la parte frontal e inferior.
- Gavetas: Compuestas por cuerpos con cajones.
- Archivadores: Son muebles que se usan para almacenar carpetas.
- Especiales: Son los accesorios de oficina como basureros o papeleras.
- Perfilería: Son accesorios que unen las divisiones entre ambientes que usan las oficinas.

### **3.2.2 DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO ESTRELLA**

El producto estrella de RUEDA CABRERA Cía. Ltda. es la gaveta metálica, de la cual se produce en promedio 400 mensuales. Las gavetas son muebles que constan de dos cajones, uno pequeño llamado lápiz, y uno grande llamado archivo. Son muy útiles como soporte, bajo la mesa de trabajo.

### **3.2.3 SEGMENTACIÓN DEL CONSUMIDOR**

El segmento más importante de la empresa son los consumidores industriales: Contratistas (estatales o privadas) y constructoras quienes

buscan adecuar un espacio de oficina, dichas empresas se encuentran en las principales ciudades de la sierra ecuatoriana.

### **3.2.4 PRINCIPALES PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA**

- Mundo Metales. – proveedores de láminas acero.
- CESA Cerraduras Ecuatorianas S.A. – proveedor de cerraduras.
- Dishierros – proveedor de láminas de acero.
- Representaciones Acaza. – proveedores de productos abrasivos.
- Plastibill. – proveedores de niveladores y tiraderas de plástico.

### **3.2.5 POSICIONAMIENTO EN EL MERCADO**

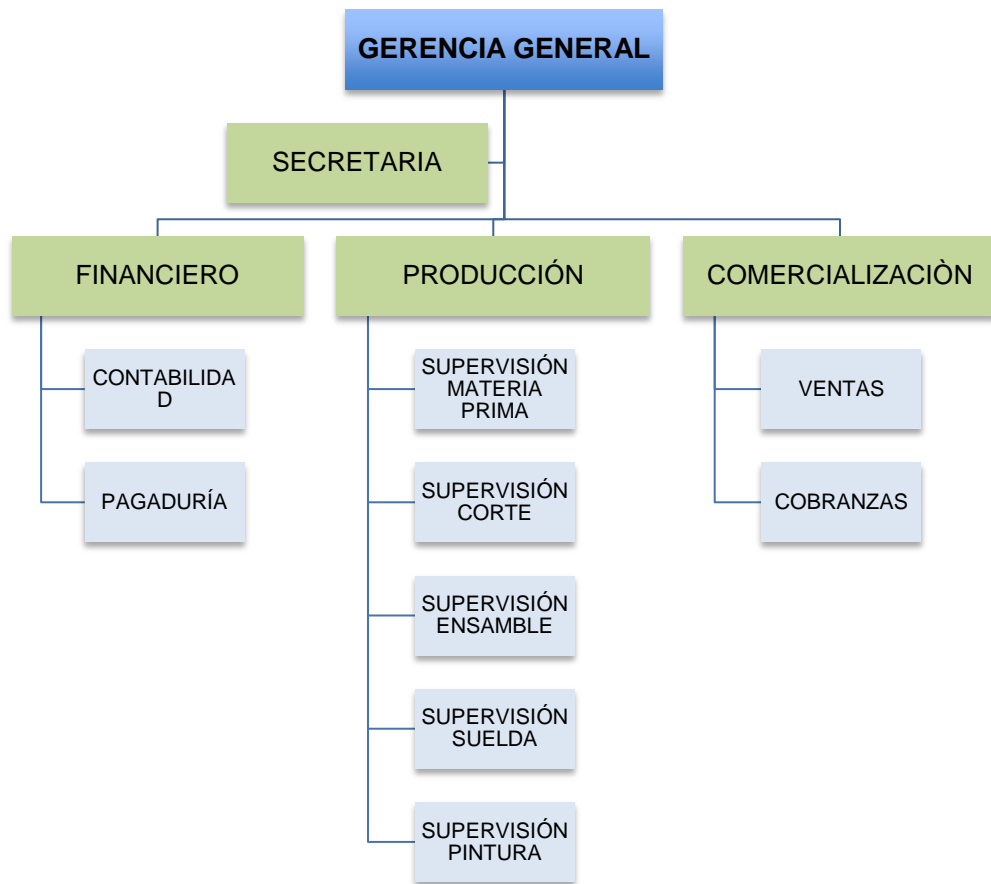
La empresa es conocida en el mercado por fabricar productos de calidad y duraderos, diferenciándola además del resto de fabricantes por su trato con los clientes y el cumplimiento puntual con sus proveedores. (Revista Líderes, 2012).

## **3.3 PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA**

La empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. plantea su planificación estratégica en función del cumplimiento de sus objetivos y metas.

La estructura de la empresa está conformada de los siguientes niveles: directivo, asesor, apoyo y operativo, tal como se muestra en el siguiente organigrama:

La Figura 3.2 muestra el organigrama estructural de la empresa.



**Figura No. 3.2** Organigrama Estructural  
(Empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda.)

- **Visión**

“Ser reconocidos como la mejor empresa de fabricación de productos diferenciados y de alto valor agregado en el Ecuador, con niveles de servicio y programas de producción que satisfagan las expectativas de nuestros clientes.”

- **Misión**

“Trabajar con dedicación en la fabricación de todos nuestros productos con un nivel de primera calidad, pensando en satisfacer las necesidades de nuestros consumidores.”

## - Principios y valores

“La empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. se caracteriza por tener un alto nivel de calidad. Los principios se basan en usar materia prima sin defectos y la correcta maquinaria, además de capacitar a la mano de obra. Somos muy meticulosos en seguir los principios de la norma de calidad ISO 9001-2008, entregamos nuestros pedidos a tiempo, y nuestra logística de inventario está siempre actualizada.”

“Por otro lado nuestros valores se pueden describir como: honestidad, puntualidad, eficiencia, competitividad, responsabilidad social y creatividad.”

### **3.4 LÍNEA ACTUAL DEL PROCESO**

La empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. cuenta con una línea de proceso basada en pedidos de sus clientes. Si bien es cierto la tendencia es mantener una producción en línea, pues esto no siempre se cumple al 100% debido a que las dimensiones de las diferentes instalaciones varían una de la otra y los productos deben adaptarse así como sus procesos.

Para el presente estudio se toma el proceso de fabricación de la gaveta metálica a la cual se aplicará el estudio de métodos.

#### **3.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.**

La materia prima es ingresada y verificada en función de la calidad y cantidad. Pasa a ser registrada en el inventario de materiales en stock.

Conforme se requiera, la materia prima es solicitada mediante una orden de pedido para posteriormente ser procesada. Para el proceso de fabricación de una gaveta metálica, se utiliza una lámina de acero de 0,7mm de grosor con un peso de 16,1 kg cada una y dimensiones de 2,44m x 1,22m. Como

dato adicional proporcionado por el Jefe de Producción, el lote óptimo de producción es de 200 gavetas y son despachadas en dos semanas laborables (14 días calendario) a partir del inicio de su fabricación.

La materia prima es transportada por cuatro trabajadores hacia la mesa de corte junto a la máquina punzonadora la cual es operada por un trabajador que realiza el proceso de punzonado que consta de dos etapas (primer y segundo punzonado), conforme las láminas terminan el ciclo de punzonado son colocadas en la mesa de trabajo 1, una vez terminado el primer punzonado se procede a cambiar el punzón (1 minuto) para dar el segundo punzonado y luego pasar nuevamente a la mesa de corte donde fueron transportadas inicialmente. Tres trabajadores utilizan tijeras para láminas metálicas y separan las diferentes piezas. El proceso de corte se lo realiza lámina por lámina y se lo hace mientras la máquina realiza el segundo punzonado, con lo cual la finalización del proceso de punzonado y el proceso de corte terminan relativamente a la misma hora.

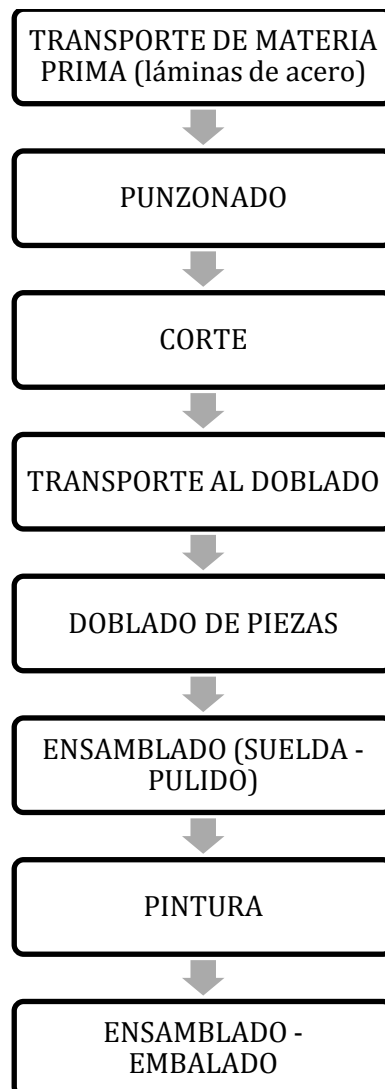
Conforme se obtienen las piezas, un lote es trasladado por dos personas en un coche metálico hacia la máquina dobladora en la cual el producto va tomando forma, en el proceso de doblado pueden intervenir hasta 3 trabajadores (dependiendo de la planificación del jefe de producción) por las dimensiones de la máquina.

Posteriormente las piezas llegan al proceso de ensamble donde 4 trabajadores en diferentes estaciones las sueldan, formando el cuerpo de la gaveta y los cajones para ser pulidos posteriormente.

Una vez armadas las piezas y verificadas de no tener defectos, pasan al proceso de pintura donde son desengrasadas mediante ácidos, secadas naturalmente y una vez secas pasan a ser cubiertas con pintura electrostática en polvo, colgadas y finalmente horneadas. En este proceso intervienen 7 personas.

Una vez que el producto es horneado y este se ha enfriado, pasa a bodega para agregar ciertos materiales indirectos (niveladores, cerraduras y manijas) y se procede al embalaje, almacenamiento y conteo del producto terminado para luego ser despachado. Este proceso lo realizan 3 personas. Ver Anexos 2-12 del proceso de elaboración de gavetas metálicas.

En la Figura No. 3.3 se muestra de forma general el proceso productivo de las gavetas metálicas, información proporcionada por el Jefe de Producción en la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda.



**Figura No. 3.3** Proceso productivo de la gaveta metálica en la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda.

### **3.5 ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS DE TRABAJO**

Para la estandarización de métodos de trabajo en la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. se usaron diagramas adecuados a los tipos de procesos y que también sirvieron como fuente la información necesaria (procesos y sus elementos, tiempos de cada elemento, distancias, rutas, materiales, herramientas y secuencia cronológica de actividades) para estandarizar el método de aplicación del estudio de tiempos, tales como:

- Diagrama de estación de trabajo.
- Diagrama de recorrido.
- Diagrama de operaciones del proceso.
- Diagrama de flujo de proceso.

Para demostrar la aplicación práctica de los diagramas mencionados, se los empleó en el proceso de fabricación de la gaveta metálica por ser el producto estrella. Además se tomó como base la información de datos históricos.

La información obtenida después de la aplicación de los diagramas sirvió para la “comprobación el método de trabajo” dentro de la metodología del estudio de tiempos.

La Tabla No. 3.1 muestra los tiempos del proceso de fabricación de la gaveta metálica con los tiempos en minutos para una unidad de producción y que sirvieron para estandarizar el proceso mediante los diagramas mencionados.

**Tabla No. 3.1** Tiempos históricos del proceso de fabricación de la gaveta metálica.

FABRICACIÓN DE LA GAVETA METÁLICA			
Cod.	PROCESO	TIEMPO	CANT.
		Min	Unidades
01	Punzonado	12	1
02	Corte	3	1
03	Doblado	11	1
04	Ensamblado suelda	19	1
05	Pintado	57	1
06	Ensamblado y embalado	14	1
		TOTAL	116
			1

La información de la Tabla No. 3.1 se aplicó en los siguientes diagramas:

### 3.5.1 DIAGRAMA DE ESTACIÓN DE TRABAJO

El diagrama de estación de trabajo muestra una vista superior y una vista lateral del puesto de trabajo con los equipos, maquinaria, materiales, herramientas, etc. que el trabajador necesite para realizar sus actividades.

Adicionalmente se detallaron las dimensiones del puesto de trabajo como espacios entre máquinas y mesas de trabajo.

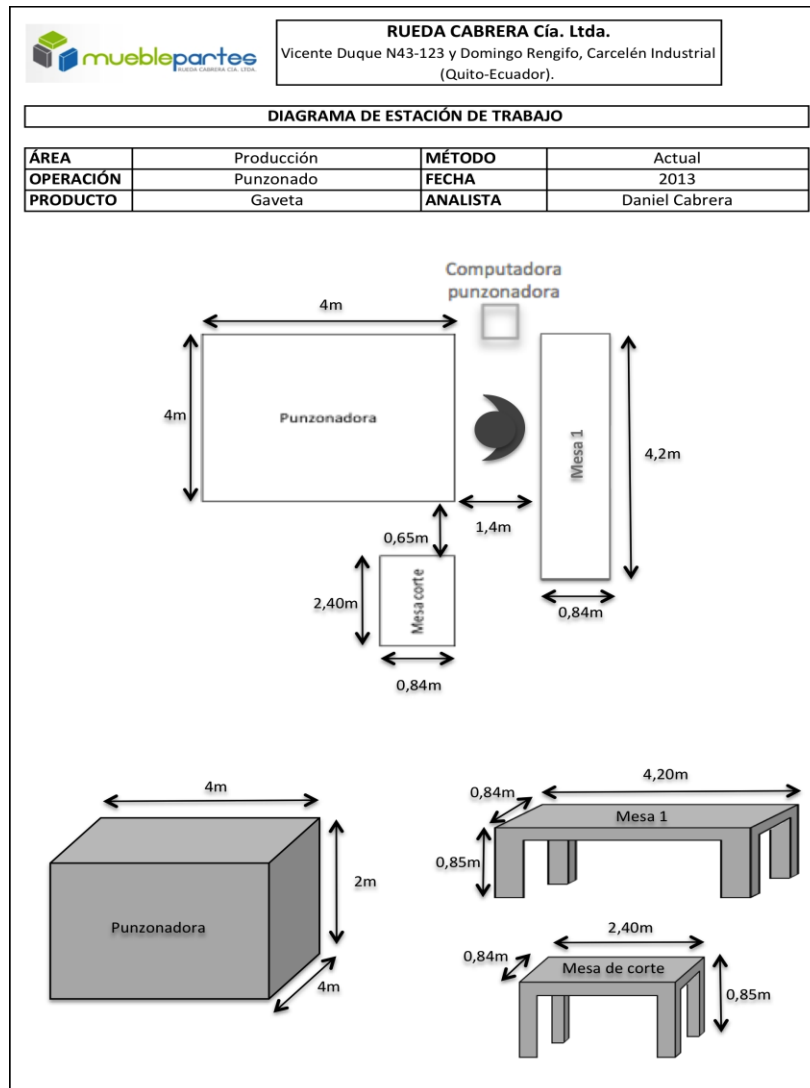
Una vez que se obtuvo la información de los puestos de trabajo, se procedió a crear un modelo que permitió visualizar el lugar donde el trabajador desempeña su función, de esta forma se documentó dicha información para futuras aplicaciones que la empresa requiera.

Para la elaboración de los diagramas de estación de trabajo se usó un formato con: identificación de la empresa, título del diagrama, método (actual



o propuesto), fecha de elaboración, área donde se lleva a cabo la actividad, operación bajo análisis, producto en elaboración y analista.

La Figura No. 3.4 muestra los detalles de la estación de trabajo del proceso de punzonado para gavetas.



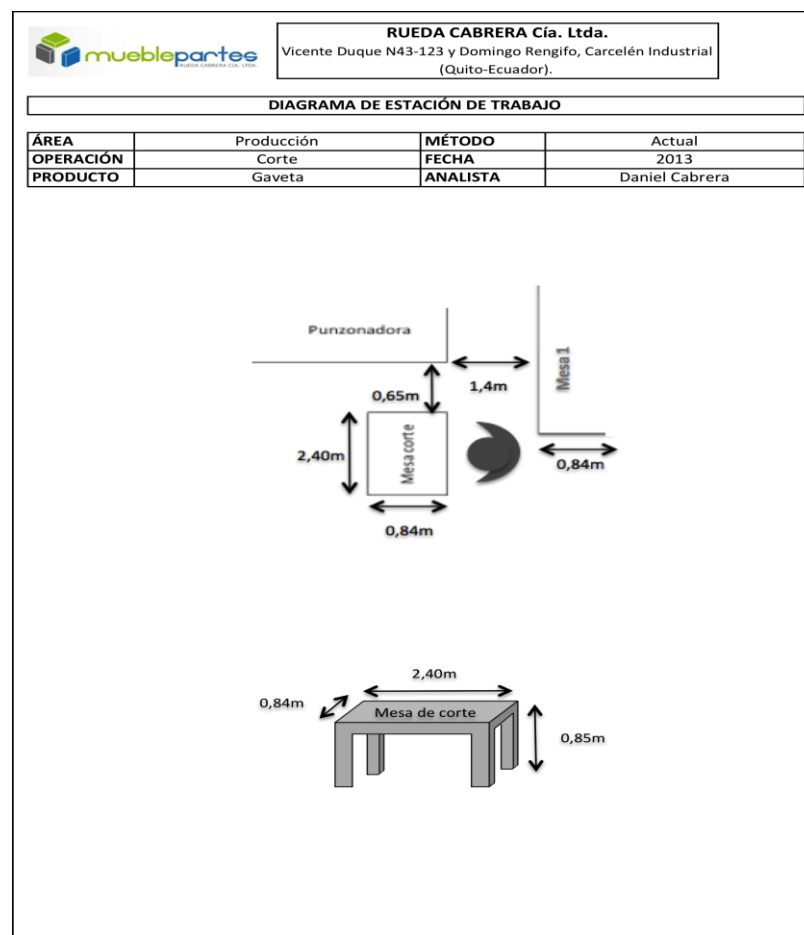
**Figura No. 3.4** Diagrama de Estación de trabajo del proceso de punzonado.

El proceso de punzonado lo realiza un trabajador cuya función es mover y colocar la lámina de acero y accionar el punzonado. La máquina utilizada es una punzonadora Euromac autoindex ZX 1250/30 y tiene una capacidad de

presión de 30 toneladas con una profundidad de 1250 mm (eje Y) para punzonar.

Adicionalmente se usan dos mesas para este proceso, la mesa 1 (0,85m x 0,84m x 4,20m) y la mesa de corte (0,85m x 0,84m x 2,40m). Y están diseñadas para soportar un peso aproximado de 3220 kg equivalente a 200 láminas de acero de 0,7mm. La distancia entre la máquina punzonadora y la mesa 1 es de 1,4m y entre la máquina punzonadora y la mesa de corte de 0,65m.

La Figura No. 3.5 muestra los detalles de la estación de trabajo del proceso de corte.

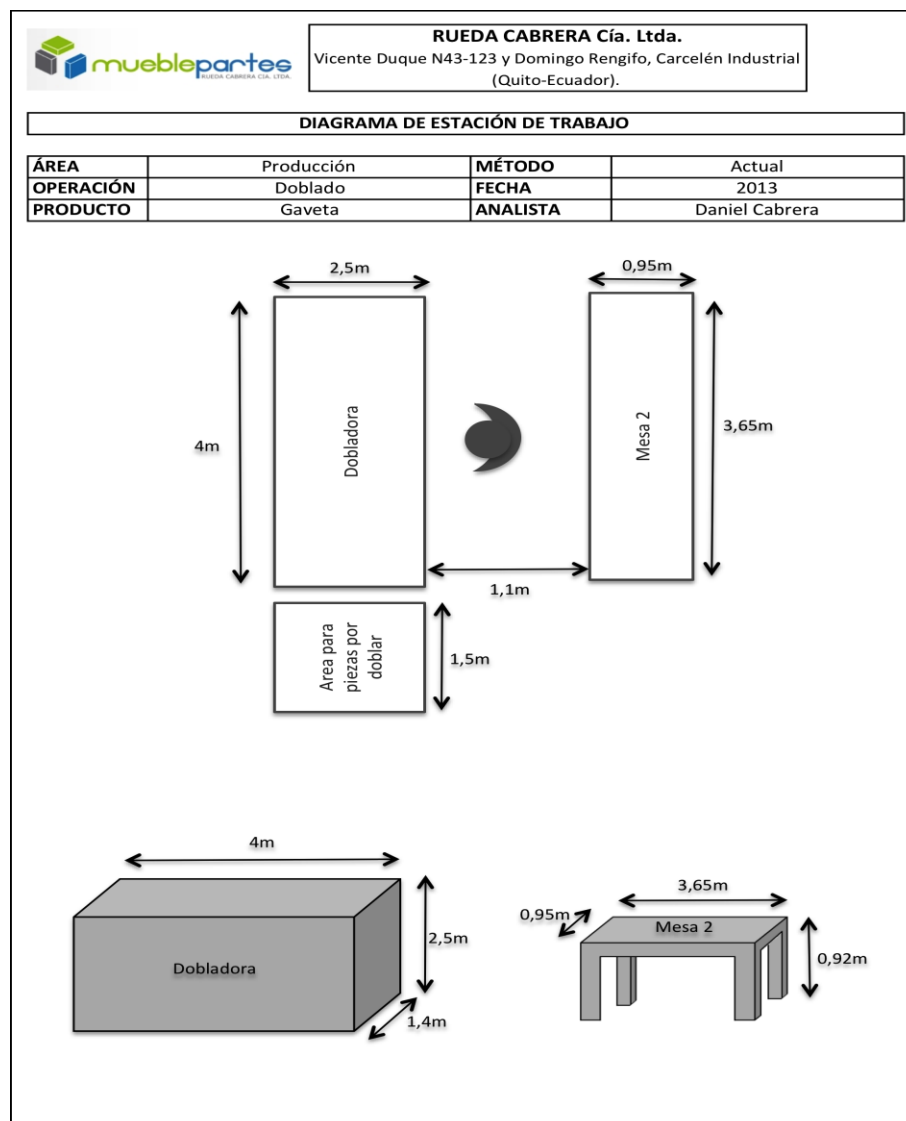


**Figura No. 3.5** Diagrama de Estación de trabajo del proceso de corte.

En el proceso de corte se remueven las piezas de la lámina de acero punzonadas y posteriormente son apiladas. Para este proceso se utilizan tijeras para láminas de metal.

Se usa una mesa para este proceso, la mesa de corte (2,4m x 0,85m x 0,84m). La distancia entre la máquina punzonadora y la mesa de corte es de 0,65m.

La Figura No. 3.6 muestra los detalles de la estación de trabajo del proceso de doblado para gavetas.

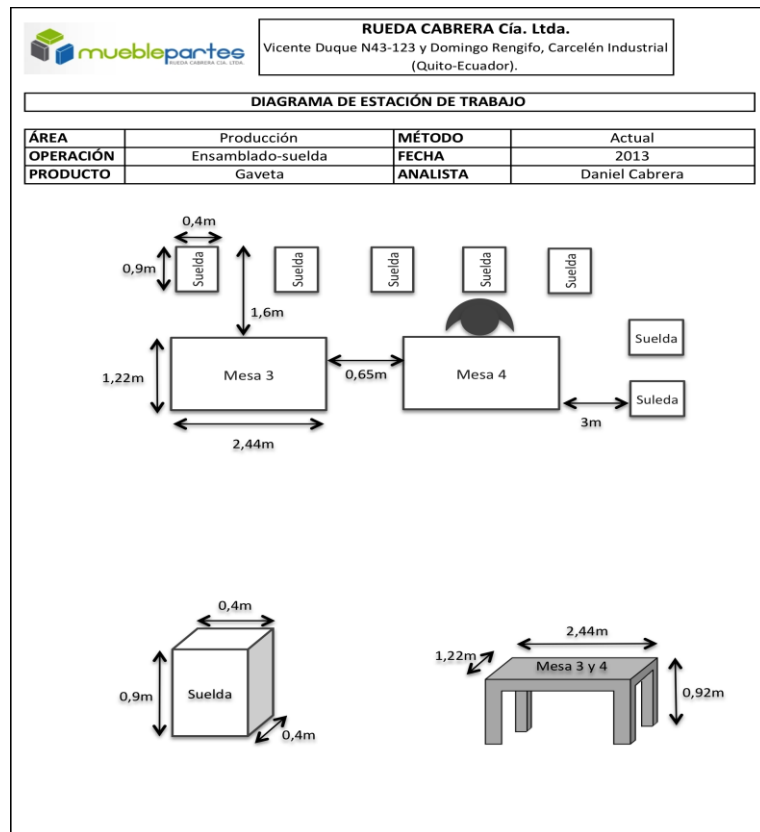


**Figura No. 3.6** Diagrama de Estación de Trabajo del proceso de doblado.

En este proceso se da forma al cuerpo de la gaveta, al cajón tipo lápiz y al cajón tipo archivo. Esto se lo realiza en la máquina dobladora Gasparini Synchronize P135 105 con una capacidad de presión de 105 toneladas.

Se utiliza la mesa 2 de trabajo cuyas dimensiones son 0,92m x 0,95m x 3,65m. Entre la máquina dobladora y la mesa 2 hay una distancia de 1,1m y un espacio en la parte izquierda de la máquina de 1,5m x 2,5 para las piezas por doblar.

La Figura No. 3.7 muestra los detalles de la estación de trabajo del proceso de ensamblado-suelda.



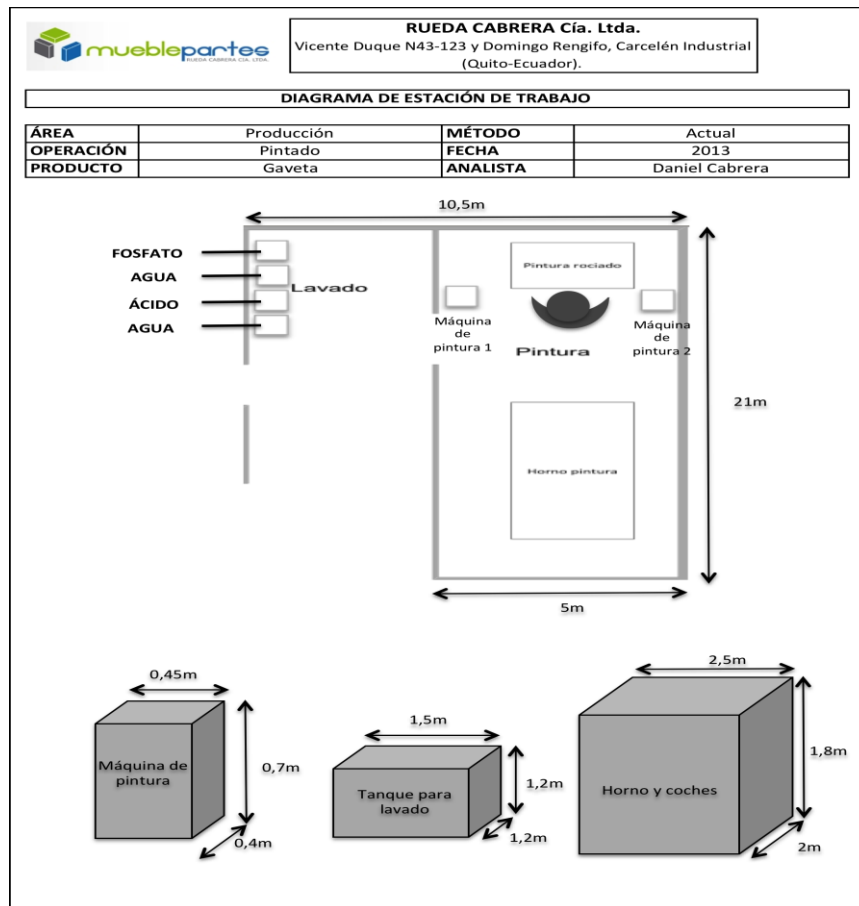
**Figura No. 3.7** Diagrama de Estación de Trabajo del proceso de ensamblado-suelda.

El proceso de ensamblado-suelda lo realizan cuatro trabajadores cuya función es unir las piezas dobladas con suelda MIG y suelda de punto. Una

vez soldadas las piezas son pulidas con una máquina pulidora accionada con aire a presión.

Adicionalmente se usan dos mesas para este proceso, la mesa 3 y 4 (2,44m x 0,92m x 1,22m). En el extremo de la planta, entre la pared y las mesas hay una distancia de 1,6 metros, entre cada mesa hay una distancia de 0,65 metros. Las máquinas soldadoras tienen dimensiones de 0,4m x 0,9m x 0,4m.

La Figura No. 3.8 muestra los detalles de la estación de trabajo del proceso de pintado.



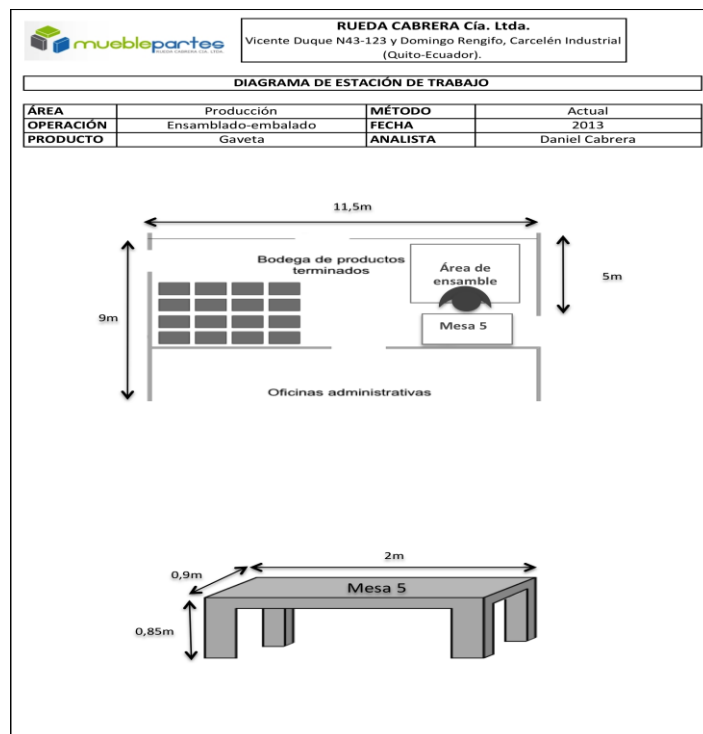
**Figura No. 3.8** Diagrama de Estación de Trabajo del proceso de pintado.

El proceso de pintado lo realizan siete trabajadores cuya función es desengrasar las piezas soldadas, para ello utilizan 2 recipientes con agua, 1

recipiente con ácido y un recipiente con fosfato, de 1,5m x 1,2m x 1,2m de dimensiones. Otra de las funciones es rociar con pintura de polvo electrostático a las piezas desengrasadas y secadas al natural, para ello se utilizan dos máquinas rociadoras de pintura en polvo. Y por último el horneado de las piezas que se realiza en una cabina conformada por dos coches a los extremos y un horno en el centro, los coches contienen a las piezas que serán horneadas. Las dimensiones del horno y los coches son de 7,5m x 1,8m x 2m.

Una vez horneadas las piezas, son enfriadas al natural antes de pasar al último proceso de ensamblado-embalado.

La Figura No. 3.9 muestra los detalles de la estación de trabajo del proceso de ensamblado-embalado.



**Figura No. 3.9** Diagrama de Estación de Trabajo del proceso de ensamblado-embalado.

El proceso de ensamblado-embalado lo realizan tres trabajadores cuya función es agregar cerraduras, niveladores y manijas a la gaveta armada. Una vez lista la gaveta metálica se la recubre con cartón corrugado y se la envuelve con plástico para embalaje.

Una vez embalada la gaveta metálica es apilada en la bodega de productos terminados y se inspecciona la cantidad de las mismas.

### **3.5.2 DIAGRAMA DE RECORRIDO**

Para su aplicación, fue necesario un plano del lugar en donde se efectuó el proceso seleccionado. En el plano deben estar representados los objetos permanentes como muros, columnas, escaleras, etc., y también los semipermanentes como hacinamientos de material, bancos de servicio, etc.

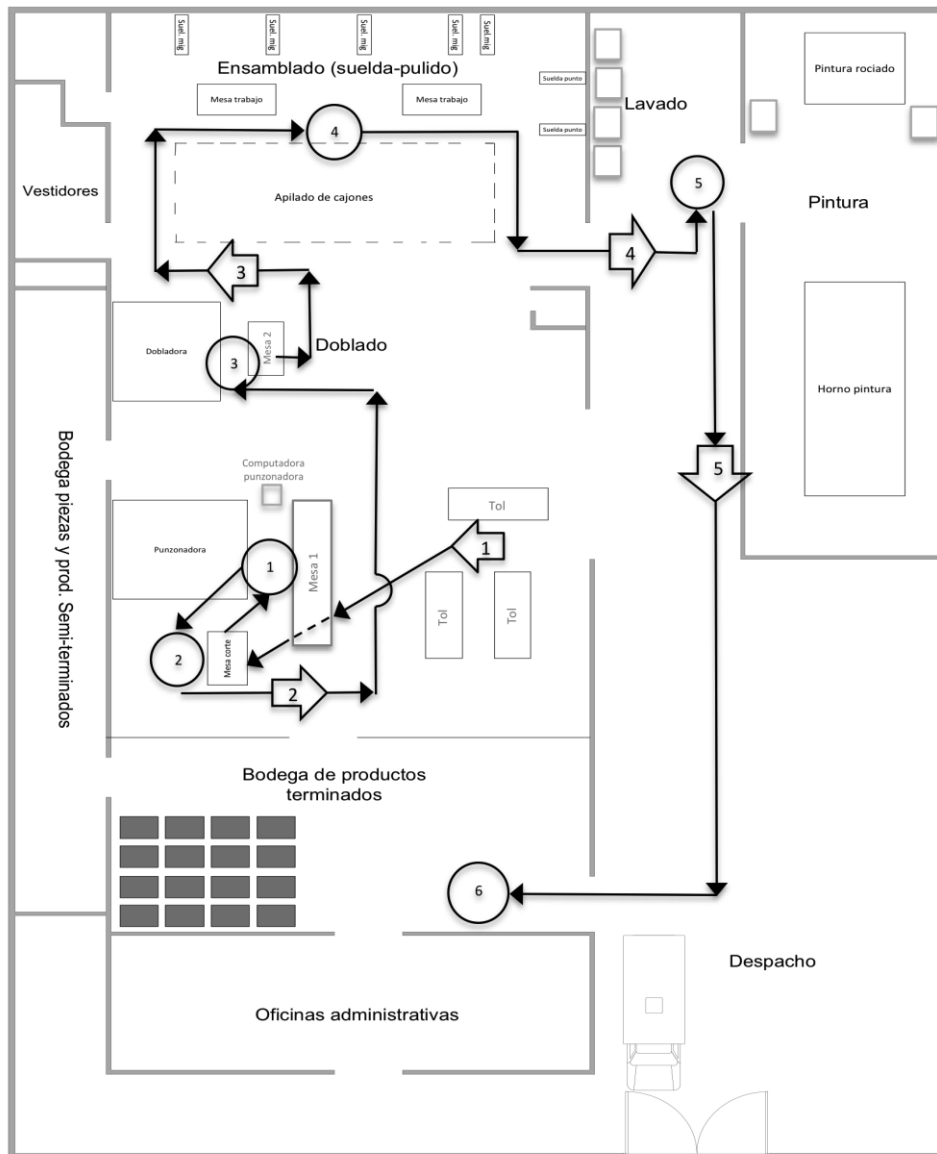
En el mismo plano deben estar localizadas las áreas que conforman la empresa para su fácil identificación y las actividades que se realizan. Para ello fue necesario realizar un levantamiento de la información referente a los elementos de cada proceso, lo cual aplicamos en este y los próximos diagramas.

Para elaborar los diagramas de recorrido se especificaron datos dentro del formato tales como: identificación de la empresa, título del diagrama, método (actual o propuesto), fecha de elaboración, área donde se lleva a cabo la actividad, operación bajo análisis, producto en elaboración y analista.

La Figura No. 3.10 muestra el recorrido del proceso de fabricación de gavetas.

**DIAGRAMA DE RECORRIDO**

ÁREA	Planta	MÉTODO	Actual
OPERACIÓN	Proceso de producción	FECHA	2013
PRODUCTO	Gaveta	ANALISTA	Daniel Cabrera



**Figura No. 3.10** Diagrama de Recorrido del proceso de fabricación de gavetas.



El recorrido del proceso de fabricación de gavetas metálicas empieza con el Transporte 1 de materia prima (láminas de tol de 0,7mm) hacia la mesa de corte, pasa a la Operación 1 de punzonado y posteriormente a la Operación 2 de corte. Las piezas cortadas van por el Transporte 2 hacia la Operación 3 de doblado.

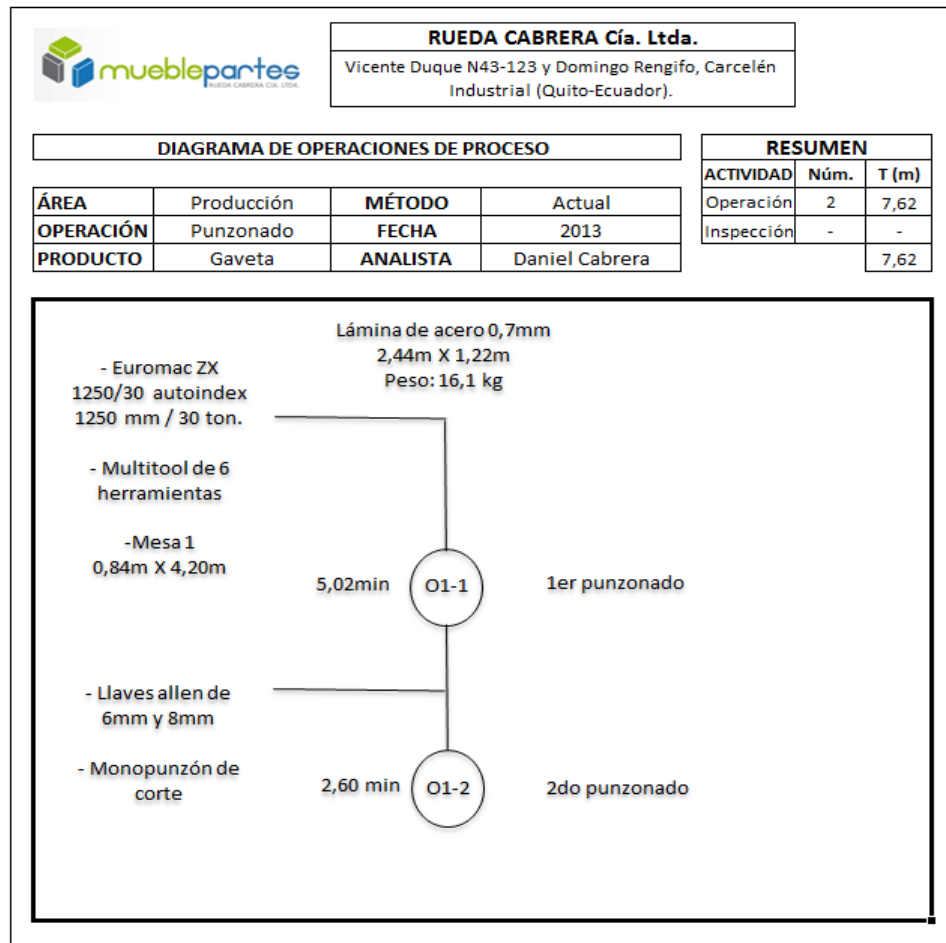
El Transporte 3 dirige hacia la Operación 4 de ensamble, suelda y pulido donde el producto está listo para ser trasladado por el Transporte 4 hacia el área de pintura donde se realiza el lavado y pintado en la Operación 5. Finalmente el Transporte 5 dirige el producto pintado hacia bodega de productos terminados donde se añaden materiales indirectos en la Operación 6 de ensamblado y posteriormente es embalado como producto terminado.

### **3.5.3 DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO**

Para la aplicación del diagrama de operaciones del proceso, se utilizaron las actividades del proceso de fabricación de la gaveta metálica y se identificaron las operaciones e inspecciones en cada una de ellas. Se utilizó el formato de identificación del diagrama que incluye: datos de la empresa, título del diagrama, método (actual o propuesto), fecha de elaboración, área donde se lleva a cabo la actividad, operación bajo análisis, producto en elaboración, analista y un cuadro con el resumen de las actividades, cantidad y tiempos.

El orden en que se realizan las actividades está representado por la disposición de los símbolos (círculo o cuadrado) utilizados en líneas verticales de recorrido. El material comprado o sobre el cual se efectúa el trabajo durante el proceso, que se indica con líneas horizontales, es el material que alimenta a las líneas verticales de recorrido.

La Figura No. 3.11 muestra las operaciones del proceso de punzonado de una gaveta.



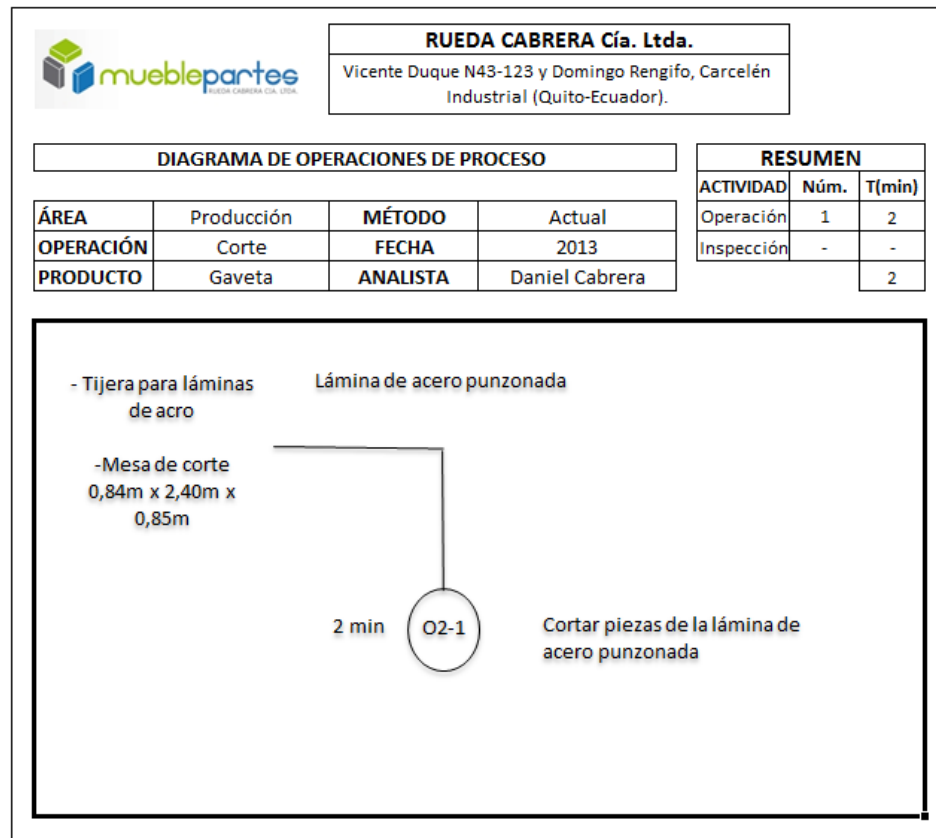
**Figura No. 3.11** Diagrama de Operaciones del Proceso de punzonado.

En el Diagrama de Operaciones del Proceso de punzonado se describen las operaciones realizadas a manera de actividades con sus respectivos tiempos, código y descripción de operación e inspección, máquinas y materiales que intervienen en dicho proceso.

El cuadro resumen indica el número de operaciones (2) con un tiempo total de 7.62 minutos como tiempo histórico por gaveta en el proceso de punzonado, para lo cual se utiliza la máquina punzonadora Euromac autoindex ZX 1250/30 (ver Anexo 1) descrita en la Figura No. 3.5 “Diagrama de Estación de Trabajo del proceso de punzonado”, punzones multitool de 6

herramientas para efectuar el primer punzonado y el monopunzón de corte para el segundo punzonado, llaves allen de 6mm y 8mm y la mesa 1.

La Figura No. 3.12 muestra las operaciones e inspecciones del proceso de corte de una gaveta.

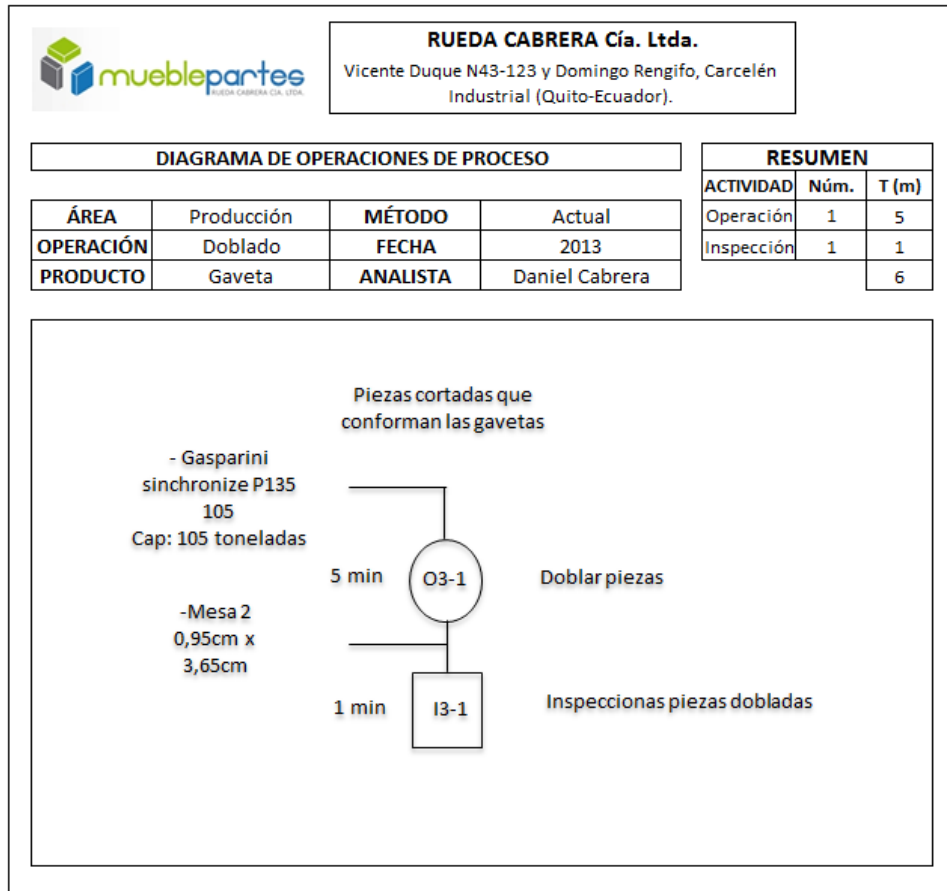


**Figura No. 3.12** Diagrama de Operaciones del Proceso de corte.

En el Diagrama de Operaciones del Proceso de corte se describieron las operaciones realizadas a manera de actividades.

El cuadro resumen indica el número de operaciones (1) con un tiempo total de 2 minutos como tiempo histórico por gaveta en el proceso de corte para lo cual se utilizan tijeras para láminas metálicas y la mesa de corte.

La Figura No. 3.13 muestra las operaciones e inspecciones del proceso de doblado de una gaveta.

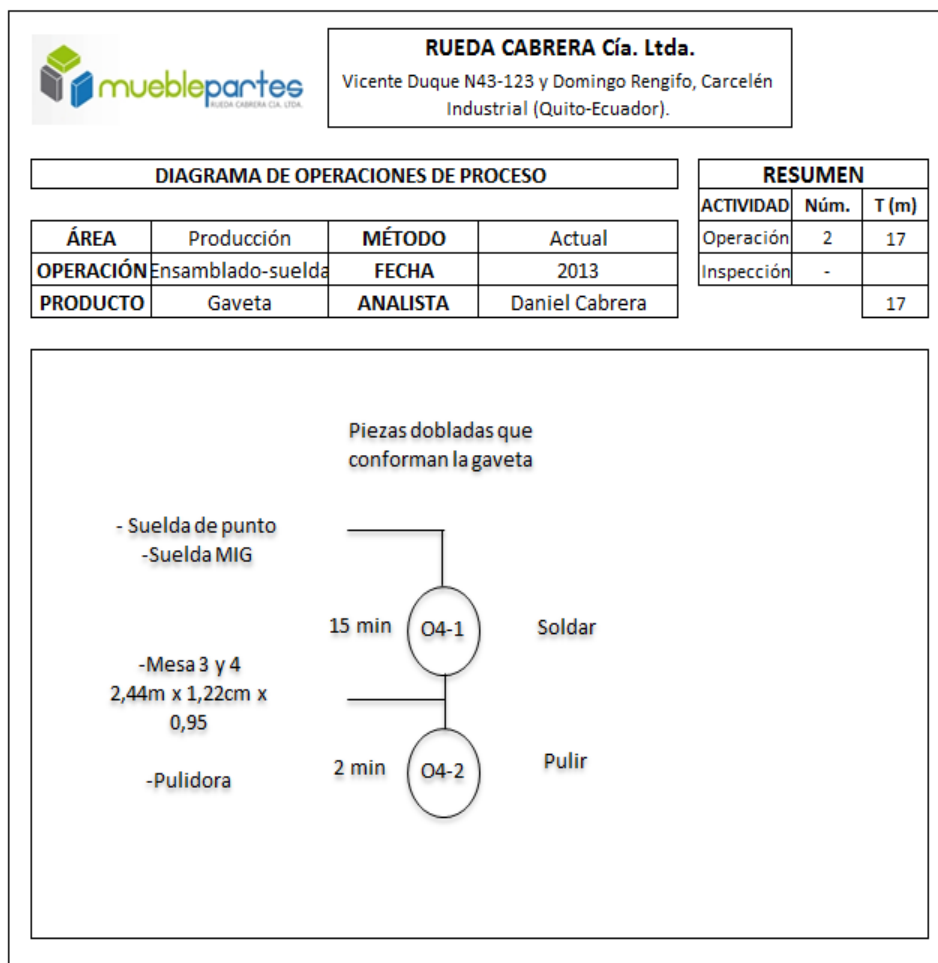


**Figura No. 3.13** Diagrama de Operaciones del Proceso de doblado.

En el Diagrama de Operaciones del Proceso de doblado se describieron las operaciones e inspecciones realizadas a manera de actividades con sus respectivos tiempos, código y descripción de operación e inspección y máquinas que intervienen en dicho proceso.

El cuadro resumen indica el número de operaciones (1) e inspecciones (1) con un tiempo total de 6 minutos como tiempo histórico por gaveta en el proceso de doblado para lo cual se utiliza la máquina dobladora Gasparini Synchronize P135 105 (ver Anexo 1) y la mesa 2

La Figura No. 3.14 muestra las operaciones e inspecciones del proceso de ensamblado-suelda.

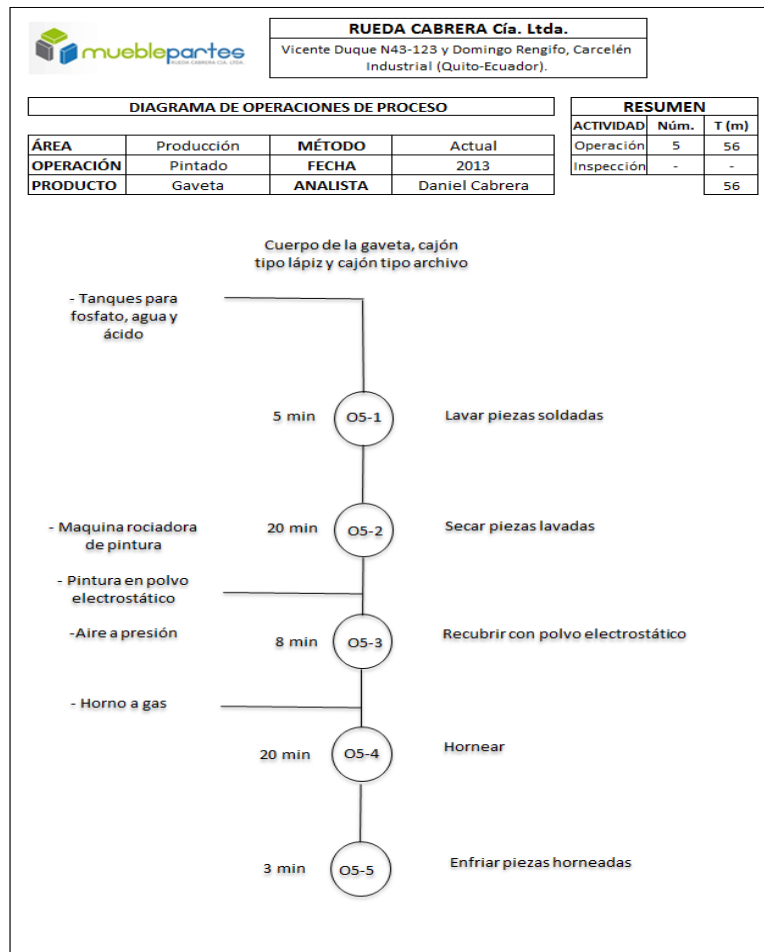


**Figura No. 3.14** Diagrama de Operaciones del Proceso de ensamblado-suelda.

En el Diagrama de Operaciones del Proceso de ensamblado-suelda se describieron las operaciones e inspecciones realizadas a manera de actividades.

El cuadro resumen indica el número de operaciones (2) con un tiempo total de 17 minutos como tiempo histórico por gaveta en el proceso de ensamblado-suelda para lo cual se utiliza la suelda de punto, suelda MIG, la mesa 3 y 4, y una pulidora accionada por aire comprimido.

La Figura No. 3.15 muestra las operaciones e inspecciones del proceso de pintado.

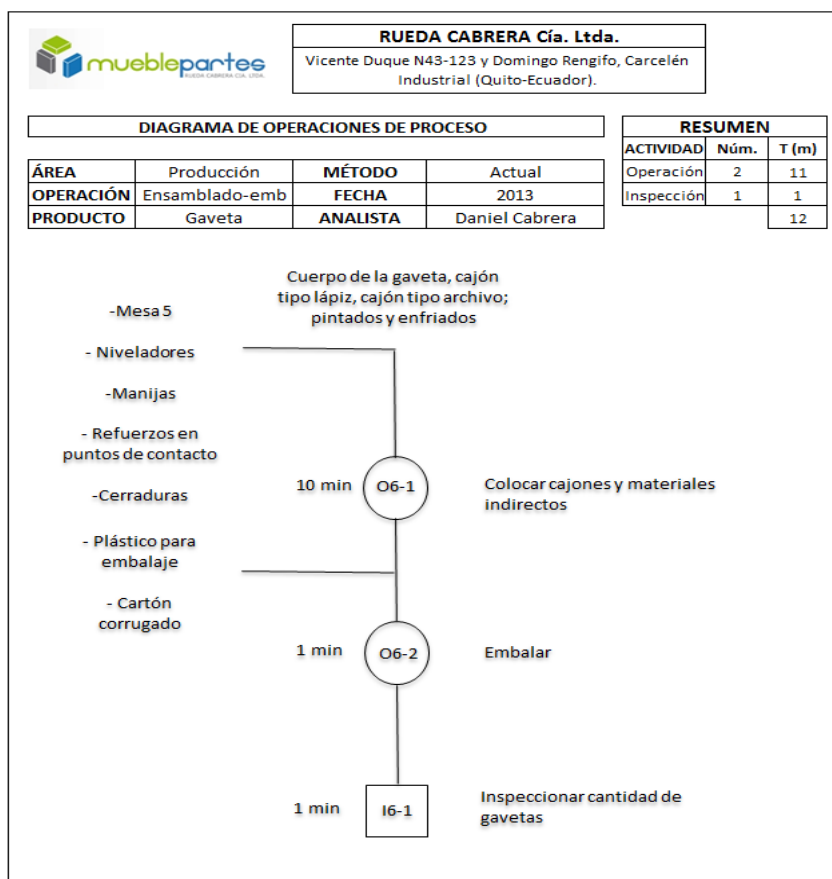


**Figura No. 3.15** Diagrama de Operaciones del Proceso de pintado.

En el Diagrama de Operaciones del Proceso de pintado se describieron las operaciones e inspecciones realizadas a manera de actividades.

El cuadro resumen indica el número de operaciones (5): lavar piezas soldadas, secar piezas lavadas, cubrir con pintura en polvo, hornear y enfriar piezas horneadas con un tiempo total de 56 minutos como tiempo histórico por gaveta en el proceso de pintado, para lo cual se utilizan 4 recipientes para agua, ácido y fosfato, dos máquinas rociadoras de pintura y un horno a gas con dos coches para sujetar las piezas que serán horneadas.

La Figura No. 3.16 muestra las operaciones e inspecciones del proceso de ensamblado-embalado.



**Figura No. 3.16** Diagrama de Operaciones del Proceso de ensamblado-embalado.

En el Diagrama de Operaciones del Proceso de ensamblado-embalado se describieron las operaciones e inspecciones realizadas a manera de actividades.

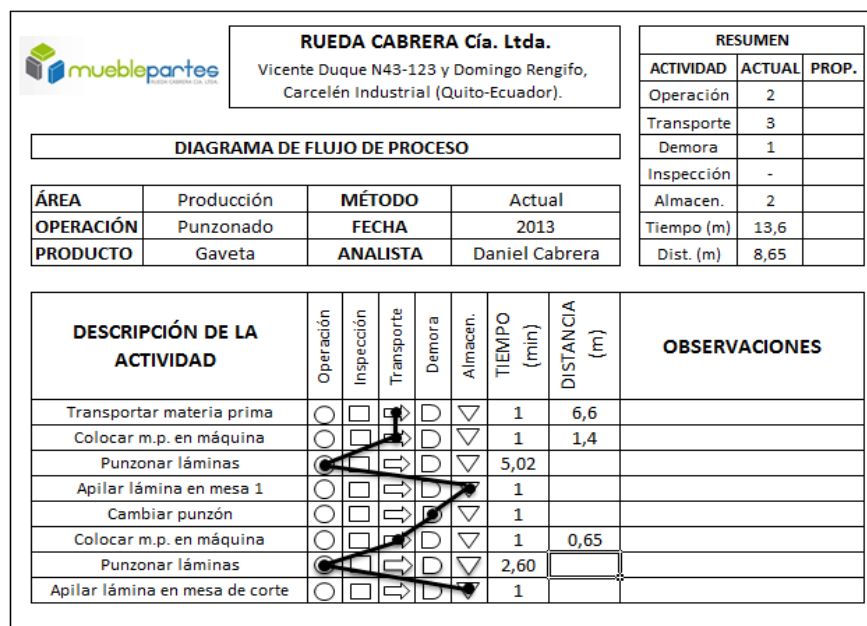
El cuadro resumen indica el número de operaciones (2): colocar cajones y materiales indirectos y embalar. Inspecciones (1) del número de gavetas terminadas, con un tiempo total de 12 minutos como tiempo histórico. Se utilizan niveladores, manijas, refuerzos para puntos de contacto, cerraduras, plástico para embalaje, cartón corrugado y la mesa 5.

### 3.5.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Para aplicar el diagrama de flujo del proceso, se incluyó el formato con: identificación de la empresa, título del diagrama, método (actual o

propuesto), fecha de elaboración, área donde se lleva a cabo la actividad, operación bajo análisis, producto en elaboración, analista, cuadro de resumen de actividades, descripción de la actividad, símbolos, tiempo, distancia en metros y observaciones.

La Figura No. 3.17 muestra el flujo de proceso de punzonado de una gaveta.



**Figura No. 3.17** Diagrama de Flujo de Proceso de punzonado.

En el Diagrama de Flujo de Proceso de punzonado se detallan 2 operaciones representadas con un círculo que son: “punzonar láminas” como un primer punzonado y un segundo punzonado. El jefe de planta puede verificar en cualquier momento el número de piezas punzonadas en la computadora de la máquina, sin embargo esta actividad no requiere mayor tiempo (3 segundos aproximadamente) y no afecta el flujo normal del proceso. Al término del primer punzonado, se procede a cambiar el punzón, actividad representada con una letra “D” mayúscula que representa un tiempo de 1 minuto. El transporte está representado con una flecha, existen tres que son: transportar materia prima (6,6m) y colocar materia prima en máquina desde mesa de corte (0,65m) y colocar materia prima desde mesa



1 (1,4m). Y por último apilar piezas al final del segundo punzonado, representada con un triángulo que toma un tiempo de 1 minuto.

En el diagrama se representan dichas actividades en orden de ejecución, con un tiempo total de 13.6 minutos por gaveta y una distancia recorrida de 8.65 metros.

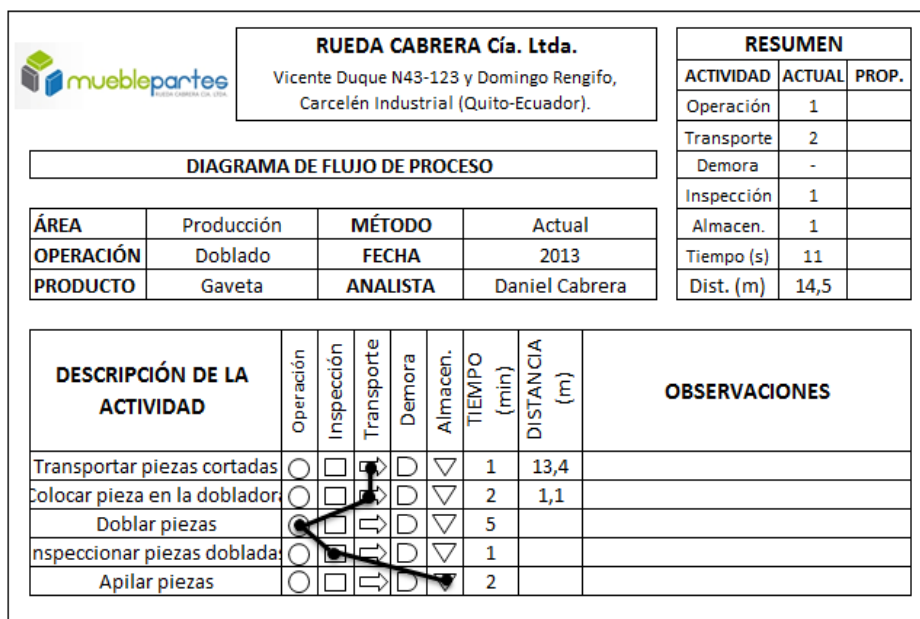
La Figura No. 3.18 muestra el flujo de proceso de corte de una gaveta.



**Figura No. 3.18** Diagrama de Flujo de Proceso de corte.

Una vez terminado el proceso de punzonado, las láminas son apiladas en la mesa de corte donde las piezas que conforman la gaveta metálica son separadas en la operación O2-1 representada con un círculo con un tiempo de 2 minutos y apiladas en el almacenamiento A2-1 con un tiempo de 1 minuto, en total 3 minutos por gaveta en el proceso de cortado.

La Figura No. 3.19 muestra el flujo de proceso de doblado de una gaveta.

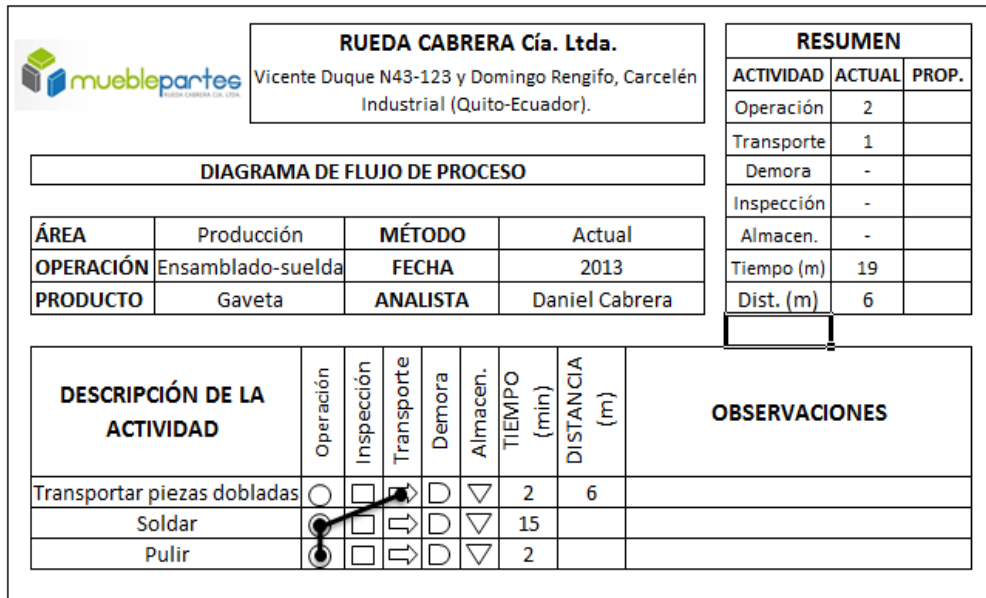


**Figura No. 3.19** Diagrama de Flujo de Proceso de doblado.

En el Diagrama de Flujo de Proceso de doblado se detallaron 1 operación representada con un círculo que es “doblar piezas” con un tiempo de 5 minutos entre el cuerpo, un cajón tipo lápiz y un cajón tipo archivo de una gaveta metálica. Se registró 1 inspección con un tiempo de 1 minuto por gaveta (cuerpo de la gaveta, cajón tipo lápiz y cajón tipo archivo), representada con un cuadrado y se la realiza una vez doblada la pieza para verificar que no haya algún tipo de imperfección como un mal doblez.

Existen 2 transportes representados con una flecha que van desde la mesa de corte hasta el área para piezas por doblar ubicado al lado izquierdo de la máquina dobladora (13,4m) y colocar las piezas en la dobladora (1,1m). En el diagrama se representaron dichas actividades en orden de ejecución, con un tiempo total de 11 minutos por gaveta y una distancia recorrida de 14,5 metros.

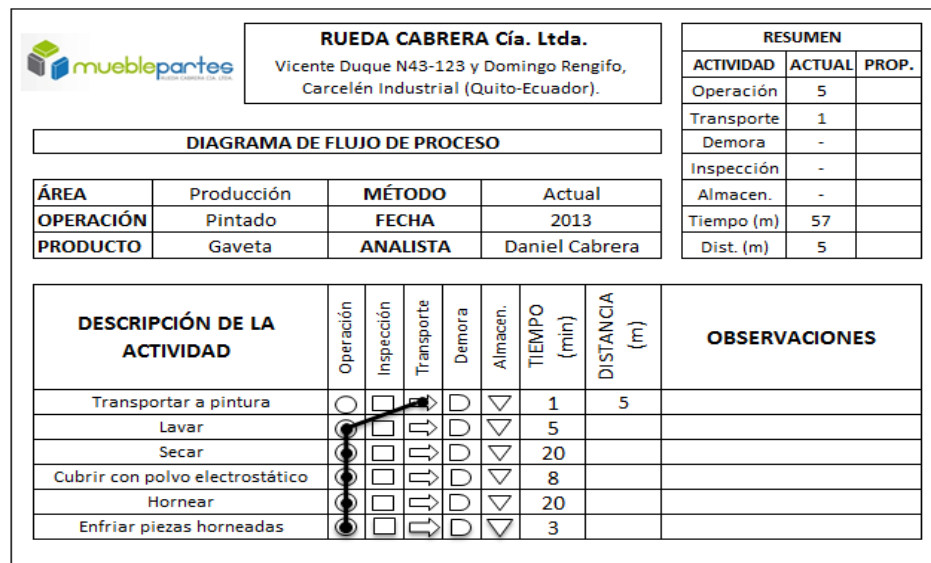
La Figura No. 3.20 muestra el flujo de proceso de ensamblado-suelda de una gaveta.



**Figura No. 3.20** Diagrama de Flujo de Proceso de ensamblado-suelda.

En el Diagrama de Flujo de Proceso de ensamblado-suelda se detalló un transporte de 2 minutos y 6 metros de distancia recorrida, 2 operaciones que son soldar (15 minutos) y pulir (2 minutos). El tiempo total en el proceso de ensamblado-suelda para una gaveta es de 19 minutos.

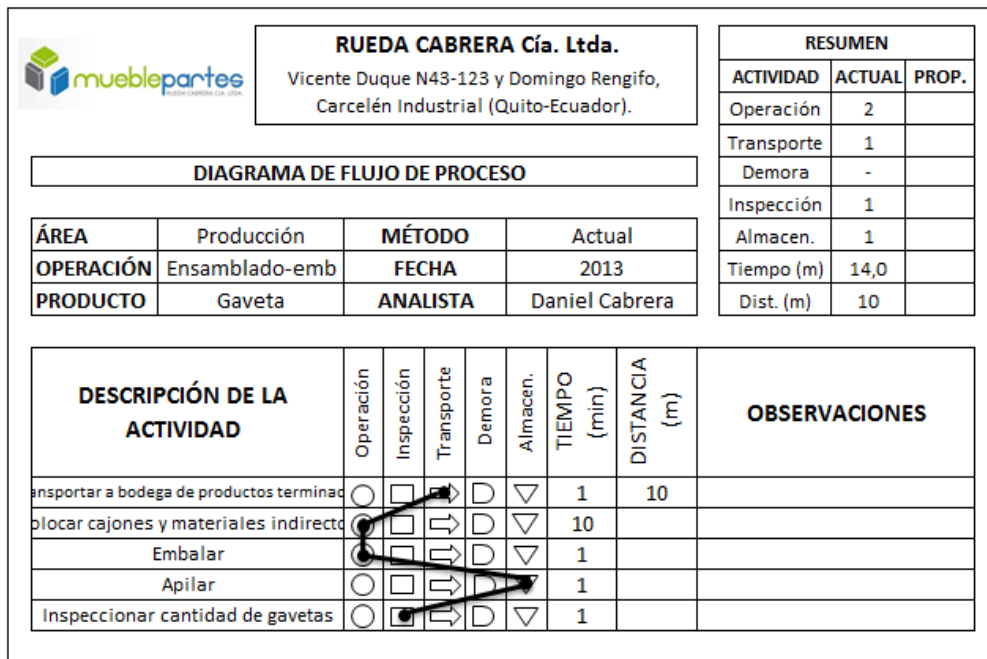
La Figura No. 3.21 muestra el flujo de proceso de pintado de una gaveta.



**Figura No. 3.21** Diagrama de Flujo de Proceso de pintado.

En el Diagrama de Flujo de Proceso de pintado se registró 1 transporte con una distancia de 5 metros, y 5 operaciones: lavar piezas soldadas y pulidas, secar piezas lavadas, cubrir con pintura en polvo a piezas secas, hornear piezas y enfriar piezas horneadas, con un tiempo total de 57 minutos.

La Figura No. 3.22 muestra el flujo de proceso de ensamblado-embalado de una gaveta.



**Figura No. 3.22** Diagrama de Flujo de Proceso de ensamblado-embalado.

En el Diagrama de Flujo de Proceso de ensamblado-embalado se registra 1 transporte con una distancia de 10 metros, 2 operaciones: colocar cajones y materiales indirectos y como segunda operación, embalar. Posteriormente las gavetas embaladas son apiladas y se realiza una inspección de conteo.

En el proceso de ensamblado-embalado se tiene un tiempo total por gaveta de 14 minutos.

### 3.6 ESTUDIO DE TIEMPOS

Para la aplicación del estudio de tiempos en la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. Se contó con el PROGRAMA PARA ESTUDIO DE TIEMPOS “PPET” realizado en hojas electrónicas de Excel, el cual calcula automáticamente el Tiempo Estándar por pieza una vez ingresadas las mediciones. Se contó también con el equipo necesario para el registro y análisis de la información, el cual consta de:

- Cronómetro con retroceso a cero.
- Hoja de observaciones (se encuentra en el programa y debe ser impresa).

Para iniciar el estudio, se ingresa al “Programa para estudio de tiempos” (PPET) el cual posee un menú con siete botones y se muestra en la Figura No. 3.23 “Menú del Programa para estudio de tiempos.”



**Figura No. 3.23** Menú del Programa para estudio de tiempos.

El botón “INICIO” dirige al usuario hacia una página donde se describe brevemente el programa y el uso del botón “REGRESAR” para dirigirse al menú. El botón “INSTRUCCIONES” dirige hacia una página que cuenta con una guía para el uso de la metodología de Estudio de Tiempos. La página de INICIO e INSTRUCCIONES se muestran en el Anexo 13 y Anexo 14 respectivamente.

Adicionalmente el programa cuenta con un breve comentario en las celdas que deben ser llenadas por el usuario a manera de guía.

### **3.6.1 METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS**

Se utilizaron los pasos de la metodología de Estudio de Tiempos descritos en la segunda sección del presente estudio, aplicados sobre el proceso de punzonado y de doblado. Para ello se utilizó el programa para estudio de tiempos PPET.

#### **3.6.1.1 Preparación**

Para el proceso de punzonado se selecciona al operador de la máquina punzonadora quien es el encargado de programar y ejecutar cada trabajo en esta estación.

Para el proceso de doblado se selecciona al operador de la máquina dobladora quien programa cada trabajo en la computadora de la máquina y lo ejecuta.

Para el presente estudio se consideró el proceso de fabricación de la gaveta metálica por ser el producto estrella y a su vez se seleccionaron las operaciones de punzonado y doblado ya que son el centro de actividades de la mayoría de productos que se elaboran en la empresa.

Para la comprobación del método de trabajo fue necesario estandarizar la información por medio de los diagramas aplicados en el punto 3.5, con ello también se estandariza el método de aplicación de los mismos en el caso de que se requiera realizar futuros estudios.

### 3.6.1.2 Ejecución

Para obtener y registrar la información se desarrolló un formato de toma de tiempos basado en el libro “Estudio del Trabajo” (García C., 2005). En este formato se realizó una toma de tiempos preliminar previo al cálculo del número de observaciones con el fin de aumentar el grado de exactitud del análisis.

En el botón “INSTRUCCIONES” del menú del PPET se encuentra ubicado el botón “FORMATO PARA TOMA DE TIEMPOS” que deberá ser impreso y así registrar los elementos del proceso en estudio, los tiempos tomados del cronómetro y datos propios del análisis.

La Figura No. 3.24 muestra el formato para el registro de la información del estudio de tiempos con cronómetro

FORMATO PARA TOMA DE TIEMPOS																		
FECHA:														PROCESO:				
HOJA No.:														14-1				
	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	Tiempo de ciclo	S	L	ELEMENTOS EXTRAÑOS
1																A		
2																		
3																B		
4																		
5																C		
6																		
7																D		
8																		
9																E		
10																		
11																F		
12																		
13																G		
14																		
15																H		
16																		
17																I		
18																		
19																J		
20																		
NOMBRE DEL OPERARIO					GÉNERO	EMPIEZA		TERMINA		Promedio de ciclo		LOTE ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN						
OBSERVACIONES																		

REGRESAR

INSTRUCCIONES

Figura No. 3.24 Formato para la toma de tiempos con cronómetro.

Como actividad del presente estudio, se realizó el levantamiento de la información que consta en la Tabla No. 3.2 “Proceso para la fabricación de gavetas” donde se indicó el proceso para la elaboración de la gaveta metálica.

**Tabla No. 3.2** Proceso para la fabricación de gavetas.

<b>Cod.</b>	<b>PROCESO PARA LA FABRICACIÓN DE GAVETAS</b>
O1	Punzonado
O2	Corte
O3	Doblado
O4	Ensamblado-suelda
O5	Pintado
O6	Ensamblado-embalado

Cada elemento cuenta con un código en su parte izquierda, por ejemplo:

T1-2 Colocar materia prima en máquina.

Donde:

- **T** = indica la actividad, sea letra “O” para operaciones, “T” para transportes, “I” para inspecciones, “D” para demoras y “A” para almacenamientos.
- **1** = indica el número del proceso, en este caso “T1” corresponde al transporte de la primera operación.
- **2** = indica el número de elemento. En este caso “T1-2” se refiere al segundo transporte de la primera operación.

La descomposición de tareas en elementos se muestran en las Tablas No. 3.3 y 3.4 correspondientes al proceso de punzonado y doblado respectivamente.



**Tabla No. 3.3** Elementos del proceso de punzonado

Actv.	Elementos	
<b>O1</b>	<b>Punzonado</b>	
		1er Punzonado
	T1-1	Transportar materia prima
	T1-2	Colocar materia prima en máquina
	O1-2	Punzonar láminas
	A1-1	Apilar lámina en mesa 1
	D1-1	Cambiar punzón
		2do Punzonado
	T1-3	Colocar materia prima en máquina
	O1-2	Punzonar láminas
	A1-2	Apilar lámina en mesa de corte

**Tabla No. 3.4** Elementos del proceso de doblado

Actv.	Elementos	
<b>O3</b>	<b>Doblado</b>	
	T3-1	Transportar piezas cortadas
	T3-2	Colocar piezas en dobladora
	O3-1	Doblar piezas
	I3-1	Inspeccionar piezas dobladas
	A3-1	Apilar piezas

En la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda., se aplicó la técnica de Estudio de Tiempos con cronómetro y el “método continuo” para el registro de los datos.

En el presente estudio se tomaron como base 20 observaciones para obtener el tiempo medio representativo y que a su vez servirá para aplicarlo en dos procedimientos y de esta forma determinar con mayor exactitud una muestra confiable de observaciones.

La medición inicial de tiempos fue de 20 observaciones para el proceso de punzonado y 20 observaciones para el proceso de doblado en la elaboración

de una gaveta metálica, con lo cual se obtuvieron los tiempos de ciclo para analizar el número de observaciones adecuado según los métodos de Westinghouse y General Electric. De ser el caso, se realizará el número de mediciones que el cálculo indique.

Utilizando el formato para la toma de tiempos ubicado en el botón “INSTRUCCIONES” del PPET, se registran los elementos del proceso y las mediciones de tiempo correspondientes para el proceso de punzonado (Punzonado 1 y Punzonado 2) y de doblado.

El botón “1” del menú del PPET contiene la tabla para el registro de los datos observados, en esta tabla se ingresan las mediciones y los datos que correspondan al proceso. Los datos solo deben ser ingresados en los espacios en blanco, esta recomendación aplica para todo el PPET.

En el proceso de punzonado se realizó dos hojas para el registro de tiempos, la primera corresponde al Punzonado 1 que tiene como elementos: transportar materia prima, colocar materia prima en máquina, punzonar láminas, apilar en mesa 1 y cambiar punzón. La segunda hoja corresponde al Punzonado 2 que tiene como elementos: colocar materia prima en máquina, punzonar láminas y apilar láminas en mesa de corte.

El motivo de realizar dos hojas de tiempos es que según el método de trabajo establecido por la empresa, todas las láminas deben ser punzonadas en dos etapas en la máquina pero con diferentes tipos de herramientas (especificado en el diagrama de operaciones del proceso de punzonado), por lo tanto se realiza el cambio de punzón al término del primer punzonado y así se ejecuta posteriormente el segundo punzonado.

El “cambio de punzón” siempre se lo debe realizar en el proceso de punzonado para gavetas metálicas, por ello se lo registra una sola vez al

termino del último ciclo observado del primer punzonado y a continuación se realiza el segundo punzonado.

La Tabla No 3.5 muestra el registro de tiempos para el proceso de Punzonado conformado por dos etapas (punzonado 1 y punzonado 2).

**Tabla No. 3.5** Toma de tiempos para el proceso de Punzonado 1 y Punzonado 2

REGISTRO DE TIEMPOS																					
FECHA: jun/2012																PROCESO:	Punzonado 1				
HOJA No.	Transportar m. p. prima en máquina	Punzonar láminas	Apilar lámina en mesa 1	Cambiar punzon												NOMBRE DEL PRODUCTO:	Gaveta metálica				
1 de 2	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	Tempo de ciclo	S	N	L	ELEMENTOS EXTRAÑOS
1	0,18	0,25	5,26	5,32													5,32				
2	5,48	5,55	10,56	11,01													5,69	A			
3	11,16	11,23	16,24	16,31													5,30				
4	16,50	16,57	21,58	22,04													5,73	B			
5	22,20	22,27	27,28	27,35													5,31				
6	27,53	28,00	33,01	33,06													5,71	C			
7	33,22	33,29	38,30	38,36													5,30				
8	38,52	38,59	43,60	44,06													5,70	D			
9	44,22	44,29	49,30	49,37													5,31				
10	49,56	50,03	55,04	55,09													5,72	E			
11	55,24	55,31	60,32	60,38													5,29	F			
12	60,54	61,02	66,03	66,10													5,72				
13	66,28	66,36	71,37	71,43													5,33	G			
14	71,59	72,06	77,07	77,13													5,70				
15	77,29	77,36	82,37	82,43													5,30	H			
16	82,60	83,07	88,08	88,15													5,72				
17	88,34	88,42	93,43	93,49													5,34	I			
18	94,05	94,12	99,13	99,19													5,70				
19	99,36	99,43	104,44	104,49													5,30	J			
20	105,05	105,11	110,12	110,18	111,18												6,69				
NOMBRE DEL OPERARIO	David Rodriguez				GÉNERO	M	F	EMPIEZA	AM	TERMINA	AM	Promedio t. de ciclo	5,56	ELEMENTOS EXTRAÑOS							
OBSERVACIONES	Hoja correspondiente a los tiempos del segundo punzonado (continuación del primer punzonado)																				

REGRESAR

REGISTRO DE TIEMPOS																					
FECHA: jun/2012																PROCESO:	Punzonado 2				
HOJA No.	Colocar materia prima en máquina	Punzonar láminas	Apilar lámina en mesa de corte												NOMBRE DEL PRODUCTO:	Gaveta metálica					
2 de 2	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	Tempo de ciclo	S	N	L	ELEMENTOS EXTRAÑOS
1	0,06	2,42	2,48														2,48				
2	2,55	5,31	5,36														2,88	A			
3	5,42	8,18	8,24														2,88				
4	8,31	11,07	11,13														2,89	B			
5	11,19	13,55	14,01														2,88	C			
6	14,08	16,44	16,49														2,48				
7	16,56	19,32	19,37														2,88	D			
8	19,43	22,19	22,25														2,88				
9	22,31	25,07	25,13														2,88	E			
10	25,20	27,56	28,01														2,88				
11	28,08	30,44	30,50														2,49	F			
12	30,57	33,33	33,40														2,90				
13	33,47	36,23	36,29														2,89	G			
14	36,35	39,11	39,16														2,87				
15	39,23	41,59	42,05														2,89	H			
16	42,12	44,48	44,54														2,49				
17	45,01	47,37	47,43														2,89	I			
18	47,49	50,25	50,31														2,88				
19	50,38	53,14	53,19														2,88	J			
20	53,25	56,01	56,07														2,88				
NOMBRE DEL OPERARIO	David Rodriguez				GÉNERO	M	F	EMPIEZA	AM	TERMINA	AM	Promedio t. de ciclo	2,80	ELEMENTOS EXTRAÑOS							
OBSERVACIONES	Hoja correspondiente a los tiempos del segundo punzonado (continuación del primer punzonado)																				

La Tabla No 3.6 muestra el registro de tiempos para el proceso de Doblado.

**Tabla No. 3.6** Toma de tiempos para el proceso de doblado

REGISTRO DE TIEMPOS																			
FECHA: jun/2013																PROCESO:	Doblado		
NO. de 1	Transportar piezas cortadas en dobladora	Colocar piezas en dobladora	Doblar piezas	Inspeccionar piezas dobladas	Apliar piezas												NOMBRE DEL PRODUCTO:	Gaveta metálica	
	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	Tempo de ciclo	S	ELEMENTOS EXTRAÑOS
1	0,20	2,05	6,26	6,55	8,40												8,40		
2	8,58	10,35	14,33	14,41	16,36												7,96		
3	16,53	18,24	22,09	22,17	24,05												7,69		
4	24,27	26,21	31,03	31,13	33,29												9,23		
5	33,48	35,26	39,30	39,38	41,35												8,07		
6	41,56	43,04	47,31	47,40	49,49												8,13		
7	50,07	51,43	55,40	55,48	57,62												7,53		
8	57,20	58,56	62,14	62,22	64,17												7,15		
9	64,35	66,12	70,12	70,20	72,15												7,98		
10	72,35	74,22	78,46	78,55	81,03												8,88		
11	81,19	82,41	86,05	86,12	87,51												6,48		
12	88,10	89,48	93,51	93,59	95,16												7,65		
13	95,37	97,24	101,50	101,59	104,06												8,90		
14	104,25	106,03	110,03	110,11	112,07												8,01		
15	112,26	114,03	118,05	118,13	120,09												8,02		
16	120,28	121,09	126,20	126,29	128,29												8,20		
17	128,51	130,06	134,50	135,00	137,17												8,88		
18	137,36	139,14	143,16	143,24	145,21												8,04		
19	145,41	147,25	151,43	151,52	153,96												8,35		
20	154,15	155,52	159,53	160,01	161,56												8,01		
NOMBRE DEL OPERARIO	Cristian Flor					GÉNERO		EMPEZA		TERMINA		Promedio t. de ciclo		ELEMENTOS EXTRAÑOS					
OBSERVACIONES																			

REGRESAR

Una vez realizadas 20 observaciones de tiempos en los procesos, se aplicaron los métodos de Westinghouse y General Electric sobre los tiempos de ciclo que el programa calculó automáticamente, estos métodos se encuentran en el botón “2” del PPET.

Para la Tabla Westinghouse colocamos el número 1 en la celda donde corresponda según el tiempo de ciclo en horas y la producción anual. Para la Tabla de la General Electric ubicamos el número 1 en la celda según el tiempo de ciclo en minutos. En la celda de color blanco de la parte superior elegimos el método 1 para Tabla Westinghouse o 2 para Tabla General Electric y automáticamente indica el número de ciclos a cronometrar.

La Tabla No. 3.7 muestra la aplicación del método de Westinghouse y General Electric para calcular el número de observaciones en el proceso de Punzonado.

**Tabla No. 3.7** Número de observaciones en el proceso de Punzonado.

	<b>PROCESO 1</b>	
<b>ELEGIR NUMERO DE MÉTODO</b>	<b>2</b>	<b>REGRESAR</b>
<b>NUMERO DE OBSERVACIONES</b>	<b>10</b>	

<b>1</b>				
<b>TABLA DE WESTINGHOUSE</b>				
CUANDO EL TIEMPO POR PIEZA CICLO ES (HORAS):	NÚMERO MÍNIMO DE CICLOS A ESTUDIAR			PROCESO 1
	ACTIVIDAD MÁS DE 10 000 POR AÑO	1 000 A 10 000	MENOS DE 1 000	
1,000	5	3	2	
0,800	6	3	2	
0,500	8	4	3	
0,300	10	5	4	
0,200	12	6	5	
0,120	15	8	6	1
0,080	20	10	8	
0,050	25	12	10	
0,035	30	15	12	
0,020	40	20	15	
0,012	50	25	20	
0,008	60	30	25	
0,005	80	40	30	
0,003	100	50	40	
0,002	120	60	50	
MENOS DE 0,02	140	80	60	
<b>NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR</b>				<b>8</b>

<b>2</b>		
<b>TABLA DE GENERAL ELECTRIC</b>		
CICLO MINUTOS	NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR	PROCESO 1
0,1	200	
0,25	100	
0,5	60	
0,75	40	
1,0	30	
2,0	20	
4,0 - 5,0	15	
5,0 - 10,0	10	1
10,0 - 20,0	8	
20,0 - 40,0	5	
Más de 40,0	3	
<b>NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR</b>		<b>10</b>

El proceso de punzonado tiene un promedio de tiempo de ciclo de 8,36 minutos equivalente a 0,139 horas, tiempo obtenido con 20 mediciones como recomienda la OIT en caso de no conocer el tiempo de ciclo del proceso.

La producción anual de gavetas metálicas se encuentra en el rango de 1.000 a 10.000. La Tabla Westinghouse calculó 8 observaciones y la Tabla General Electric calculó 10 observaciones.

En la hoja de registro de tiempos se realizó 20 observaciones, las mismas que se mantienen ya que abarcan el número que dio como resultado el cálculo (entre 8 y 10).

La Tabla No. 3.8 muestra la aplicación del método de Westinghouse y General Electric para calcular el número de observaciones en el proceso de Doblado.

**Tabla No. 3.8** Número de observaciones en el proceso de Doblado.

	PROCESO 1	
ELEGIR NUMERO DE MÉTODO	2	REGRESAR
NUMERO DE OBSERVACIONES	10	

1				
TABLA DE WESTINGHOUSE				
CUANDO EL TIEMPO POR PIEZA CICLO ES (HORAS):	NÚMERO MÍNIMO DE CICLOS A ESTUDIAR			PROCESO 1
	ACTIVIDAD MÁS DE 10 000 POR AÑO	1 000 A 10 000	MENOS DE 1 000	
1,000	5	3	2	
0,800	6	3	2	
0,500	8	4	3	
0,300	10	5	4	
0,200	12	6	5	1
0,120	15	8	6	
0,080	20	10	8	
0,050	25	12	10	
0,035	30	15	12	
0,020	40	20	15	
0,012	50	25	20	
0,008	60	30	25	
0,005	80	40	30	
0,003	100	50	40	
0,002	120	60	50	
MENOS DE 0.02	140	80	60	
NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR				6

2		
TABLA DE GENERAL ELECTRIC		
CICLO MINUTOS	NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR	PROCESO 1
0,1	200	
0,25	100	
0,5	60	
0,75	40	
1,0	30	
2,0	20	
4,0 - 5,0	15	
5,0 - 10,0	10	1
10,0 - 20,0	8	
20,0 - 40,0	5	
Más de 40,0	3	
NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR		10

El proceso de doblado tiene un promedio de tiempo de ciclo de 8,08 minutos equivalente a 0,134 horas, tiempo obtenido con 20 mediciones como recomienda la OIT en caso de no conocer el tiempo de ciclo del proceso.

La producción anual de gavetas metálicas se encuentra en el rango de 1.000 a 10.000. La Tabla Westinghouse calculó 8 observaciones y la Tabla General Electric calculó 10 observaciones.

En la hoja de registro de tiempos se realizó 20 observaciones, las mismas que se mantienen ya que abarcan el número que dio como resultado el cálculo (entre 8 y 10).

### 3.6.1.3 Valoración

La mayoría de las técnicas utilizadas para calificar la actuación se basan en el juicio del analista, es por ello que no hay una técnica universalmente

establecida. En el presente estudio se acordó con el jefe de planta utilizar la técnica de Nivelación para calificar la actuación del trabajador.

Para calificar la actuación del trabajador se ingresó mediante el botón “3” del PPET hacia la tabla con los factores a calificar y una columna en la parte derecha de cada uno de ellos donde se colocó el número 1 para seleccionar el nivel de habilidad, esfuerzo, consistencia y condiciones.

En la parte inferior se obtuvo el resultado de la suma de los valores y se lo muestra en porcentaje.

A continuación se presenta la Tabla No. 3.9 con la técnica de Nivelación para calificar la actuación del trabajador en el proceso de punzonado.

**Tabla No. 3.9** Valoración en el proceso de punzonado.

PROCESO 1							
HABILIDAD				ESFUERZO			
0,15	A1	HABILISIMO		0,13	A1	EXCESIVO	
0,13	A2	HABILISIMO		0,12	A2	EXCESIVO	
0,11	B1	EXCELENTE		0,10	B1	EXCELENTE	
0,08	B2	EXCELENTE	1	0,08	B2	EXCELENTE	
0,06	C1	BUENO		0,05	C1	BUENO	
0,03	C2	BUENO		0,02	C2	BUENO	1
0,00	D	MEDIO		0,00	D	MEDIO	
-0,05	E1	REGULAR		-0,04	E1	REGULAR	
-0,10	E2	REGULAR		-0,08	E2	REGULAR	
-0,16	F1	MALO		-0,12	F1	MALO	
-0,22	F2	MALO		-0,17	F2	MALO	
CONDICIONES				CONSISTENCIA			
0,06	A	IDEALES		0,04	A	PERFECTO	
0,04	B	EXCELENTES	1	0,03	B	EXCELENTE	1
0,02	C	BUENAS		0,01	C	BUENA	
0,00	D	MEDIAS		0,00	D	MEDIA	
-0,03	E	REGULARES		-0,02	E	REGULAR	
-0,07	F	MALAS		-0,04	F	MALA	
TOTAL SUPLEMENTOS						17%	

REGRESAR

Una vez calificada la actuación se obtuvo como resultado 17% para el trabajador del proceso de punzonado, dato que se registra en la hoja de tiempos para el cálculo del tiempo normal.

A continuación se presenta la Tabla No. 3.10 con la técnica de Nivelación para calificar la actuación del trabajador en el proceso de doblado.

**Tabla No. 3.10** Valoración en el proceso de doblado.

PROCESO 1							
HABILIDAD				ESFUERZO			
0,15	A1	HABILISIMO		0,13	A1	EXCESIVO	
0,13	A2	HABILISIMO		0,12	A2	EXCESIVO	
0,11	B1	EXCELENTE		0,10	B1	EXCELENTE	
0,08	B2	EXCELENTE	1	0,08	B2	EXCELENTE	
0,06	C1	BUENO		0,05	C1	BUENO	
0,03	C2	BUENO		0,02	C2	BUENO	
0,00	D	MEDIO		0,00	D	MEDIO	
-0,05	E1	REGULAR		-0,04	E1	REGULAR	1
-0,10	E2	REGULAR		-0,08	E2	REGULAR	
-0,16	F1	MALO		-0,12	F1	MALO	
-0,22	F2	MALO		-0,17	F2	MALO	
CONDICIONES				CONSISTENCIA			
0,06	A	IDEALES		0,04	A	PERFECTO	1
0,04	B	EXCELENTE	1	0,03	B	EXCELENTE	
0,02	C	BUENAS		0,01	C	BUENA	
0,00	D	MEDIAS		0,00	D	MEDIA	
-0,03	E	REGULARES		-0,02	E	REGULAR	
-0,07	F	MALAS		-0,04	F	MALA	
TOTAL SUPLEMENTOS						12%	

REGRESAR

Una vez calificada la actuación se obtuvo como resultado 12% para el trabajador del proceso de doblado, dato que se registra en la hoja de tiempos para el cálculo del tiempo normal.

### 3.6.1.4 Suplementos

De acuerdo con la teoría de estudio de tiempos, aspectos legales y técnicos, se aplica la tabla de suplementos de la OIT. Para su uso, se ingresó al botón “4” del PPET en el cual se encuentra la tabla con una celda de color blanco



en la parte superior derecha donde se colocó el número 1 si el estudio es aplicado a un hombre o el número 2 si el estudio es aplicado a una mujer.

En la columna verde llamada “Ingresar 1 si aplica” se marcó el suplemento que coincide con las condiciones de trabajo, los valores aparecen en la columna llamada “Valor de suplemento” y al final del cuadro, en la celda amarilla, aparece el porcentaje total de suplementos a aplicar en la hoja de tiempos.

El cuadro se aplicó a cada trabajador dependiendo de las actividades que realice ya que no todos los trabajadores tienen las mismas condiciones.

El cuadro de suplementos consta de:

- *Suplementos constantes* : suplementos por necesidades personales y suplementos básicos por fatiga
- *Suplementos variables*: por trabajar de pie, por postura anormal, por levantamiento de peso y uso de fuerza en kg, mala iluminación, condiciones atmosféricas (termómetro de Kata – milicalorías/cm<sup>2</sup>/segundos), concentración intensa, ruido, tensión mental, monotonía, monotonía física.

Cada suplemento consta de varios factores a considerar y que se escogerán de acuerdo al trabajo realizado así como sus respectivos valores tanto para hombres como para mujeres.

Las Tablas No. 3.11 y 3.12 muestran la aplicación de suplementos para el trabajador del proceso de punzonado y doblado respectivamente.

Tabla No. 3.11 Tabla de suplementos proceso de punzonado.

Punzonado					
Ingrese 1 si es hombre y 2 si es mujer				1	
Sistema de suplementos por descanso en Porcentaje de los tiempos Básico					
Suplementos Constantes		Hombres	Mujeres	Ingresar 1 si aplica	Valor de suplemento
<b>A</b>	Necesidades personales	5	7	1	5
<b>B</b>	Básico por fatiga	4	4	1	4
Suplementos Variables		-	-	-	-
<b>A</b>	Por Trabajar de Pie	2	4	1	2
<b>B</b>	Por Postura Anormal	-	-	-	-
	- Ligeramente incomoda	0	1		0
	- Incomoda (inclinado)	2	3		0
	- Muy incomoda (hechado- estirado)	7	7		0
<b>C</b>	Levantamiento de pesos y uso de fuerza en Kg	-	-	-	-
	2.5	0	1		0
	5.0	1	2		0
	7.5	2	3	1	2
	10	3	4		0
	12.5	4	6		0
	15	5	8		0
	17.5	7	10		0
	20	9	13		0
	22.5	11	16		0
	25	13	20		0
	30	17	-		0
	33,5	22	-		0
<b>D</b>	Mala iluminación	-	-	-	-
	- Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		0
	- Bastante por debajo	2	2		0
	- Absolutamente insuficiente	5	5		0
<b>E</b>	Condiciones atmosféricas (Kata)	-	-	-	-
	16	0	0		0
	14	0	0		0
	12	0	0		0
	10	3	3		0
	8	10	10		0
	6	21	21		0
	5	31	31		0
	4	45	45		0
	3	64	64		0
	2	100	100		0
<b>F</b>	Concentración intensa	-	-	-	-
	- Trabajos de gran precisión	5	5		0
<b>G</b>	Ruido	-	-	-	-
	- Sonido Continuo	0	0		0
	- Intermitente y fuerte	2	2		0
	- Intermitente y muy fuerte	5	5		0
	- Estridente y fuerte	7	7		0
<b>H</b>	Tensión Mental	-	-	-	-
	- Proceso bastante complejo	1	1		0
	- Proceso complejo o atención muy dividida	4	4		0
	- Muy Compleja	8	8		0
<b>I</b>	Monotonía	-	-	-	-
	- Trabajo algo monótono	0	0		0
	- Trabajo bastante monótono	1	1		0
	- Trabajo muy monótono	4	4		0
<b>J</b>	Monotonía física	-	-	-	-
	- Trabajo algo aburrido	0	0		0
	- Trabajo aburrido	2	1		0
	- Trabajo muy aburrido	5	2		0
<b>TOTAL SUPLEMENTOS EN PORCENTAJE</b>					<b>13%</b>

REGRESAR

Tabla No. 3.12 Tabla de suplementos proceso de doblado.

Doblado					
Ingreso 1 si es hombre y 2 si es mujer				1	
Sistema de suplementos por descanso en Porcentaje de los tiempos Básico					
Suplementos Constantes		Hombres	Mujeres	Ingresar 1 si aplica	Valor de suplemento
<b>A</b>	Necesidades personales	5	7	1	5
<b>B</b>	Básico por fatiga	4	4	1	4
<b>Suplementos Variables</b>		-	-	-	-
<b>A</b>	Por Trabajar de Pie	2	4	1	2
<b>B</b>	Por Postura Anormal	-	-	-	-
	- Ligeramente incomoda	0	1		0
	- Incomoda (inclinado)	2	3		0
	- Muy incomoda (hechado- estirado)	7	7		0
<b>C</b>	Levantamiento de pesos y uso de fuerza en Kg	-	-	-	-
	2.5	0	1	1	0
	5.0	1	2		0
	7.5	2	3		0
	10	3	4		0
	12.5	4	6		0
	15	5	8		0
	17.5	7	10		0
	20	9	13		0
	22.5	11	16		0
	25	13	20		0
	30	17	-		0
	33,5	22	-		0
<b>D</b>	Mala iluminación	-	-	-	-
	- Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		0
	- Bastante por debajo	2	2		0
	- Absolutamente insuficiente	5	5		0
<b>E</b>	Condiciones atmosféricas (Kata)	-	-	-	-
	16	0	0		0
	14	0	0		0
	12	0	0		0
	10	3	3		0
	8	10	10		0
	6	21	21		0
	5	31	31		0
	4	45	45		0
	3	64	64		0
	2	100	100		0
<b>F</b>	Concentración intensa	-	-	-	-
	- Trabajos de cierta precisión	0	0		0
	- Trabajos de precisión	2	2	1	2
	- Trabajos de gran precisión	5	5		0
<b>G</b>	Ruido	-	-	-	-
	- Sonido Continuo	0	0		0
	- Intermitente y fuerte	2	2		0
	- Intermitente y muy fuerte	5	5		0
	- Estridente y fuerte	7	7		0
<b>H</b>	Tensión Mental	-	-	-	-
	- Proceso bastante complejo	1	1		0
	- Proceso complejo o atención muy dividida	4	4		0
	- Muy Compleja	8	8		0
<b>I</b>	Monotonía	-	-	-	-
	- Trabajo algo monótono	0	0		0
	- Trabajo bastante monótono	1	1		0
	- Trabajo muy monótono	4	4		0
<b>J</b>	Monotonía física	-	-	-	-
	- Trabajo algo aburrido	0	0		0
	- Trabajo aburrido	2	1		0
	- Trabajo muy aburrido	5	2		0
<b>TOTAL SUPLEMENTOS EN PORCENTAJE</b>					<b>13%</b>

REGRESAR

Una vez aplicadas las tablas de suplementos obtuvo un valor de 13% para el trabajador del proceso de punzonado en suplementos por necesidades personales, básicos por fatiga, por trabajar de pie y levantamiento de pesos.

Para el trabajador del proceso de doblado se obtuvo un valor de 13% en suplementos por necesidades personales, básicos por fatiga, por trabajar de pie, levantamiento de pesos y trabajos de precisión.

Con estos valores se calculó el Tiempo Estándar para cada proceso en la hoja de tiempos que se detalla en el siguiente punto.

#### **3.6.1.5 Tiempo Estándar**

El Tiempo Estándar para realizar la tarea fue determinado mediante una tabla ubicada en el botón “5” del PPET. En esta tabla llamada “Hoja de Tiempos”, no es necesario ingresar manualmente ningún dato, el programa se encarga de proporcionar toda la información proveniente de la hoja de registro de tiempos, valoración de la actuación y suplementos. Como resultado se obtiene el Tiempo Estándar por pieza.

El PPET realizar un promedio de los tiempos individuales de cada elemento, es decir, si se aplica el método continuo para la toma de tiempos, resta cada tiempo anterior ubicado en la columna “L” del tiempo y lo se ubica en la columna “T”. Una vez obtenido el promedio de los tiempos de la columna “T”, se agrega el valor según el porcentaje de calificación obtenido en la valoración y así se obtiene el tiempo normal al cual se agrega el valor del porcentaje de suplementos calculado y con ello se obtiene el Tiempo Estándar por pieza en minutos del sistema centesimal.

La Tabla No. 3.13 indica un ejemplo práctico con los datos necesarios para calcular el Tiempo Estándar.

**Tabla No. 3.13** Cálculo del Tiempo Estándar.

TIEMPO PROMEDIO	8,10
TIEMPO MEDIO OBSERVADO	8,10
VALORACIÓN DEL TRABAJADOR	12%
TIEMPO NORMAL POR PIEZA	9,07
% DE SUPLEMENTOS	13%
<b>TIEMPO ESTÁNDAR POR PIEZA (MINUTOS)</b>	<b>10,24</b>

Para el cálculo de Tiempo Estándar, se consideró: el tiempo promedio con un valor de 8,10 minutos que fue producto del tiempo observado, a este tiempo se agregó el 12% de valoración de la actuación del trabajador y se obtuvo el Tiempo Normal con un valor resultante de 9,07 minutos al cual se agregó el 13 % de suplementos obteniendo un Tiempo Estándar de 10,24 minutos por pieza.

En la hoja de Tiempo Estándar del PPET, se encuentra el cuadro para elementos extraños, en caso de existir, se lo registra y determina su tiempo para agregarlo o eliminarlo al tiempo promedio. La hoja de Tiempo Estándar realiza el cálculo automático una vez ingresados los datos.

A continuación se muestra la Tabla No. 3.14 con los datos del primer punzonado en la tabla superior y los datos del segundo punzonado en la tabla inferior, al final la suma de los tiempos para llegar al Tiempo Estándar por pieza.



Como se menciona en el punto 3.6.1.2 Ejecución, en el proceso de punzonado se utilizó dos tablas para el registro de sus tiempos por lo tanto el Tiempo Estándar será igual a la suma de los tiempos de las dos tablas.

La Tabla 3.15 muestra los datos para el cálculo del Tiempo estándar por pieza del proceso de doblado.

**Tabla No. 3.15** Tiempo Estándar para el proceso de doblado.

HOJA DE TIEMPO ESTÁNDAR																									
FECHA: Jun/2013																			PROCESO	Doblado					
HOJA No.																			NOMBRE DEL PRODUCTO		Gaveta metálica				
1 de 1																									
	Transportar piezas cortadas		Colocar piezas en dobladora		Doblar piezas		Inspeccionar piezas dobladas		Apilar piezas										LETRA	L	T	ELEMENTOS EXTRAÑOS			
0	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	Ciclo	L	T		
1	0,33	0,33	1,76	2,09	4,34	6,43	0,15	6,58	2,09	8,66											A				
2	0,30	0,96	1,61	10,58	3,98	14,55	0,13	14,69	1,92	16,61											B				
3	0,28	16,88	1,52	18,41	3,75	22,15	0,13	22,28	1,80	24,09											C				
4	0,37	24,46	1,90	26,36	4,69	31,05	0,17	31,22	2,36	33,48											D				
5	0,32	33,79	1,64	35,44	4,06	39,50	0,13	39,63	1,96	41,99											E				
6	0,35	41,94	1,13	43,07	4,45	47,52	0,15	47,67	2,14	49,81											F				
7	0,30	50,11	1,60	51,71	3,95	55,66	0,13	55,80	1,24	57,03											G				
8	0,30	57,33	1,61	58,94	3,30	62,24	0,13	62,37	1,91	64,28											H				
9	0,30	64,56	1,62	66,20	3,99	70,19	0,13	70,33	1,92	72,25											I				
10	0,33	72,58	1,78	74,37	4,40	78,77	0,15	78,92	2,12	81,04															
11	0,27	81,31	1,38	82,69	3,40	86,09	0,12	86,21	1,64	87,85															
12	0,32	88,16	1,64	89,80	4,05	93,85	0,13	93,98	1,28	95,27															
13	0,35	95,62	1,79	97,41	4,42	101,83	0,15	101,98	2,13	104,10															
14	0,32	104,42	1,62	106,04	4,01	110,05	0,13	110,18	1,93	112,11															
15	0,32	112,43	1,63	114,06	4,02	118,08	0,13	118,21	1,94	120,15															
16	0,32	120,47	1,69	122,15	4,17	126,33	0,15	126,48	2,01	128,49															
17	0,37	128,85	1,25	130,10	4,73	134,84	0,17	135,00	2,28	137,28															
18	0,32	137,60	1,63	139,23	4,03	143,27	0,13	143,40	1,94	145,35															
19	0,33	145,68	1,74	147,42	4,30	151,71	0,15	151,86	2,07	153,93															
20	0,32	154,25	1,62	155,87	4,01	159,88	0,13	160,01	1,93	161,94															
PROMEDIO	0,32		1,61		4,10		0,14		1,93															0,00	
# OBSERVACIONES	10		10		10		10		10															TIEMPO PROMEDIO	8,10
VALORACIÓN	12%		12%		12%		12%		12%															TIEMPO MEDIO OBSERVADO	8,10
TIEMPO NORMAL	0,36		1,80		4,59		0,16		2,16															VALORACIÓN	12%
SUPLEMENTOS	13%		13%		13%		13%		13%																
TIEMPO ESTÁNDAR	0,40		2,03		5,19		0,18		2,44																
NOMBRE DEL OPERARIO	Cristian Flor						GÉNERO	EMPIEZA		TERMINA		NÚMERO DE PIEZAS POR CICLO		1		TIEMPO NORMAL POR PIEZA		9,07							
							M	F		AM		AM													
OBSERVACIONES																			% DE SUPLEMENTOS		13%				
																			TIEMPO ESTÁNDAR POR PIEZA (MINUTOS)		10,24				

REGRESAR

Una vez realizado el cálculo se obtuvo un Tiempo Estándar de 9.56 minutos por pieza para el proceso de punzonado y 10,24 minutos por pieza para el proceso de doblado. Estos tiempos incluyen la valoración realizada al trabajador y los suplementos analizados.

Las Hojas de Tiempo Estándar pueden ser archivadas con el fin de llevar una documentación histórica de los tiempos productivos y con ello realizar análisis con futuros estudios.

### **3.7 DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA**

Para la aplicación de Ingeniería de Métodos en la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. se procedió de la siguiente manera:

- 1) Desarrollo del PROGRAMA PARA ESTUDIO DE TIEMPOS “PPET” en hojas electrónicas de Excel.
- 2) Selección del trabajo.- proceso de fabricación de la gaveta metálica.
- 3) Registro.- levantamiento de la información y registro en diagramas.
- 4) Estudio de tiempos.- aplicación de la metodología de estudio de tiempos mediante el PPET:
  - a. Preparación
  - b. Ejecución
  - c. Valoración
  - d. Suplementos
  - e. Tiempo Estándar
- 5) Evaluación.- comparación de datos estudiados con datos históricos.
- 6) Implementación.- aplicación del PPET para cálculo de Tiempo Estándar y formatos de diagramas de levantamiento, registro y análisis de información para aplicación en futuros estudios.
- 7) Controlar.- seguimiento de los nuevos estándares aplicados en el proceso productivo, mediante registro de datos con el fin de encontrar oportunidades de mejora.



Para el seguimiento se puede apreciar la Tabla No. 3.16 “Descomposición de elementos del proceso de fabricación de gavetas metálicas”. Con la cual se muestra su proceso productivo.

**Tabla No. 3.16** Descomposición de elementos del proceso de fabricación de la gaveta metálica.

<b>FABRICACION DE GAVETAS</b>		
<b>PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA GAVETA METÁLICA</b>		
<b>Actv.</b>	<b>Elementos</b>	
<b>O1</b>	<b>Punzonado</b>	
	1er Punzonado	
	T1-1	Transportar materia prima
	T1-2	Colocar materia prima en máquina
	O1-2	Punzonar láminas
	A1-1	Apilar lámina en mesa 1
	D1-1	Cambiar punzón
	2do Punzonado	
	T1-3	Colocar materia prima en máquina
	O1-2	Punzonar láminas
	A1-2	Apilar lámina en mesa de corte
<b>O2</b>	<b>Corte</b>	
	O2-1	Cortar
	A2-1	Apilar
<b>O3</b>	<b>Doblado</b>	
	T3-1	Transportar piezas cortadas
	T3-2	Colocar piezas en dobladora
	O3-1	Doblar piezas
	I3-1	Inspeccionar piezas dobladas
	A3-1	Apilar piezas
<b>O4</b>	<b>Ensamblado-suelda</b>	
	T3	Transportar a ensamblado
	O4-1	Soldar
	O4-2	Pulir
<b>O5</b>	<b>Pintado</b>	
	T4	Transportar a pintura
	O5-1	Lavar
	O5-2	Secar
	O5-3	Recubrir con polvo electrostático
	O5-4	Hornear
	O5-5	Enfriar piezas horneadas
<b>O6</b>	<b>Ensamblado-embalado</b>	
	T5	Transportar a bodega de productos terminados
	O6-1	Colocar cajones y materiales indirectos (accesorios)
	O6-2	Embalar
	A6-1	Apilar
	I6-1	Inspeccionar cantidad de gavetas

### 3.8 ANÁLISIS DE COSTOS

Con el cálculo del Tiempo Estándar, se logró determinar los costos de producción para los procesos estudiados y también realizar una comparación frente a los costos con los tiempos históricos.

La Tabla No. 3.17 “Análisis de costos para el proceso de punzonado” compara los tiempos y costos entre los datos históricos y los datos estandarizados en el proceso de punzonado.

**Tabla No. 3.17** Análisis de costos para el proceso de punzonado.

<b>ANÁLISIS DE COSTOS</b>		
<b>PUNZONADO</b>	<b>DATOS HISTÓRICOS</b>	<b>ESTÁNDAR</b>
<b>TIEMPO POR UNIDAD (minutos)</b>	12,00	9,56
<b>PRODUCCIÓN MENSUAL</b>	400	
<b>TIEMPO PRODUCCIÓN MENSUAL (HORAS)</b>	80,00	63,73
<b>DIFERENCIA DE TIEMPO MENSUAL (HORAS)</b>	16,27	
<b>PORCENTAJE DE DIFERENCIA</b>	20,33%	
<b>SALARIO TRABAJADOR</b>	\$ 318,00	
<b>COSTO MANO DE OBRA/PRODUCCIÓN MENSUAL</b>	\$ 106,00	\$ 84,45
<b>AHORRO MENSUAL MANO DE OBRA</b>	\$ 21,55	
<b>AHORRO ANUAL MANO DE OBRA</b>	\$ 258,64	

La Tabla No. 3.18 “Análisis de costos para el proceso de doblado” compara los tiempos y costos entre los datos históricos y los datos estandarizados en el proceso de doblado.

**Tabla No. 3.18** Análisis de costos para el proceso de doblado.

<b>ANÁLISIS DE COSTOS</b>		
<b>DOBLADO</b>	<b>DATOS HISTÓRICOS</b>	<b>ESTÁNDAR</b>
<b>TIEMPO POR UNIDAD (minutos)</b>	11,00	10,24
<b>PRODUCCIÓN MENSUAL</b>	400	
<b>TIEMPO PRODUCCIÓN MENSUAL (HORAS)</b>	73,33	68,27
<b>DIFERENCIA DE TIEMPO MENSUAL (HORAS)</b>	5,07	
<b>PORCENTAJE DE DIFERENCIA</b>	6,91%	
<b>SALARIO TRABAJADOR</b>	\$ 500,00	
<b>COSTO MANO DE OBRA/PRODUCCIÓN MENSUAL</b>	\$ 152,78	\$ 142,22
<b>AHORRO MENSUAL MANO DE OBRA</b>	\$ 10,56	
<b>AHORRO ANUAL MANO DE OBRA</b>	\$ 126,67	

El costo de mano de obra sobre la producción mensual se calcula en base al tiempo empleado como horas/hombre, del proceso. Realizando una planificación productiva con los datos históricos, se emplea mayor tiempo en el proceso, por lo tanto el costo de horas/hombre es mayor que con el Tiempo Estándar calculado. Para el proceso de punzonado se calculó el costo en base al salario del trabajador (\$318) sobre las horas necesarias para una producción mensual de 400 gavetas. Con este cálculo se obtuvo el costo de mano de obra necesario para dicha producción tanto con datos

históricos como con datos del Tiempo Estándar calculado. De la misma forma con el proceso de doblado, con un salario del trabajador de (\$500) y una producción mensual de 400 gavetas. Este cálculo permitió conocer con precisión el costo por proceso.

Como se puede observar en la Tabla No. 3.17 en el proceso de punzonado, se produce una diferencia de tiempo del 20,33% que se refleja directamente en el costo de mano de obra, de igual manera, en la Tabla No. 3.18 para el proceso de doblado, con una diferencia de tiempo del 6,91%.

### 3.9 APLICACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDAR

La empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. pudo diseñar un método de trabajo que reflejó ahorros significativos de tiempo y material gracias a la capacidad de sus administradores y a la maquinaria que poseen, es por ello que ha visto la oportunidad de prestar el servicio de punzonado a otras empresas que requieran fabricar gavetas metálicas.

La Tabla No. 3.19 muestra un análisis de costos y tiempos para el servicio de punzonado y doblado.

**Tabla No. 3.19** Valores por servicios de punzonado y doblado.

TABLA DE COSTOS POR SERVICIOS PRESTADOS								
OPERACIÓN	COSTOS POR HORA DE PRODUCCIÓN	TIEMPO POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN (minutos)	LOTE DE PRODUCCIÓN	COSTO POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN	COSTO POR LOTE DE PRODUCCIÓN	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (Horas)	% UTILIDAD	PRECIO DEL SERVICIO
Punzonado	\$ 90,00	9,56	50	\$ 14,34	\$ 717,00	8,0	10%	\$ 788,70
Doblado	\$ 90,00	10,24	50	\$ 15,36	\$ 768,00	8,5	10%	\$ 844,80
<b>Modificar solo los espacios en blanco</b>						<b>TOTAL</b>		<b>\$ 1.633,50</b>

La tabla puede ser modificada únicamente en las celdas de color blanco. Las celdas de color rojo muestran los resultados que el analista necesita para la prestación del servicio y las celdas de color naranja proveen datos para facilitar el cálculo.

Dentro de la tabla se puede encontrar la operación que se analizará, el costo por hora de producción que la empresa maneja según sus políticas, el tiempo por unidad de producción en minutos que fue calculado en el presente estudio por medio del PPET, lote de producción, costo por unidad de producción, costo por lote de producción, tiempo total de producción en horas, el porcentaje de utilidad que el usuario disponga y como resultado el precio del servicio.

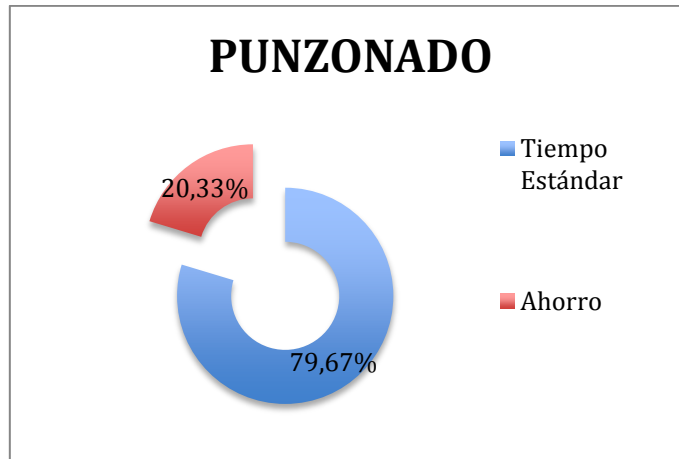
Se toma como ejemplo un lote de producción de 50 unidades, costo por hora de producción de \$90 (dato que la empresa maneja actualmente). El tiempo por unidad para el punzonado es de 9.56 minutos y 10,24 minutos para el doblado. Con esto obtenemos un costo por unidad de producción de \$14.34 para el punzonado y un valor de \$15.36 para el doblado. Se multiplica el tiempo por unidad y el costo por unidad al lote de producción y se obtiene para el punzonado 8 horas con un costo de \$717.0 y de doblado 8.5 horas con un costo de \$768.0. A estos valores aplicamos el 10% de utilidad (o el porcentaje que la empresa requiera) y obtenemos un precio de \$788.70 para el punzonado y \$844.80 para el doblado. Sumando los dos servicios se obtiene \$1633.50.

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez aplicada la Ingeniería de Métodos en la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. se obtuvo:

- La estandarización del recorrido en la planta, en el proceso de fabricación de la gaveta metálica con la ubicación de las diferentes áreas, máquinas, mesas de trabajo, materia prima, actividades del proceso (transporte y operaciones). Dicha información se encuentra en la Figura No. 3.10 “Diagrama de Recorrido del proceso de fabricación de gavetas”
- La información necesaria para realizar de forma secuencial cada tarea en la fabricación de la gaveta metálica, tal como: elementos a realizar, herramientas necesarias, mesas de trabajo, materia prima utilizada con características propias, maquinaria utilizada, tiempos de cada elemento, distancia recorrida, inspecciones realizadas, demoras y almacenajes, está ubicada en el punto 3.5.3 “Diagrama de Operaciones del Proceso” y 3.5.4 “Diagrama de Flujo de Proceso”.
- La aplicación del Estudio de Tiempos para los procesos de punzonado y doblado, obteniendo así el Tiempo Estándar para punzonar y doblar una gaveta metálica, ilustrados en la Tabla No. 3.14 “Tiempo Estándar para el proceso de punzonado” y la Tabla No. 3.15 “Tiempo Estándar para el proceso de doblado”.
- Aplicado el estudio se obtuvo un Tiempo Estándar de 9.56 minutos por gaveta en el proceso de punzonado con una diferencia de 2.44 minutos con respecto al tiempo histórico.

La Figura No. 4.1 muestra en porcentaje el Tiempo Estándar y la diferencia de tiempo en el proceso de punzonado.

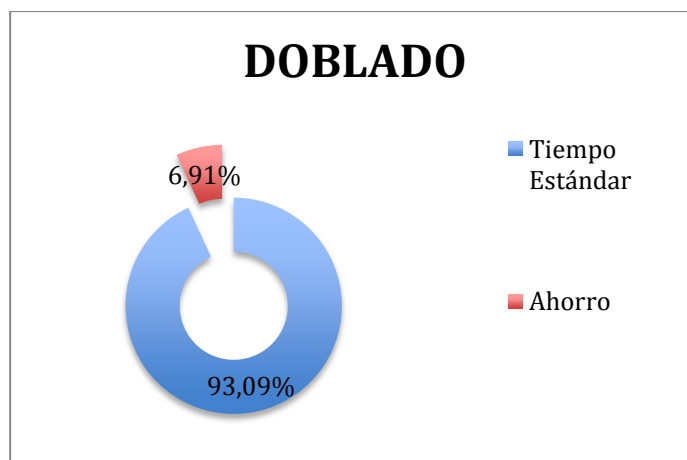


**Figura No. 4.1** Tiempo Estándar y diferencia de tiempo en el proceso de punzonado.

El Tiempo Estándar representa el 76.67% del tiempo histórico y la diferencia de tiempo el 20.33%.

- Aplicado el estudio se obtuvo un Tiempo Estándar de 10,24 minutos por gaveta en el proceso de doblado con una diferencia de 0,76 minutos con respecto al tiempo histórico.

La Figura No. 4.2 muestra en porcentaje el Tiempo Estándar y la diferencia de tiempo en el proceso de doblado.



**Figura No. 4.2** Tiempo Estándar y diferencia de tiempo en el proceso de doblado.

El Tiempo Estándar representa el 93,09% del tiempo histórico y la diferencia de tiempo de 6,91%.

- Con el cálculo del Tiempo Estándar en el proceso de punzonado y doblado, se obtuvo un cuadro para calcular los costos y tiempos del servicio de dichos procesos que la empresa puede prestar, en el cual se especificó el lote de producción y el porcentaje de utilidad sobre los costos de fabricación. La tabla calcula automáticamente el precio y el tiempo requerido. Anteriormente la empresa no podía saber el tiempo que tomaba producir cierta cantidad de productos ya que no conocía su Tiempo Estándar, con la aplicación del presente estudio se pudo conocer el tiempo total de producción en horas que se requiere para un determinado lote de producción. Dicha información se encuentra en el punto 3.9 “Aplicación del estudio realizado” en la Tabla No. 3.19 “Valores por servicios de punzonado y doblado”, para su uso, se proveerá del archivo digital realizado en una hoja electrónica de Excel.
- El “PROGRAMA PARA ESTUDIO DE TIEMPOS” PPET, desarrollado en hojas electrónicas de Excel, permite el cálculo automático de los datos del Estudio de Tiempos y determina estándares de producción precisos y justos. El programa consta de una guía para facilitar su uso y de esta forma la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. puede utilizarlo en todos sus procesos.



## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- Se aplicó la Ingeniería de Métodos en la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. y se obtuvo un registro del proceso productivo de la gaveta metálica, adicionalmente se aplicó la metodología del Estudio de Tiempos al proceso de punzonado y de doblado, para ello se utilizaron diagramas que permitieron registrar información como distancias, tiempos, equipos, herramientas, materiales, secuencias cronológicas de actividades, recorridos y de esta manera se estandarizaron dichos procesos con sus respectivos Tiempos Estándar.
- La aplicación del Estudio de Tiempos permitió determinar el tiempo justo para desempeñar las funciones del proceso de punzonado con un tiempo de 9,56 minutos por gaveta y de doblado con un tiempo de 10,24 minutos por gaveta, de esta forma se pudo conocer el costo por unidad en cada proceso estudiado y también determinar el tiempo de producción con el precio del servicio de punzonado y doblado que la empresa presta, logrando así una eficiente planificación de la producción y mejor control sobre sus procesos.
- Se realizó un análisis comparativo entre los datos históricos que la empresa maneja y los datos estandarizados una vez aplicada la Ingeniería de Métodos y se determinó un porcentaje de diferencia de tiempo de 20,33% para el proceso de punzonado y 6,91% para el proceso de doblado, con ello la empresa puede planificar la producción sobre los procesos estudiados y así plantear datos reales en cuanto a costos y tiempos de producción.

- El programa para estudio de tiempos “PETT” cuenta con la característica de presentar resultados inmediatos a partir del ingreso de los datos, es decir, permite contar con la información de Tiempos Estándar de forma instantánea una vez terminada la observación de tiempos y así generar informes de resultados que permiten tomar decisiones oportunas.
- Con la implementación de los diagramas de Ingeniería de Métodos y el programa para estudio de tiempos “PETT”, la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. cuenta con los lineamientos para estandarizar todos sus procesos productivos y de esta forma ejercer un control que permita identificar ineficiencias basadas en los Tiempos Estándar y así poder identificar restricciones o cuellos de botella donde se puedan plantear propuestas de mejora.
- Con el fin de traducir el tiempo productivo en costos, el Programa desarrollado para realizar Estudio de Tiempos y la tabla de valores por servicios prestados, trabajan conjuntamente y se convierten en herramientas indispensables para la toma de decisiones en la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda.
- Una vez que se aplicó la Ingeniería de Métodos, la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. cuenta con la información necesaria para realizar cambios de distribución de la planta y recorridos del producto en proceso, también para mejorar métodos de trabajo, disminuir tiempos de producción, disminuir desperdicios de material, tomar decisiones de producción basados en Tiempos Estándar y costos de uno a otro producto y también crear un sistema justo de salarios e incentivos para trabajadores en todos los procesos productivos.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Es importante que la empresa considere llevar de forma documentada los procesos estandarizados y canalice los métodos de trabajo hacia sus trabajadores mediante los diagramas aplicados, lo cual evitará que el trabajador entre en duda y pierda noción de sus actividades lo cual puede generar desperdicios de recursos por procesos ineficientes y el producto pierda valor.
- Se recomienda con énfasis utilizar las herramientas desarrolladas en el presente estudio que tienen base teórica y metodológica en la Ingeniería de Métodos, como son: Diagramas de registro y análisis y el programa para estudio de tiempos "PETT". De esta forma se logrará la estandarización de procesos productivos y métodos de trabajo como base fundamental para un significativo incremento de la productividad y una eficiente planificación de la producción.
- La empresa puede utilizar los diagramas de procesos estandarizados para mejorar la capacitación del personal de planta o personal nuevo y asegurar la calidad en el proceso, la misma que se verá reflejada en el producto final y la satisfacción del cliente.
- Programar capacitaciones para el uso del programa para estudio de tiempos "PETT" y su metodología, con el fin de ampliar su uso hacia los diferentes procesos de la empresa.

## 6. Bibliografía

- Adler, M. O. (2004). *Producción & Operaciones*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Macchi.
- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos* (6ª edición ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Caso Neira, A. (2006). *Técnicas de Medición del Trabajo* (2ª ed.). Madrid, España: FUNDACIÓN CONFEMETAL.
- Chase, B. J. (2007). *Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja competitiva*. Mexico D.F: Mc Graw Hill.
- Cruelles, J. A. (2013). *Ingeniería Industrial. Métodos de Trabajo, Tiempos y su aplicación a la Planificación y a la Mejora Continua*. Alfaomega.
- García C., R. (2005). *Estudio del Trabajo*. Mc Graw Hill.
- González, A. (2006). *Métodos del trabajo aplicados a las ciencias sociales, Volumen 1 de Economía*. España.
- Heizer, J., & Render, B. (2005). *Principios de Administración de Operaciones*. México: Pearson - Prentice Hall.
- Kanawaty, G. (1998). *Introducción al Estudio del Trabajo, OIT* (4ta ed.). Ginebra.
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la Producción y Operaciones* (5ª edición ed.). México D.F: Mc Graw Hill.
- Meyers, F. (2000). *Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil* (2ª ed.). México: Pearson Educación.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo* (11ª edición ed.). Mexico, D.F.: Alfaomega.

- Revista Líderes. (2012). *Revista Líderes.ec.* (G. E. COMERCIO, Ed.)  
Recuperado el 2013, de Revista Líderes.ec:  
[http://www.revistalideres.ec/empresas/gaveta-metal-producto-estrella-Mueble\\_Part-es-muebles-metalme-canico\\_0\\_698330201.html](http://www.revistalideres.ec/empresas/gaveta-metal-producto-estrella-Mueble_Part-es-muebles-metalme-canico_0_698330201.html)
- Argote, F. E., Velasco, R., & Paz, P. C. (2007). Estudio de Métodos y Tiempos para la obtención de carne de cuy (*Cavia Porcellus*) empacada a vacío. *Facultad de Ciencias Agropecuarias Vol 5 (2)*.
- Labarca, N. (2008). Competitividad en el sector Metalme-cánico del Estado de Zulia. *Formación Gerencial Año 7*.
- Martínez, R., Montoya, E., Vélez, J., & Oliveros, C. (2005). Estudio de Tiempos y Movimientos de la recolección manual del café en condiciones de alta pendiente. *Cenicafé*.
- Terán, A., Sánchez, A., & Álvarez, M. (2009). Estudio comparativo de la productividad en el sector metalme-cánico. *Seventh LACCEI*.

## 7. Anexos

**Anexo 1** Máquina punzonadora Euromac Autoindex ZX 1250/30 y Máquina dobladora Gasparini Synchronize 135/105



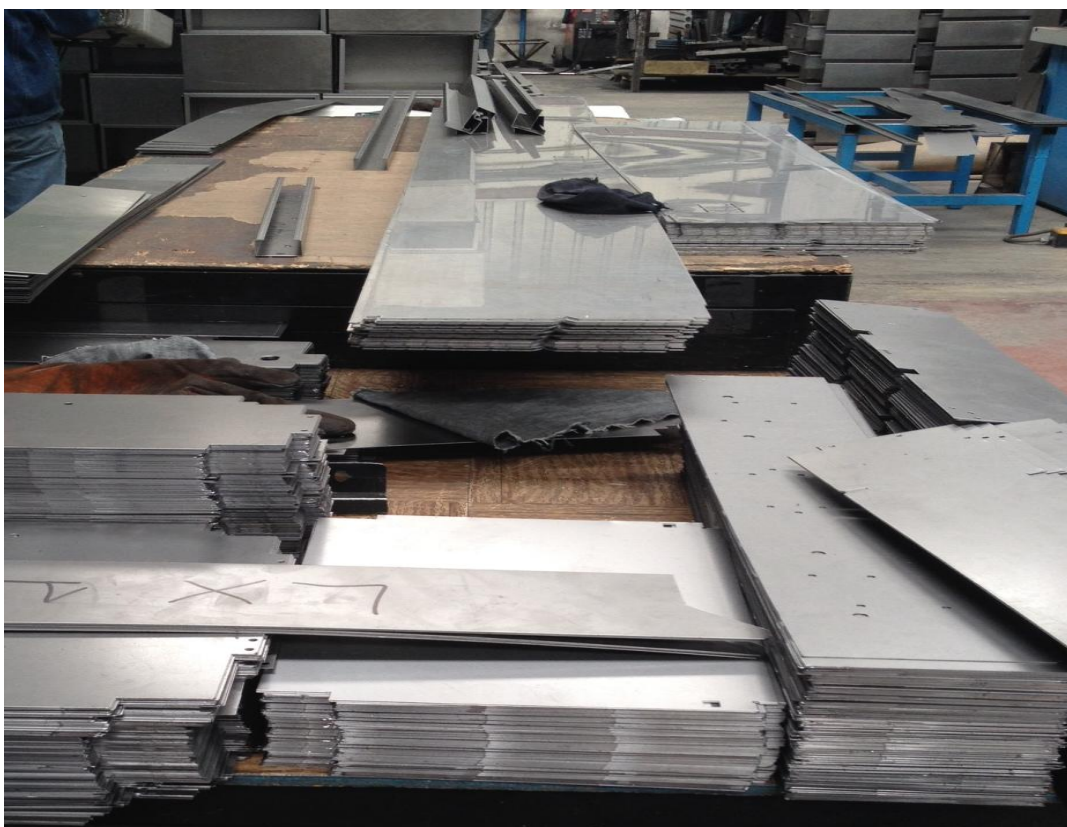
**Anexo 2** Lámina de acero punzonada



### Anexo 3 Corte de piezas que conforman la gaveta metálica



### Anexo 4 Piezas apiladas para ser dobladas



### Anexo 5 Piezas dobladas que conforman las gavetas metálicas



### Anexo 6 Soldadura de piezas





### Anexo 7 Pulido de piezas



### Anexo 8 Lavado de piezas



### Anexo 9 Recubrimiento de pintura electrostática



### Anexo 10 Secado de piezas pintadas



### Anexo 11 Ensamblado de gavetas metálicas



### Anexo 12 Embalado de gavetas metálicas (producto terminado)



## Anexo 13 Descripción inicial del Programa para estudio de tiempos

INICIO	
<b>PROGRAMA PARA ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>REGRESAR</b>
<p>El Programa fue desarrollado para que el usuario aplique la metodología de Estudio de Tiempos en su empresa y al final obtenga el Tiempo Estándar de forma automática, para ello deberá ingresar ciertos datos que se indican conforme se avanza a través del programa.</p>	
<p>Cada hoja cuenta con el botón <b>REGRESAR</b> ubicado en la esquina superior derecha y dirige hacia la pantalla inicial del PROGRAMA PARA ESTUDIO DE TIEMPOS.</p>	<b>REGRESAR</b>
<p>Para continuar con el estudio presione <b>INSTRUCCIONES</b></p>	<b>INSTRUCCIONES</b>

## Anexo 14 Instrucciones del Programa para estudio de tiempos

INSTRUCCIONES	
<p>1. El programa cuenta con 5 pasos hasta llegar al Tiempo Estándar.</p>	<b>REGRESAR</b>
<p>2. En cada hoja el usuario encontrará tablas que deberán ser llenadas únicamente en los espacios en BLANCO, cada espacio tiene una guía para facilitar su uso.</p>	
<p>3. Para iniciar el estudio, el usuario deberá imprimir el formato para toma de tiempos y apuntar las mediciones para luego ingresar en el programa.</p>	<b>FORMATO TOMA DE TIEMPOS</b>
<p>4. Una vez obtenida la información en el formato para toma de tiempos, se ingresa al botón 1 "REGISTRO DE DATOS" y se ingresan las mediciones con los datos correspondientes (fecha, elemento, nombre del operador, etc.)</p>	
<p>5. Para determinar el número correcto de observaciones, se realizan 20 mediciones y según los tiempos obtenidos se ingresan los datos en las tablas de la hoja "No. OBSERVACIONES" para verificar si las 20 observaciones son suficientes o se requiere realizar más mediciones. En el Programa existen dos métodos para mayor exactitud, el usuario puede escoger que método utilizar.</p>	
<p>6. Se debe calificar la actuación del trabajador en la hoja "VALORACIÓN", los parámetros a calificar son habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.</p>	
<p>7. Según las condiciones de trabajo, el analista debe seleccionar los suplementos correspondientes en la hoja "SUPLEMENTOS"</p>	
<p>8. Finalmente la hoja "TIEMPO ESTÁNDAR" calcula automáticamente el tiempo necesario para realizar el proceso estudiado.</p>	