



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA  
SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**TEMA  
“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA  
DE FABRICACIÓN PARA LA CAJA METÁLICA  
BASE CON EL FIN DE INCREMENTAR EL  
PORCENTAJE DE COMPONENTES Y PIEZAS DE  
PRODUCCIÓN NACIONAL PARA EL ENSAMBLE DE  
COCINAS ELÉCTRICAS DE INDUCCIÓN ”**

**AUTOR  
GÁLVEZ ADUM JOSÉ JAVIER**

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
ING. MEC. RUÍZ SÁNCHEZ TOMÁS ESQUIO, MSC**

**2015  
GUAYAQUIL-ECUADOR**

## **AUTORÍA**

**“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”**

**GÁLVEZ ADUM JOSÉ JAVIER**  
**c.c. 0920788528**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme siempre por los caminos que he elegido en la vida, a mi madre Cecilia por su apoyo incondicional en todas las decisiones de mi vida, a mi padre Jimmy por haberme enseñado a ser responsable y a luchar para conseguir lo que anhelo, a mi nono José por haber sido un ejemplo de rectitud y esfuerzo, a mi nona Cecilia, a mi hermana María Cristina y a Marcela por su cariño y por ser un pilar importante en mi vida.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de tesis se lo dedico a mis padres Cecilia y Jimmy, a mis nonos José y Cecilia, a mi hermana María Cristina y a Marcela.

## ÍNDICE GENERAL

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
	<b>PRÓLOGO</b>	1

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.1	Antecedentes de la empresa	2
1.2	Planteamiento del problema	5
1.3	Justificativos de la investigación	6
1.4	Objetivos de la investigación	6
1.4.1	Objetivo general de la investigación	6
1.4.2	Objetivos específicos de la investigación	7
1.5	Marco teórico de la investigación	7
1.6	Marco conceptual de la investigación	33
1.7	Marco contextual de la investigación	34
1.8	Marco histórico de la investigación	43
1.9	Marco ambiental de la investigación	44
1.10	Marco legal de la investigación	45

## CAPITULO II

### METODOLOGÍA

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.1	Generalidades de diseño del proceso	47
2.2	La tecnología de inducción	49

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.3	Demanda estimada	51
2.4	Inclusión de piezas nacionales	52
2.5	Diseño General del Producto	52
2.5.1	Diseño y desarrollo de la caja base de inducción	53
2.5.2	Estructura de los materiales	54
2.5.3	Desarrollo de los troqueles de la caja base de inducción	56
2.5.4	Reporte de análisis dimensional	59
2.5.5.1	Secuencia de operaciones de la caja base de inducción en el área de Metales	61
2.5.5.2	Secuencia de operaciones de la caja base de inducción en el área de Pintura	64
2.5.6	Layout del área de Metales y Pintura	66
2.5.7	Diseño de herramientas	67
2.5.8	Determinación de las líneas de fabricación del área de Metales	69
2.5.9	Determinación del tiempo ciclo de las operaciones de la caja base de inducción	70
2.5.10	Dotación requerida	72
2.5.11	Determinación de la producción por hora, estándar de fabricación, carga de hora-hombre y carga de Máquina	73
2.5.11.1	Determinación de la producción por hora	73
2.5.11.2	Determinación del estándar de fabricación, carga de hora-hombre y carga de maquina	75

### **CAPITULO III**

#### **PROPUESTA**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.0	Propuesta	78

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Análisis de costos para la inclusión de piezas fabricadas localmente	78
3.2	Análisis de la inversión financiera	81
3.3	Conclusiones	82
3.2	Recomendaciones	84

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Matriz Producto – Proceso	31
2	Almacenamiento materia prima local	37
3	Almacenamiento materia prima importada	47
4	Espacio físico para proveedores externos	38
5	Área de Metales	39
6	Área de Esmalte	39
7	Área de Pintura	40
8	Área final de ensamble de producto terminado	41
9	Caja base de inducción vista posterior	53
10	Caja base de inducción vista anterior	54
11	Niveles de estructura de los materiales	55
12	1ERA operación – troquelado de esquinas, ranuras y perforado	57
13	2DA operación – Estampado central y doblado de ceja a 90°	59
14	Modelo de dispositivo de caja base de inducción terminada	68

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Estructura de los costos de los materiales de la caja base de inducción	56
2	Reporte de análisis dimensional	60
3	Operaciones del proceso de formado de caja base	63
4	Especificaciones técnicas de las prensas en la fabricación de la caja base de inducción	70
5	Tiempos ciclo del área de Metales	71
6	Cuadro de detalle de dotación asignada	73
7	Información del área de Pintura	74
8	Información del área de Pintura para el cálculo de la producción por hora	74
9	Cálculo de estándar, hora-hombre y carga de máquina para la caja base en el área de Metales	75
10	Cálculo de estándar, hora-hombre y carga de máquina para la caja base en el área de Pintura	76
11	Cuadro comparativo de ahorro para las cocinas eléctricas de inducción	79
12	Cuadro comparativo de cantidades de piezas y porcentajes de participación	80
13	Cuadro de capital de trabajo necesario para compra de caja base de inducción importada	81
14	Costos de inversión para la construcción de troqueles y herramientas	82
15	Ahorro anual por fabricación de la caja base	82

## ÍNDICE DE PLANOS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Layout de la línea de fabricación de la caja base de inducción en el área de Metales	66
2	Layout del área de Pintura	67

**AUTOR : GÁLVEZ ADUM JOSÉ JAVIER**  
**TÍTULO : DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN PARA LA CAJA METÁLICA BASE CON EL FIN DE INCREMENTAR EL PORCENTAJE DE COMPONENTES Y PIEZAS DE PRODUCCIÓN NACIONAL PARA EL ENSAMBLE DE COCINAS ELÉCTRICAS DE INDUCCIÓN**  
**DIRECTOR : ING. MEC. RUÍZ SÁNCHEZ TOMÁS**

## **RESUMEN**

El gobierno del Ecuador ha lanzado el “Plan Gubernamental Cocción Eficiente” a través de un anuncio del Presidente Rafael Correa en una de sus cadenas sabatinas, la finalidad de este plan es eliminar el subsidio de \$700 millones al gas licuado de petróleo que el estado invierte anualmente, para lograr este objetivo, el gobierno ecuatoriano plantea reemplazar las cocinas a gas por cocinas eléctricas de inducción. Como fase inicial de este plan, el gobierno ecuatoriano plantea la importación de las parrillas de inducción, sin embargo, la segunda fase del proyecto pretende incluir un porcentaje de participación de piezas fabricadas localmente. El presente estudio de titulación busca diseñar e implementar una línea de fabricación para la caja base de inducción con el propósito de incrementar la participación de piezas de producción local para el ensamble de las cocinas de inducción. Para lograr el objetivo propuesto se han creado las bases de diseño de troqueles y herramientas necesarios, así como el método de fabricación en el área de Metales y el acabado final en el área de Pintura de la caja base de inducción, la mano de obra y materias primas e insumos necesarios para la producción, de tal manera, que se utilice de manera eficiente la capacidad instalada de planta y los recursos en la fabricación de este componente de la cocina eléctrica de inducción de acuerdo a una demanda pronosticada por el departamento de Ventas. Como resultado final de la investigación se analizará la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto, el retorno de la inversión y también se determinará qué porcentaje de participación tiene la fabricación local de la caja base de inducción con respecto al costo final de la cocina eléctrica de inducción.

**PALABRAS CLAVES : Estudio, Diseño, Implementación, Inducción, Eficiente, Fabricación, Producción, Cocina.**

**GÁLVEZ ADUM JOSÉ JAVIER**  
**CC: 0920788528**  
**AUTOR**

**ING. MEC. RUÍZ SÁNCHEZ TOMÁS**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO**

**AUTHOR : GÁLVEZ ADUM JOSÉ JAVIER**  
**SUBJECT : DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A LINE FOR MANUFACTURING BASE METAL BOX IN ORDER TO INCREASE THE PERCENTAGE OF COMPONENTS AND PARTS OF DOMESTIC PRODUCTION ASSEMBLY FOR ELECTRIC INDUCTION COOKERS**  
**DIRECTOR : ING. MEC. RUÍZ SÁNCHEZ TOMÁS**

### **ABSTRACT**

The government of Ecuador has launched the "Cooking Efficient Government Plan" through an announcement by President Rafael Correa on one of her Saturday chains, the purpose of this plan is to eliminate the subsidy of \$ 700 million liquefied petroleum gas that the state invests annually to achieve this goal, the Ecuadorian government proposes replacing gas cookers for induction cookers. As an initial phase of this plan, the Ecuadorian government raises import grills induction, however, the second phase of the project is intended to include an ownership interest of manufactured parts locally. This study seeks to design and implement a manufacturing line for induction base box with the purpose of increasing the participation of locally produced parts for assembly the induction cookers. To achieve the proposed objective it was created the basis for die design and tooling needed and the manufacturing method in the area of Metals and finishing in the area of painting induction in the base housing, the labor and the raw materials and inputs needed for production, so that is used efficiently installed a plant capacity and resources in making this component of electric induction cooker according to a demand predicted by the sales department. The end result of the research will analyze the investment needed to carry out the project, the ROI and also determined what percentage of participation is local manufacturing base induction box according to the final cost of the electric cooker induction.

**KEY WORDS : Study, Design, Implementation, Induction, Efficient Manufacturing, Production, Kitchen.**

**GÁLVEZ ADUM JOSÉ JAVIER**  
**CC: 0920788528**  
**AUTHOR**

**ING. MEC. RUÍZ SÁNCHEZ TOMÁS**  
**DIRECTOR OF WORK**

## **PRÓLOGO**

El presente estudio de investigación se enfoca en el diseño, implementación y puesta en marcha de una línea de producción para la fabricación de la caja base de inducción que se utiliza como cubierta inferior para proteger los componentes internos de la cocina eléctrica de inducción.

El desarrollo de este producto comprende la fabricación de la pieza desde una plantilla de acero negro, el proceso de formado de la caja en las líneas de prensa del área de Metales de la planta y el recubrimiento de pintura para dar el acabado final a la pieza previo el ensamble de las cocinas eléctricas de inducción.

Las operaciones de manufactura se las ha diseñado de acuerdo a las operaciones necesarias para el formado de las cajas base a inducción en las áreas de Metales y Pintura, el transporte de piezas semiterminadas, el diseño de los herramentales de transporte y almacenamiento han sido diseñados de acuerdo al flujo y al volumen de piezas a fabricar.

El requerimiento de fabricación de esta pieza es determinado por el departamento comercial de acuerdo a la demanda establecida en las proyecciones de ventas, esta cantidad de piezas se incluyen en el plan de producción de la planta.

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Antecedentes de La Empresa.

La empresa manufacturera de productos de línea blanca en la cual se centra este estudio está ubicada en el Km 14,5 vía a Daule en la ciudad de Guayaquil, se dedica a la fabricación y venta de cocinas a gas e inducción, lavadoras, secadoras, refrigeradoras, y demás productos de línea blanca.

Por formar parte de una multinacional la empresa también comercializa otro tipo de electrodomésticos para el hogar como aires acondicionados, campanas extractoras de gases, lavadoras de platos, gabinetes de vinos, refrigeradoras tipo vitrinas, cocinas y refrigeradoras de línea exclusiva que se importan al país provenientes de las filiales en el extranjero.

La empresa cuenta con oficinas regionales de Ventas y Distribución en Guayaquil, Quito y Cuenca. Posee una red de servicio post venta de repuestos y asesoría técnica, la cual se encuentra centralizada en Guayaquil, y se apoya en centros a nivel nacional para la atención a clientes.

A continuación se muestra una breve reseña general de la historia de esta empresa en el mundo y sus inicios en el Ecuador.

**La empresa en sus inicios.-** En el año 1946 en México, dos familias visionarias deciden unir las dos primeras sílabas de sus apellidos para crear el nombre de la empresa.

En el año de 1947 comienza la fabricación de muebles para cocina y en 1949 importación de estufas empotrables American Chamber, con el objeto de complementar las cocinas.

En 1953 la empresa incursionó en el mercado de línea blanca con sus estufas a gas con una producción diaria de 50 estufas y con 150 personas como empleados. En 1962 se crea centro de Ensamble en Venezuela. En 1964 Fabricación de los primeros refrigeradores con interiores de plástico. En el año de 1966 la empresa amplía su red de distribución haciéndose presente en Centroamérica, el Caribe y parte de Sudamérica.

**La empresa en Ecuador.-** En 1966 Electrodomésticos Durex C.A. inició sus operaciones en el actual complejo industrial de la empresa con la línea de vajillas de hierro enlozado convirtiéndose en la primera industria en manufacturar este tipo de productos a nivel nacional y la primera en fabricar cocinas de acero porcelanizado (1967) hecho que la convirtió en la empresa líder en esta categoría.

En 1970 Durex celebró un contrato de licencia con General Electric Co. para la manufactura y comercialización de electrodomésticos. Esta alianza le permitió a la empresa la fabricación de la primera refrigeradora Durex bajo la licencia de General Electric Co.

Al cumplir 15 años de fundación, Durex alcanza la cifra de 1'000.000 de productos fabricados para el mercado interno denominados "Los Artefactos de la Familia Feliz" y para aquel entonces se fabricaban cocinas, refrigeradoras, lavadoras de vajillas y aires acondicionados en la planta de Guayaquil.

El 1 de Agosto de 1995 la empresa en búsqueda de crecimiento hacia los mercados latinoamericanos compra las acciones de Electrodomésticos

Durex C.A. manteniendo la marca Durex como una línea de productos económicos.

**La empresa a nivel mundial.-** Con el nacimiento de las sucursales de Ecuador en 1995, Perú en 1996 y en 1998 con la firma del convenio con Fagor en España por la adquisición de dos plantas en Argentina y la planta de Inresa en Perú y la formación de la planta de DAKO en Brasil y Condesa en Venezuela esta empresa se afianza en el mercado latinoamericano de electrodomésticos de línea blanca en todas sus variedades.

En el año 2005 la empresa adquiere a la planta de Camco en Canadá y de esta manera consolida sus operaciones en todo el continente Americano. La apertura del nuevo edificio corporativo ubicado en la ciudad de México, el inmueble representa la consolidación de la nueva imagen de la empresa y la materialización de la filosofía; una sola organización multicultural con visión continental.

El 30 de Junio del 2014 la empresa califica como una de las 12 empresas escogidas por el gobierno para fabricar y comercializar cocinas eléctricas de inducción. Este nuevo proyecto de la empresa inicia como respuesta a un anuncio del presidente Rafael Correa en la cadena sabatina del 26 de Noviembre del 2011 en la que menciona la creación de un programa piloto de cocinas eléctricas de inducción con la finalidad de diversificar la matriz energética. En la cadena sabatina del 3 de Agosto del 2013 se oficializa la iniciativa del gobierno en el “Plan Gubernamental Cocción Eficiente” que tiene como objetivo reemplazar 3 millones de cocinas a gas por cocinas eléctricas de inducción; este plan tiene como finalidad eliminar el subsidio de \$700 millones anuales al gas licuado de petróleo. Como parte del incentivo de este proyecto, el 21 de Marzo del 2014 el presidente Rafael Correa aseguró que se ofrecerá financiamiento estatal para la adquisición de las cocinas de inducción en base de una

partida presupuestaria que se incluirán en el plan del gobierno, y que además se crea el incentivo tarifario será para todos los usuarios de cocción por inducción y calentamiento de agua con calefones eléctricos que consiste en dar sin costo 100 kilovatios hora por mes hasta el año 2018, 80 kW por cocina y 20 kW por duchas eléctricas.

## **1.2. Planteamiento del Problema.**

El Ecuador es uno de los países en Latinoamérica que más gasta en subsidios en energía, por lo que el gobierno del presidente Rafael Correa ha implementado el proyecto denominado “Plan gubernamental Cocción Eficiente”, que tiene fecha de inicio Agosto 2014, con el objetivo de reemplazar tres millones de cocinas a gas por cocinas de electricidad por inducción hasta el año 2016, con el fin de eliminar el subsidio al gas licuado de petróleo que cuesta al gobierno \$700 millones al año según el Ministerio de Electricidad, lo cual fue publicado en el diario El Universo el 06 de Agosto del 2014.

A partir del anuncio realizado por El Presidente en la cadena sabatina del 3 de Agosto del 2013, el mercado local de cocinas a gas decae lo cual impacta a las empresas manufactureras de línea blanca de manera significativa, incluyendo a la empresa en la que se va desarrollar este estudio; en consecuencia disminuyen considerablemente las ventas nacionales de estufas causando una reducción sensible en el margen de utilidad de la empresa. La fábrica enfrenta una caída en sus cifras de producción direccionadas al consumo nacional, incumpliendo su presupuesto de ventas del año 2013 debido a que el mercado está retraído en la compra de cocinas a gas. El gobierno acorde a su propuesta de cambio de la matriz productiva, se plantea incrementar la participación de componentes fabricados nacionalmente a un porcentaje no menor al 20%; para lograr esto se creará una subpartida arancelaria especial CKD (partes y piezas) con una tabla arancelaria que será inversamente proporcional al componente a ensamblar. La empresa en

busca de oportunidades de negocio, ve la necesidad de participar en el “Plan Gubernamental Cocción Eficiente”, por lo que se propone implementar una línea de producción de cocinas eléctricas por inducción y cumplir con los requisitos solicitados por el gobierno, para poder acceder al mercado como una de las empresas productoras calificadas. Además, siendo uno de los requisitos es que el 20% de componentes sea de producción nacional, la empresa se enfoca en la fabricación de la caja metálica base para la cocina de inducción y su ensamble final.

### **1.3. Justificativos de la Investigación.**

El presente estudio se justifica en la necesidad de diseñar e implementar el proceso de fabricación de la caja base de inducción, el mismo que deberá incluir el diseño de manufactura de las operaciones necesarias para la fabricación y acabado en pintura de este componente, los materiales y consumos de materias primas, el diseño, el número de operaciones y las consideraciones de funcionamiento de los troqueles, los herramientas necesarios que servirán para la manipulación, acarreo y almacenamiento de la caja tanto para el proceso de fabricación en el área de metales como para el proceso de acabado en pintura con finalidad de incrementar la participación de piezas fabricadas localmente de la cocina eléctrica de inducción, en base a la demanda estimada del último trimestre del año 2014 del mercado local, en consecuencia al plan del gobierno de Rafael Correa para reemplazar 3 millones de cocinas de gas por cocinas de eléctricas de inducción.

### **1.4. Objetivos de la Investigación.**

#### **1.4.1. Objetivo General de la Investigación.**

Diseñar e implementar un proceso de fabricación y acabado en pintura para la caja base de las cocinas de inducción en una empresa

manufacturera de línea blanca para incrementar el porcentaje de piezas fabricadas localmente.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos de la Investigación.**

- Determinar la capacidad de producción requerida de la caja base de una cocina de inducción de acuerdo al pronóstico determinado por el departamento de ventas.
- Diseñar las operaciones, el layout y los herramientas necesarios para la implementación de la línea de fabricación y acabado en pintura de la caja base de una cocina de inducción.
- Analizar la inversión estimada, el payback del proyecto y el porcentaje de piezas fabricadas localmente.

#### **1.5. Marco Teórico de la Investigación.**

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizará como marco teórico herramientas de la Ingeniería Industrial como los procesos de manufactura, diagrama de flujos de procesos y el estudio de métodos y tiempo entre otras herramientas.

Estas herramientas de la ingeniería industrial permitirán analizar los requerimientos necesarios para el diseño de la línea de fabricación.

#### **Ingeniería de Métodos.**

En ocasiones ciertos términos como diseño del trabajo, simplificación del trabajo, ingeniería de métodos y reingeniería corporativa se los suele utilizar como sinónimos. Todos estos términos apuntan a una sola dirección la cual es la reducción del costo por unidad de producción o el

aumento de la producción por unidad de tiempo, en otras palabras, es la mejora de la productividad. Normalmente, los márgenes de ganancia suelen mejorarse mediante cambios en ciertas áreas como contabilidad, bodegas de inventarios, planeación de requerimientos de materiales, logística y recursos humanos. Las mejoras que se han realizado en los procesos de intercambio de información proporcionan grandes recompensas a estas áreas. La ingeniería de métodos implica siempre la capacidad tecnológica, y debido a esto las mejoras en la productividad nunca terminan y constantemente se encuentran evolucionando.

La ingeniería de métodos utiliza un proceso sistemático para el diseño de un puesto de trabajo, la fabricación de un producto nuevo o el diseño de un servicio. Estos pasos se detallan a continuación:

**a) Selección del proyecto.-** Estos proyectos suelen ser productos nuevos como también proyectos existentes con un alto costo de manufactura y una baja ganancia. Se consideran también a los proyectos con dificultades de calidad y que a su vez no son competitivos.

**b) Obtención de datos.-** En esta etapa se integran todos los datos referentes al servicio o producto. Se incluyen diagramas, especificaciones técnicas, cantidades requeridas, entregas, proyecciones de fabricación, etc.

**c) Análisis de datos.-** La información recolectada es analizada para poder decidir qué alternativa se puede tomar para la mejora del proceso o servicio. Estos métodos de análisis se aplican a la operación, el diseño de la parte, materiales, tolerancias, especificaciones, procesos, herramientas, etc.

**d) Desarrollo del método ideal.-** Se debe de seleccionar el mejor método para cada operación, inspección y transporte tomando en

consideración todas las posibles restricciones asociadas para cada alternativa, entre estas tenemos la productividad, ergonomía, seguridad y salud.

**e) Presentación e implementación del método.-** Se explica a detalle el método propuesto a todas las personas involucradas en la operación y el mantenimiento.

**f) Análisis del trabajo.-** En esta etapa se lleva a cabo un análisis del método determinado para establecer que los operadores sean seleccionados y entrenados adecuadamente.

**g) Instituyendo el estándar de tiempo.-** Se debe de determinar un estándar justo y equitativo para el método previamente establecido.

**h) Seguimiento al método.-** Cada ciertos intervalos de tiempo se debe de auditar el método con la finalidad de saber si el método establecido ha alcanzado los estándares de productividad y calidad deseados.

Podemos decir que la ingeniería de métodos es un análisis sistemático profundo de las operaciones directas e indirectas con el propósito de proponer mejoras que permitan desarrollar el trabajo de una manera más fácil, en seguridad y salud para los trabajadores de una empresa, y en menor tiempo y con una inversión menor por unidad producida (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 3).

### **Importancia de la productividad.**

El objetivo de las industrias manufactureras es fabricar un producto de calidad, a tiempo y al menor costo posible, utilizando una mínima

inversión de capital. De esta manera el diseño de los métodos, estándares y diseño del trabajo son una parte fundamental para la producción. Aquí más que en cualquier otra área de la planta, se determina si el producto a fabricarse se lo hace de manera competitiva a través de puestos de trabajo, herramientas, interacciones hombre-máquina más eficientes (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 1).

### **Diagrama de flujo de procesos.**

Este diagrama representa la esquematización gráfica de los pasos o procesos a seguir para alcanzar la solución de un problema. Es importante resaltar que el Diagrama de Flujo muestra el sistema como una red de procesos funcionales conectados entre sí por " Tuberías " y "Depósitos" de datos que permite describir el movimiento de los datos a través del Sistema. Este describirá : Lugares de Origen y Destino de los datos , transformaciones a las que son sometidos los datos, Lugares en los que se almacenan los datos dentro del sistema , Los canales por donde circulan los datos. Este diagrama es muy útil para determinar costos ocultos que resultan ser improductivos como transportes innecesarios, almacenamientos temporales, retrasos en los procesos, etc. Una vez determinados estos tiempos improductivos, se puede realizar las correcciones necesarias para minimizarlos, y por consiguiente, reducir los costos.

Adicionalmente al registro de operaciones e inspecciones estos diagramas muestran todos los retrasos en movimientos y almacenamiento a los que el producto se expone a medida que recorre la planta.

Existen dos tipos de diagramas de flujo, el primer tipo corresponde a los diagramas de flujo de productos o materiales, y el segundo tipo corresponde a los diagramas de flujo de personas u operativos. El primer

tipo de diagramas proporciona los detalles de los eventos que involucran un material o un producto, mientras que el segundo tipo proporciona detalles de cómo una persona lleva a cabo una secuencia de operaciones.

La información que contiene el diagrama de flujo de procesos es bastante completa, generalmente incluye un número de parte, número de diagrama, descripción del proceso, metodología actual o propuesta, fecha y el nombre de la persona que lo elaboró. Dentro de la información adicional que puede ser útil para identificar totalmente el trabajo que se está realizando se encuentra en la planta, edificio o departamento; el número de diagrama; la cantidad; y el costo. Mediante esta herramienta se puede eliminar o reducir los costos ocultos de un componente. Puesto que este diagrama muestra todos los transportes, retrasos y almacenamientos. Así mismo, este diagrama es excepcionalmente valioso para mostrar cómo puede mejorarse la distribución de planta (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 26).

### **Diagrama de recorrido.**

A pesar de que el diagrama de flujo de procesos proporciona información pertinente relacionada al proceso, este no muestra un plan pictórico del flujo del trabajo. Esta información resulta ser de mucha utilidad al momento de elaborar un método. Como un ejemplo de esto podemos decir que si se desea reducir un transporte, el analista necesita visualizar dónde hay suficiente espacio para construir una instalación de tal manera que la distancia de transporte pueda acortarse. De la misma forma, es de suma importancia visualizar las áreas que puedan servir como almacenes temporales o permanentes, las estaciones de inspección y los puntos de trabajo. La forma más adecuada de obtener esta información es consiguiendo un diagrama de las áreas y posteriormente bosquejar las líneas de flujo, es decir, bosquejar el movimiento del

material a través de las áreas de la planta. El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de las áreas y secciones que muestra todas las actividades del diagrama de flujo de procesos.

Cuando se elabora uno de estos diagramas se identifican las actividades utilizando los símbolos y números correspondientes que aparecen en el diagrama de flujo. La dirección del flujo se indica colocando flechas pequeñas a lo largo del flujo.

El diagrama de recorrido representa un complemento al diagrama de flujo de procesos debido a que indica el camino hacia atrás y las áreas de congestión de tráfico y facilita el desarrollo de una configuración ideal de planta (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 29) .

### **Diagrama de procesos Hombre–Máquina**

El diagrama de procesos hombre-máquina se lo utiliza para el estudio, análisis y mejora de una estación de trabajo. Este diagrama muestra la relación de tiempo que existe entre el ciclo operación de la máquina y el ciclo de trabajo del operador. Esta información conduce a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina, de igual manera ayuda a balancear de mejor manera el ciclo del trabajo debido a que el buen uso del tiempo ocioso del operador, mientras espera el ciclo de la máquina puede incrementar la eficiencia de la producción. Al momento de elaborar uno de estos diagramas primeramente se lo debe de identificar correctamente con el título de diagrama hombre-máquina, posteriormente la información que puede ser incluida en este diagrama puede ser el número de parte de la pieza a fabricar, el número del diagrama, la descripción de la operación, el método propuesto o actual, la fecha, etc. En razón de que estos diagramas se dibujan siempre a escala, se debe de seleccionar una distancia en pulgadas o centímetros para

poder relacionarla a una unidad de tiempo de tal manera que el diagrama se pueda distribuir adecuadamente. A medida que el tiempo que se analiza sea mayor, la distancia por minuto decimal será más corta. Una vez que se ha establecido los valores exactos de la distancia, en pulgadas o centímetros por unidad de tiempo, el diagrama puede comenzar.

Sobre el lado izquierdo del diagrama se colocan las operaciones y tiempo del operador, mientras que en el lado derecho se coloca el tiempo trabajado y el tiempo ocioso de la máquina. Una línea continua vertical muestra el trabajo del operador, un corte en esta línea muestra tiempo ocioso, se considera lo mismo para el ciclo de la máquina. Una línea punteada debajo de la columna de la máquina indica el tiempo de carga y descarga de la máquina, durante este tiempo la máquina no está ociosa ni en operación.

Se deben de colocar en este diagrama todos los tiempos ociosos y ocupados de la máquina y del operador durante todo el tiempo del ciclo, en la parte inferior del diagrama se anotan todos los tiempos ocupados y ociosos tanto del trabajador como de la máquina. La suma del tiempo productivo más el tiempo ocioso del operador debe ser igual a la suma del tiempo productivo más el tiempo ocioso de la máquina que opera.

Se necesita contar con valores de tiempo precisos del trabajador y de la máquina antes que se construya este diagrama. Estos valores de tiempo deben considerar tiempos estándar que incluyan una tolerancia aceptable para la fatiga, retrasos, entre otros. Una vez terminado el diagrama hombre-máquina mostrará claramente los tiempos ociosos de la máquina y del operador, por lo general, estos tiempos son buenos para realizar mejoras. Sin embargo, se debe de comparar el costo del tiempo ocioso de la máquina con el tiempo ocioso del trabajador, solo así, con los costos totales se puede tomar la mejor decisión para reducir estos costos

(Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 30).

### **Diagramas de procesos de grupo.**

Este diagrama es una adaptación del diagrama hombre-máquina. El diagrama de procesos hombre-máquina determina el método más económico para que un trabajador opere una máquina. Sin embargo, es común que debido a la complejidad del proceso de fabricación se requiera de la participación de más de un trabajador para poder operar una máquina de manera más eficiente.

El diagrama de procesos de flujo muestra exactamente la relación exacta entre los ciclos ociosos y de operación tanto de la máquina como de los trabajadores que operan dicha máquina (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 32).

### **Procesos de Manufactura.**

Un proceso industrial es el conjunto de operaciones unitarias necesarias para modificar las características de las materias primas. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética. Para la obtención de un determinado producto serán necesarias multitud de operaciones individuales de modo que, dependiendo de la escala de observación, puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta del producto como a las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina/herramienta.

La producción, la transformación industrial, la distribución, la comercialización y el consumo son las etapas del proceso productivo. Algo

que se utiliza comúnmente en un proceso es el cambio de cualquier tipo de error, si esto no se hace puede haber una confusión en un proyecto ideado (ingeniería industrial online , 2010).

### **Balanceo de Línea.**

El balanceo de líneas es una de las herramientas más fundamentales para un proceso productivo de fabricación, dado que una línea balanceada depende de variables que impactan a la productividad del proceso, estas variables son los inventarios en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción. El objetivo fundamental del balanceo de línea es igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso. Para poder establecer de manera correcta un balanceo de línea se debe de mantener un estricto orden en el levantamiento de datos, aplicación de teoría, movimiento de recursos e inclusión de inversiones. Por este motivo, se debe de considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea, ya que no todos los procesos justifican el equilibrio entre los tiempos de las estaciones, tales como son:

**a) Cantidad.-** El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de la línea.

**b) Continuidad.-** Se deben de tomar medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y subensambles. De la misma manera se debe de coordinar el mantenimiento para que se minimice el tiempo perdido por fallas (ingeniería industrial online , 2010).

### **Línea de fabricación y línea de ensamble.**

Dentro de las líneas a las que aplica el balanceo tenemos las líneas de fabricación y las de ensamble, las líneas de fabricación se dedican a la

construcción de componentes, mientras que la línea de ensamble se dedica a juntar los componentes previamente fabricados para obtener una unidad mayor.

Las líneas de fabricación se deben de balancear de tal manera que la frecuencia de salida de una máquina debe de ser igual a la frecuencia de alimentación de la máquina que realiza la operación siguiente. El balanceo de la línea de fabricación depende netamente de los tiempos de ciclo de máquina. De igual manera debe de realizarse el balanceo sobre el trabajo de un operario en la línea de ensamble.

En la práctica resulta más fácil balancear una línea de ensamble compuesta netamente de operarios, ya que los cambios se aplican solamente al cambio de tareas se realizan entre operarios. Para que esto funcione se necesita un programa de diversificación de tareas o habilidades, para que en un momento necesario un operador pueda realizar un buen desempeño en diferentes puestos de trabajo (ingeniería industrial online , 2010).

### **Diseño de las partes.**

La tendencia del pensamiento es que una vez que se ha aceptado un diseño, el paso siguiente es plantear su fabricación de la manera más económica. Un ligero cambio en el diseño puede ser difícil, sin embargo, todos los diseños deben de ser revisados para poderlos mejorar continuamente.

Para mejorar un diseño se deben de tomar las siguientes consideraciones:

- a)** Reducir el número de partes mediante la simplificación del diseño.

**b)** Reducir el número de operaciones y las distancias de los recorridos en el proceso mediante la unión más eficiente de las partes y de la simplificación del maquinado y del ensamble.

**c)** Utilización de materiales de mejor calidad.

**d)** Ampliar tolerancias y confiar de las operaciones claves para obtener precisión, en vez de confiar en una serie de límites estrictos.

**e)** Realizar los diseños para mejorar la fabricación y el ensamblado.

Las dos primeras consideraciones ayudan a reducir los desperdicios que resultan de los procesos inadecuados, el transporte innecesario y el exceso de inventario. De la misma forma en la que existen oportunidades de mejora de la productividad a través de un mejor diseño del producto, también existen mejoras en los diseños de los formatos, sean estos en papel o en formato digital. Una vez determinada la necesidad de un formato se pueden aplicar los siguientes criterios:

**a)** El diseño debe de ser simple, lo que se traduce en mantener la información de entrada necesaria en un nivel mínimo.

**b)** Proporcionar suficiente espacio para la información para que esta pueda ser ingresada de varios métodos.

**c)** La secuencia de entrada de la información se debe de realizar a través de un patrón lógico.

**d)** El formato debe de contar con un código de colores que facilite la distribución y el enrutamiento para de esta manera, tener separadas las operaciones críticas del proceso y evitar errores por confusión.

**e)** Limitar los formatos a una sola página (Niegel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 61) .

### **Secuencia y Proceso de fabricación.**

A medida que la tecnología de manufactura avanza, elimina la manufactura del trabajo intensivo a favor de los procesos que requieren inversiones masivas de capital. Se debe enfocar la atención principalmente al maquinado y ensamblado multieje y multifuncional.

Los equipos modernos pueden realizar tareas más rápidas y eficientemente, son más precisos y flexibles y utilizan controles avanzados y grandes herramientas. Las funciones de programación permiten realizar calibraciones durante y después del proceso en el que se prueba la sensibilidad y la compensación de la herramienta, lo cual se traduce en un control de calidad fiable.

Se debe de entender que todos los procesos de manufactura se encuentran divididos en tres pasos: control y planeación de inventarios, operaciones de configuración y manufactura de los procesos.

Para mejorar los procesos de manufactura se debe de considerar:

- a)** La modificación de las operaciones.
- b)** La modificación de las operaciones manuales.
- c)** El uso de los recursos más eficientes en las operaciones mecánicas.
- d)** La operación de los recursos mecánicos de manera más eficiente.
- e)** La fabricación cercana a la forma final (manufactura de forma neta).

**f) La utilización de robots.**

Todos los puntos mencionados anteriormente, permiten manejar los desperdicios que resultan de los procesos inadecuados (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 61).

**Manejo de materiales.**

Dentro del manejo de materiales se manejan limitaciones como el desplazamiento de las partes, las cantidades y el espacio físico de las mismas. Lo principal de este manejo es que se debe de garantizar el desplazamiento y flujo de materiales desde su abastecimiento como materia prima, su transformación en las diferentes etapas del proceso y finalmente como un producto terminado.

Dentro del flujo de materiales cada etapa del proceso de transformación debe de manejar los niveles óptimos de piezas para que el proceso no sea interrumpido, ya sea por un exceso en la cantidad o una falta de abastecimiento. El recorrido de los materiales es esencial para no invertir tiempos que no agregan valor a la operación, buscando que sea este flujo el mínimo y que la parte sea entregada en el lugar correcto. Un punto muy importante de los materiales es que deben de llegar en condiciones óptimas solicitadas, esto es que no hayan sufrido daños desde el proveedor o en el transcurso del recorrido, y finalmente, se debe analizar su almacenamiento ya sea este temporal o permanente. Dentro del manejo de materiales se tiene que dar mucha importancia a los detalles de los movimientos ya que un estudio realizado por el instituto de manejo de materiales identificó que entre el 30% y el 85% de los costos de introducir un producto al mercado está asociado con la manipulación de las partes, por lo que para reducir esta manipulación deben de tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- a) Minimizar los tiempos en la recepción de los materiales.
- b) Manejo de equipos automáticos para transportación.
- c) Hacer un óptimo estudio de las instalaciones existentes y realizar un óptimo flujo de materiales.
- d) Una manipulación adecuada para minimizar los daños del material.
- e) Manejar identificaciones avanzadas de las partes como los códigos de barras.

Analizando los puntos anteriores nos llevan a unos centros de almacenamiento que han evolucionado al punto de ser bodegas automatizadas que manejan sistemas computarizados para la administración de flujos de materiales y procesamiento de los datos (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 78).

### **Implementación del método propuesto.**

La implementación del método propuesto es el quinto paso para la creación de un nuevo puesto de trabajo de un servicio nuevo. Como primer paso se debe el método propuesto, varios métodos alternos pueden ser factibles, y estos pueden tener diferencias de precios o en la eficacia.

Vender la idea del método propuesto es el siguiente paso, y tal vez el más importante ya que un método nuevo que no se vende bien por lo general no se lo implementa. No importa cuán importante sea la información que se presente ni la metodología, el valor de este nuevo método es cero a menos que no se lo implemente. La presentación del

nuevo método propuesto debe contener la decisión por la cual se llevó a cabo el cambio del diseño final y debe hacer énfasis en los ahorros de materiales y mano de obra que se pueden obtener con este.

Se deben de incluir en la nueva propuesta las mejoras de calidad y de fidelidad que se van a obtener cuando el nuevo método sea implantado, y como último paso debe de mostrarse la recuperación de la inversión del capital, ya que si la recuperación de los costos no es razonable, el proyecto no tendrá viabilidad. Una vez que el método propuesto es presentado, vendido y aceptado se procede con la implementación. La implementación, al igual que la presentación del método requiere de cierta habilidad de venta para poder vender esta nueva idea a todos los niveles de la organización (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009).

### **Tablas de decisión.**

Las tablas de toma de decisiones emplean un enfoque analítico que elimina la subjetividad al momento de tomar una decisión importante, es decir, determina el método más viable entre varias alternativas, básicamente, las tablas están formadas de enunciados que cuestionan, condicionan o combinan condiciones correctas, a partir de estas se realizan acciones específicas. De esta manera las tablas describen sistemas de decisiones complejos con reglas y variables múltiples que deben de ser analizadas cuidadosamente. Estas tablas se las conoce con el nombre de tablas de acción de riesgo y son utilizadas con frecuencia en programas de seguridad para especificar las acciones que se deben de considerar bajo condiciones de riesgo. Estos riesgos se los identifica a través de dos variables diferentes: frecuencia con la que puede ocurrir el evento; y la severidad de los daños.

La frecuencia se la puede clasificar como extremadamente remota, razonablemente probable y altamente probable, por otra parte, la

severidad se la clasifica como despreciable, marginal, crítica y catastrófica. En general, las tablas de decisión se enfocan en el poder de tomar decisiones de mayor calidad a través de técnicas de análisis de decisión y de una menor presión temporal, es decir, que los planes de acción se los puede elaborar de manera anticipada en lugar de enfrentarse a las presiones instantáneas que un problema acarrea y que generalmente llevan a errores (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009).

### **Ingeniería de Valor.**

Una forma de evaluar las diferentes alternativas es mediante la aplicación de números y formar una matriz de pagos. Frecuentemente, este proceso toma el nombre de Ingeniería de valor, en la que cada solución puede tener varias alternativas de valores con respecto a los beneficios buscados. A cada beneficio se le designa un peso (entre 0 y 10) y después se le asigna un valor (desde 0 hasta 4) para ver cómo se produce el resultado esperado. El valor asignado se multiplica por la ponderación y los productos se suman para tener el resultado, en donde la suma más alta se convierte en el resultado final (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009).

### **Análisis Costo-Beneficio.**

El análisis costo-beneficio es un enfoque cuantitativo que se utiliza para evaluar las diferentes alternativas al momento de tomar una decisión.

Este enfoque se basa en 5 pasos fundamentales los cuales son:

**a)** Determinar qué cambia debido a un mejor diseño, es decir, el aumento de la productividad, mejora de la calidad percibida de producto, mejora en el tiempo de fabricación, etc.

**b)** Cuantificar los cambios en unidades monetarias.

**c)** Determinar el costo que se necesita para implantar los cambios.

**e)** Dividir el costo entre el beneficio de cada alternativa, con lo que se crea una razón.

**f)** La razón más pequeña determina la alternativa deseada.

De todos los pasos enunciados el número 2 es el más complicado de evaluar y cuantificar. No siempre se pueden asignar valores en dólares; en ciertas ocasiones pueden ser cambios porcentuales, número de unidades producidas u otros valores relacionados (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009).

### **El Estudio de Tiempos.**

Uno de los requerimientos para desarrollar un puesto de trabajo eficiente es la implantación de los estándares de tiempo, estos se determinan a través de estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo. Anteriormente, se utilizaban mayormente las estimaciones como una forma de establecer estos estándares. Sin embargo, se ha podido demostrar que no se puede establecer estándares consistentes y justos tan solo con ver un trabajo y determinar el tiempo requerido para hacerlo. Con los registros históricos, los estándares se basan trabajos similares que se han realizado con anterioridad. Actualmente, un trabajador perfora una tarjeta o en algún dispositivo recolector de datos al momento de iniciar y terminar un trabajo. Esta práctica indica cuánto tiempo tomo realizar el trabajo, pero no indica cuánto tiempo debió haber demorado. Algunos trabajos suelen tener demoras personales, demoras evitables e inevitables en proporciones mayores de las que deberían ser, mientras que otros trabajos no incluyen estas proporciones de tiempo. Los datos históricos, contienen

desviaciones consistentes hasta de un 50% en la misma operación del mismo trabajo. Las metodologías de medición de tiempo con cronómetro (sistemas de tiempos predeterminados, datos estándar, formulaciones de tiempo o estudios de tiempo de trabajo), representan una mejor opción de establecer estándares de producción. Estas prácticas se basan en establecer estándares de tiempo permitido para realizar una tarea, con los tiempos de holgura por fatiga y por retrasos personales. Los estándares de tiempo que se establecen con precisión permiten el aumento de la eficiencia del equipo y del personal operativo, mientras que un estándar establecido de manera incorrecta puede incurrir en costos altos, inconformidades de los trabajadores y otras fallas en la empresa (Niegel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 327).

### **Estándares de la Mano de Obra Indirecta y General.**

Los enfoques sistemáticos de estándares, métodos, y pagos de salarios se aplican en las áreas indirectas y generales de igual forma que en el trabajo directo. Los procedimientos para crear métodos de trabajo como el análisis de la información, el desarrollo del método, el establecimiento del estándar, entre otras, también puede generar ahorros.

El muestreo del trabajo es una buena práctica que se utiliza para determinar la gravedad de un problema, la solución y el ahorro en las áreas de trabajo indirecto y general. Resulta familiar encontrar que estos grupos de trabajo solamente se dedican entre el 40% y el 50% del tiempo en actividades productivas. Tomamos como ejemplo el trabajo de mantenimiento que se realiza en una planta, este representa un gran porcentaje de los costos indirectos y en donde se puede evidenciar las siguientes pérdidas de tiempo:

**a) Comunicación inadecuada.-** Es común encontrar instrucciones de trabajo incompletas y erróneas en las órdenes de trabajo. Esta falencia

genera viajes adicionales para buscar herramientas, suministros y repuestos que deberían estar disponibles al momento de realizar una reparación.

**b) Poca disponibilidad de partes, herramientas o equipos.-** Si los trabajadores de mantenimiento no cuenta con las herramientas necesarias, repuestos requeridos y equipos para realizar una reparación se verán obligados a improvisar, lo que finalmente resulta en una pérdida de tiempo y la calidad del trabajo se verá afectada y, por consiguiente, la fidelidad de la máquina.

**c) Interferencia de empleados de producción.-** Una programación inadecuada en la producción o el mantenimiento de un equipo puede generar que los empleados de mantenimiento no puedan intervenir una máquina debido a que sigue siendo utilizada por producción, esto causa que el empleado de mantenimiento esté inactivo mientras espera que se termine el proceso de fabricación y se libere la máquina.

**d) Personal excesivo para el mantenimiento.-** Generalmente, se designa a más personas de las necesarias para realizar un trabajo, lo que resulta en tiempo perdido ya que solamente van a estar ocupados las personas que en realidad se necesitan para realizar el trabajo específico mientras que las otras esperan.

**e) Trabajo insatisfactorio que debe realizarse de nuevo.-** Frecuentemente, la mala planificación genera que el trabajo se tenga que realizar de manera apresurada y en menor tiempo del necesario, esto hace que el empleado de mantenimiento haga una reparación provisional. Esto genera una nueva reparación para corregir por completo el problema.

**f) Planeación inadecuada.-** La mala planeación genera problemas y retrasos de toda índole en los trabajos de mantenimiento, en contraste,

una buena planeación asegura que haya el suficiente trabajo planificado de manera ordenada para realizar todas las tareas de mantenimiento requeridas (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 467).

### **Costeo.**

Se refiere al procedimiento que se utiliza para determinar de manera precisa los costos antes de iniciar la producción. Si se cuentan con los estándares de tiempo de la mano de obra directa, se puede asignar un costo anticipado con respecto al costo primario del producto. Se considera al costo primario como la suma de los costos directos de mano de obra y materiales.

Los costos forman la base esencial de las acciones dentro de una empresa, cuando los costos aumentan demasiado en comparación con el método de producción competitivo se debe tomar en cuenta la idea de realizar un cambio. Existen varias alternativas para la producción, las mismas que compiten en función de sus costos. Se pueden clasificar a los costos en cuatro grupos: costos directos del material, costos directos de la mano de obra, gastos de fabricación y gastos generales. Los dos primeros grupos de costos hacen referencia a la producción directa, mientras que los dos últimos grupos son gastos fuera de la producción que se llaman costos generales.

Se considera costo directo de materiales a las materias primas, subcomponentes comprados, artículos comerciales estándar y artículos subcontratados. Se debe iniciar con el cálculo de la cantidad básica de materiales para el diseño, a este rubro se le adicionan los valores de los desperdicios debidos a errores de manufactura o del proceso como tal, gastos por errores de diseño y mermas.

La cantidad aumentada que se obtiene, multiplicada por el precio unitario, proporciona el costo final de los materiales con un factor de resta por el valor de recuperación anticipado como se muestra a continuación:

$$\text{Costo materiales} = Q \times (1 + L_{sc} + L_w + L_{sh}) \times C - S$$

Donde:

Q= Cantidad base (peso, volumen, etc.)

L<sub>sc</sub>= Factor pérdida por desperdicios (mismas unidades)

L<sub>w</sub>= Factor de pérdida debido a gasto (mismas unidades)

C= Costo unitario de materiales

S= Valor de recuperación de materiales

La mano de obra directa hace referencia a todos los trabajos que realizan los trabajadores envueltos de manera directa en la fabricación del producto, estos costos se los calcula a partir del tiempo de fabricación del producto multiplicado por la tasa salarial.

Los costos de fabricación incluyen la mano de obra indirecta, máquinas, herramientas de fabricación y costos de las energías. La mano de obra indirecta incluye factores de envío y recepción, fletes, almacenamiento, mantenimiento y servicios de intendencia. Los costos de mano de obra indirecta, máquinas y herramientas pueden tener un mayor grado de dominio al momento de tomar una decisión en un proceso productivo específico que los costos de los materiales y la mano de obra directa. Para los gastos generales se consideran la mano de obra general (administración, contabilidad, ventas, ingeniería, etc.), renta, seguros y servicios. La distribución de los costos varía en relación de la cantidad de

unidades que se desean fabricar. Cuando las cantidades de producción son pequeñas, la proporción de costos de desarrollo es alta cuando se la compara con los gastos de manufactura, mano de obra directa, materia prima y materiales comprados. Dentro de los costos de desarrollo se encuentran incluidos los rubros del diseño, planos, levantamiento de información de manufactura, herramientas, pruebas y demás aspectos que se involucran en las primeras piezas producidas.

A medida que la producción avanza, la atención se centra en la reducción de gastos generales de mano de obra y materiales, a través de procesos de ingeniería y métodos de manufactura avanzados (Niebel, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009, pág. 498).

### **Producción.**

En toda organización el proceso de producción es el de mayor valor agregado. Estos sistemas productivos son los principales ejes de desarrollo de las empresas.

Generalmente, se subestima el alcance de estos procesos para obtener una ventaja competitiva ante las demás empresas, debida que diferentes factores y prácticas vanguardistas como la optimización de los flujos logísticos, la innovación de los procesos y la implementación de nuevos sistemas de intercambio de información están generando impactos positivos. Estos sistemas son capaces para adoptar nuevas tecnologías, diseños y métodos provenientes de la innovación de los procesos, flexibilidad, parámetros de calidad y costos, además de ser integrados a funciones importantes como la participación del diseño y el mejoramiento continuo para satisfacer las exigencias de los clientes. El desarrollo de los sistemas productivos está estrechamente relacionado al desarrollo de la ingeniería industrial, y se lo encuentra históricamente del desarrollo desde la producción artesanal hasta la producción en serie en

la cual prevalecía la fabricación en altos volúmenes y de manera repetitiva.

Desde que sucedió esto la producción se ha transformado en el área a más disciplinar y organizar en esta rama de la ingeniería (ingeniería industrial online , 2010).

### **Movimiento de Materiales.**

El movimiento de los materiales, herramientas de fabricación y piezas forma parte de un elemento primordial de la manufactura, que enmarca la producción, el ensamble de piezas y productos finales.

Los estudios demuestran que durante el 95% del tiempo de producción las piezas se mueven entre varios lugares o están almacenadas esperando al siguiente proceso. Inclusive, del 5% del tiempo que pasan en una máquina, solo el 30% de este tiempo las piezas son trabajadas, el resto del tiempo se lo utiliza en la carga, descarga, posicionamiento, calibrado de máquina o en alguna clase de espera.

Si se pretende mejorar la producción, como primer paso se deben de mejorar los métodos de transporte, movimiento, cargas y descargas de material, una vez realizado este primer paso se puede prestar atención a otros factores del proceso (Schay, 2000).

### **Movimiento Manual de Materiales.**

Los trabajadores de una línea de fabricación pueden realizar el movimiento de con un mínimo gasto de capital, sin embargo, esta técnica suele ser menos eficiente y de mayor costo. Se puede incrementar la eficiencia cargando piezas pequeñas en canastas con la finalidad de aumentar la eficiencia, pero se debe de tomar en cuenta que estas piezas

previamente almacenadas se deben de manejar en la siguiente operación. Las piezas pueden ser almacenada en perchas orientadas de tal manera que faciliten el acceso de las mismas para la siguiente operación, con esta práctica se adquiere un beneficio adicional, que es el de proteger la piezas de golpes que se puedan generar en la manipulación y que a su vez provoque que estas sean descartadas del proceso.

Otro método para el movimiento de piezas es el uso de los montacargas, para esto se debe de considerar que se necesita mantener los pasillos de circulación despejados (Schay, 2000).

### **Tipos de procesos.**

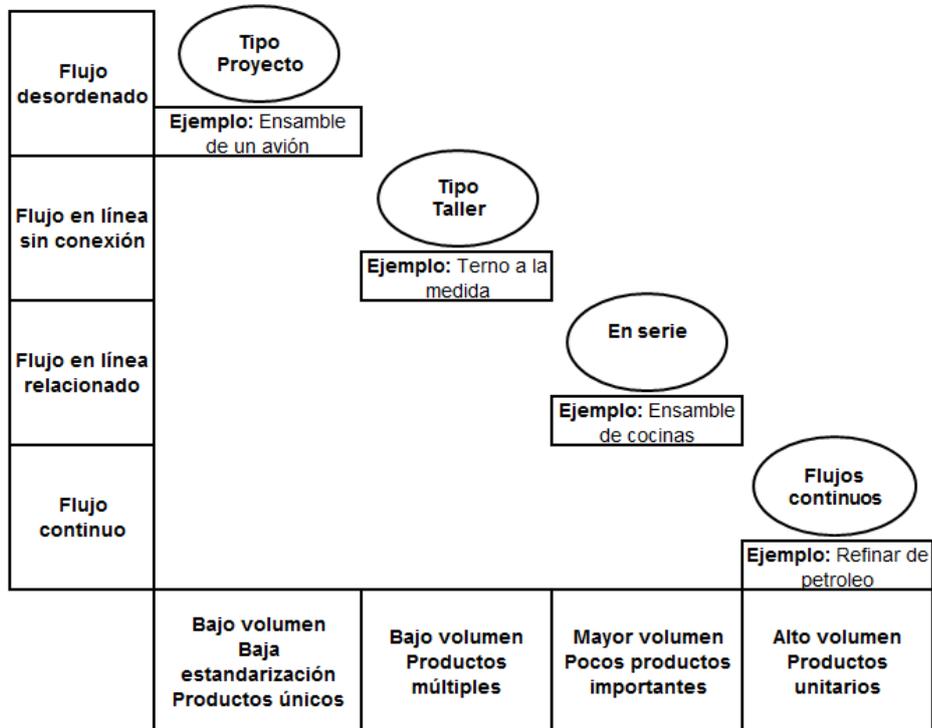
Dentro de la manufactura cada proceso es único, ya que va a depender el detalle de las diferentes secuencias de actividades para poder obtener el producto final, sin embargo a términos generales se pueden identificar una serie de característica que ayudan a agrupar los procesos dependiendo de la naturaleza.

Para poder mantener un eficiente manejo de los recursos es importante primero identificar qué tipo de proceso se va a manejar.

Dentro de los procesos diferentes de cada empresa, todos se relación en dos puntos, el primero que es el volumen o el tamaño del lote, y el segundo la coordinación entre las diversas piezas del sistema operativo, estas características juntas ayudan a distinguir las diferentes de manera global y poder encasillar los tipos de procesos.

Se han identificado varios tipos de procesos como son; proyectos, talleres, procesos en línea y procesos continuos.

## GRÁFICO N° 1 MATRIZ PRODUCTO - PROCESO



Fuente: Roberto Carro Paz - Daniel González Gómez, Selección de procesos, Universidad de La Plata  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

Los proyectos son particularmente para productos de alto margen de utilidad y mayor detalle en la construcción, se tienen las siguientes características de este tipo de proceso; la relación de mano de obra y valor monetario es alta, tiene una mayor exigencia de capacitación de personal por el valor de los detalles para el producto, en relación a los materiales estos también son únicos para cada proyecto, se debe buscar proveedores en relación al producto a fabricar, no se puede manejar una relación duradera con los proveedores en virtud de que las relaciones no siempre son por periodos largos sino puntualmente por el proyecto, no se manejan inventarios de materias primas ya que todo se lo compra en función de la característica única del proyecto, sin embargo el material en el flujo o dentro del procesos si es alto dependiendo del valor del producto, igualmente al terminarlo se lo entrega al cliente por lo que no se incurre en inventarios de productos finales y no se tienen gastos de

almacenamiento de estos. Con este tipo de procesos no se requieren pronósticos de largo plazo, y no es de principal importancia la utilización máxima de la capacidad de la planta, la programación es compleja a nivel de la cadena de administración y programación de materiales, el flujo de información de coordinación entre los trabajadores debe ser alta, no hay criticidad en los puntos de control en la cadena de valor, ya que al ser único por proyectos es más sencilla la detección de los problemas de calidad en los detalles. Con este sistema se pueden manejar remuneraciones por proyecto y no salarios mensuales. Un ejemplo de este tipo de procesos es la fabricación de aviones. Continuando con la escala de menor a mayor volumen se tienen los talleres, dentro de las características para este tipo de proceso se tiene; los trabajos requieren técnicas más artesanales, se puede utilizar con una misma ubicación de layout varios flujos de procesos para una gama de productos, se manejan en muchos casos lotes de producción, se puede pagar en base al trabajo del taller o ya se pueden manejar esquema de producción por horas, al igual que proyectos en temas de materiales aún no se puede tener la certeza del pedido de los mismos y por ende no se puede realizar una negociación con los proveedores a largo plazo por la dinámica del pedido, se puede empezar a tener algo de material en inventario sin embargo esta debe ser muy básica que pueda utilizarse en muchos productos, el producto final es muy pequeño, se tiene una previsión a corto plazo que puede ser imperceptible. En relación al tipo de procesos de fabricación en serie y al tipo de procesos continuos, las características principales son las siguientes; la relación entre la mano de obra y el valor monetario del producto disminuyen, las exigencias de capacitación de mano de obra son menores, esto es debido a una mayor división de las actividades, bajo este mismo esquema disminuye el tiempo dedicado a la formación, aunque para los procesos continuos pueden constituir una excepción a esta normal general, los sistemas de remuneración se desplazan a ser por semanas o un esquema mensual y fijo. En relación a los materiales se conocen con más certeza y por ende se vuelve más calificada la

especificación para una mejor calidad del producto, con esto las relaciones con los proveedores son más formales y duraderas al punto de realizar alianzas estratégicas a largo plazo, se observa un grado de integración vertical mayor, aumenta el tamaño de inventarios de materias primas, la cantidad de inventarios en procesos van a depender de la operación pero en tipos de proceso en serie con una eficiencia operativa óptima deben de tender la mínimo requerido para mantener el flujo de la operación, aunque con compras periódicas se puede realizar un esquema de junto a tiempo con los proveedores por la relación mencionada anteriormente, también se incrementa los inventarios de producto terminado.

Dentro de la planificación las previsiones de ventas a largo plazo adquieren una mayor importancia para la planificación, de requiere un mayor necesidad de la utilización máxima de la capacidad, el control de calidad se vuelve más formal y la programación se tornan menos compleja debido a la variación limitada de secuencias y tareas, se concede menos importancia al flujo de información, realizando más sencillo el manejo y control de los flujos de producción.

## **1.6. Marco Conceptual de La Investigación.**

**Estándares de Trabajo.-** Son el resultado del estudio de tiempos o de la medición del trabajo. (Benjamín W. Niebel, 2009).

**Manufactura.-** Es la fabricación de bienes y servicios (John A. Schey, 2000).

**Ítem.-** Son todos los elementos que se procesan y fluyen pro el sistema, pueden ser personas, piezas, o simplemente información. (Philip Moscoso, Alejandro Lago y Mar Sachon, 2009).

**Actividades.-** Son las unidades elementales de transformación o procesado de un ítem (Philip Moscoso, Alejandro Lago y Mar Sachon, 2009).

**Tasa de producción.-** La tasa de producción es la cantidad real de ítems que son procesados en el sistema por unidad de tiempo (Philip Moscoso, Alejandro Lago y Mar Sachon, 2009).

**Stocks.-** Son el conjunto de existencias de cualquier ítem que haya sido adquirido por una organización para su posterior manipulación. Los ítems que forman los stocks pueden venderse en la forma adquirida, después de alguna transformación o servir como materia prima para una transformación (Philip Moscoso, Alejandro Lago y Mar Sachon, 2012)

## **1.7. Marco Contextual de La Investigación.**

### **Macro proceso de la empresa.**

La empresa tiene dos macro procesos principales, el de fabricación de productos que realiza la planta y el de importación de artefactos de línea blanca que realiza el equipo logístico-comercial, ambas tienen áreas de apoyo en común. A continuación se va a proceder a describir el macro proceso de fabricación.

### **Diseño del producto y proceso de manufactura.**

Para una producción continua el producto ya debe estar creado, sin embargo la primera etapa es el diseño del mismo, esto debería venir con una investigación o necesidad del mercado donde adicional a las características se obtenga una demanda estimada para la visualización y análisis de los procesos y capacidades. Una vez diseñado el producto y aprobado por los entes respectivos se procede secuenciar los procesos de transformación, analizar las capacidades y los recursos, en relación a

las piezas de proveeduría externa, se busca un portafolio de proveedores que coticen las piezas liberadas en un plano que es diseñado por la empresa, posterior a la selección del respectivo de abastecedor de la pieza, estas empiezan un proceso de pruebas de funcionabilidad y durabilidad, y si son estética de apariencia.

### **Programación de producción del producto.**

La programación del producto lo dispara el pedido por parte del cliente, una vez que se recibe el mismo se procede con el análisis de capacidades en base a disponibilidad de tiempo y recursos dentro de un período estimado, se confirma la factibilidad de la adquisición en tiempo requerido de los materiales de proveeduría local y con la confirmación de disponibilidad en inventarios de las piezas importadas con el equipo de compras y se procede a realizar la secuenciación de los pedidos plasmándolos en un programa maestro de producción

### **Compra de materias primas.**

Las materias primas de origen local son solicitadas a raíz de la liberación del programa maestro de producción, las de origen importado son consumidas del inventario y reabastecidas dependiendo de las proyecciones estimadas de ventas de productos y se van adquiriendo en base a su tiempo de proveeduría.

Compras tiene abastecimiento de piezas de origen local e importado en una relación estimada de 70%-30% respectivamente, dentro del esquema de materias primas locales, se tienen:

- **Compra de materia prima local de entrega directa:** Son aquellos materiales de origen local que una vez confirmada la orden de compra en el sistema como parte del compromiso de pago de la adquisición, el

proveedor las entrega de entrega de manera directa en el almacén en la cantidad solicitada.

- **Compra de materia prima de consignación:** Son aquellos materiales que se manejan con stock que físicamente está dentro de las instalaciones y es manipulado y transportado por el personal de la empresa pero no consta en inventario ya que pertenece al proveedor hasta el momento que es consumido, solo ahí pasa a ser parte de la empresa y se procede a un conciliación diaria o semanal dependiendo de la partida para la facturación y pago.

- **Compra de materia prima en sistema Kanban:** Son aquellos materiales que se encuentran en espacios físicos asignados a los proveedores donde deben asegurar el abastecimiento de mínimo un día de inventario y ellos son responsables de la entrega en el punto de consumo, en el momento que lo entregan a persona de la empresa este pasa a ser facturado por parte del proveedor.

### **Recepción de materia prima**

La materia prima es recepcionada por la Bodega y administrada en custodia bajo esta área, cuenta con instalaciones físicas para el almacenamiento del producto y además es la responsable de las conciliaciones de todo el material que es entregado por parte del proveedor a la empresa hasta el momento de su consumo. Esta área tiene cuatro flujos de recepciones:

- **Recepción de materia prima importada:** Son aquellas piezas que llegan a la bodega posterior a una liquidación de comercio exterior, llega en contenedores o carga suelta con custodia y es recibido con documento del transportador, luego son almacenadas en pasillos de la Bodega para su custodia hasta la entrega a producción para su consumo.

## GRÁFICO N° 2

### ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA LOCAL



Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

- **Recepción de materia prima local:** Son aquellas piezas que llegan a la bodega con un guía de remisión del proveedor que a su vez tiene como respaldo una orden de compra, el material es recibido y almacenado en la bodega de materia prima hasta la solicitud de consumo.

- **Recepción de materia prima en consignación:** Estas piezas son entregadas físicamente a custodia de la empresa, sin embargo solo son facturadas cuando la producción hace consumo de ella.

## GRÁFICO N° 3

### ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA IMPORTADA



Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

- **Recepción de materia prima en Kanban.-** Son aquellas piezas que llegan a unas espacios físicos que son prestados al proveedor, los

mismos cuentan con seguridades para que el material que está en el interior sea solo de administración del proveedor, son pedidas a corto plazo como proyecciones de consumo para que sean abastecidas desde la planta fabricante de la materia prima hasta la Bodega interna que son los espacios prestados, luego son despachadas cada período de tiempo, el cual se estima de dos horas a la línea, y es entregada directamente por personal del proveedor, y en el momento del cruce de la bodegas de ellos hacías las líneas de producción son emitidas con una guía de remisión y posteriormente facturadas.

#### **GRÁFICO N° 4**

#### **ESPACIO FÍSICO DESTINADO PARA PROVEEDORES EXTERNOS**



Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

#### **Proceso de fabricación.**

Para el proceso de transformación de un producto, se tienen varias áreas de producción, la inicial es el área es de piezas metálicas, en esta se reciben materias primas como el acero, el cual ya viene en cortes desde el proveedor y se hace una recepción de tipo kanban en el puesto de trabajo, estas a su vez son ingresadas a las máquinas donde previamente ya estén programada su producción. En esta área se tienen prensas hidráulicas y mecánicas, y se puede realizar con ellas, corte, estampado y doblado de calibres finos y gruesos.

## GRÁFICO N° 5 ÁREA DE METALES



Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

Adicional se manejan procesos en líneas de prensas para hacer más eficiente el flujo de materiales de dicha área.

## GRÁFICO N° 6 ÁREA DE ESMALTE



Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

Posterior a que las piezas sean troqueladas, estas pasan por un proceso de decapado en el área de acabados, donde se realiza una limpieza química para quitar todo los excesos de grasa en las capas del

acero, luego se procede a realizar el pintado de las partes o en efecto el esmaltado dependiendo de la característica de la pieza.

## **GRÁFICO N° 7**

### **ÁREA DE PINTURA**



Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

Algunas piezas requieren un proceso de serigrafía que es la decoración de la parte externa de la cocina donde se estampa las direcciones de los botones de los usos del artefacto.

Todos los materiales fabricados por parte de los procesos internos son almacenados en una Bodega de paso que es de uso de la planta, aquí llegan todas las piezas de las áreas de pintura y esmalte que previamente fueron troqueladas en el área de metales, desde esta Bodega se realizan los despachos hacia las líneas de ensamble final.

Finalmente se tiene el ensamble del producto terminado, el área consta de tres líneas grandes y varias celdas de fabricación.

Las líneas grandes se usan para producto que tiene un mayor volumen y las celdas se utilizan para productos de menor volumen y con un procesos que difiere en algo al ensamble de los demás productos y se

lo puede realizar en menos operaciones que los artefactos con todos los acabados.

## **GRÁFICO N° 8**

### **ÁREA FINAL DE ENSAMBLE DEL PRODUCTO TERMINADO**



Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

La planta también fabrica un formato de productos desensamblados que se envían en cajas a las otras plantas de la misma multinacional, esta línea se le llama CKD (completamente desarmado), este producto se envía bajo el concepto de minimizar el costo del transporte que ingresa en un contenedor, donde este valor es menor que el costo de ensamble final en el país de destino.

### **Almacenaje del producto terminado.**

Una vez que se culmina el proceso de fabricación, se realiza el ingreso a la bodega de Producto terminando, el cual se realiza a través de un sistema a de códigos de barra para la identificación del artefacto y número de serie que se usa para la trazabilidad de calidad, el sistema va realizando los conteos internos para validar la cantidad de producto que es ingresado por día. Para el almacenamiento el sistema da una ubicación física, donde el producto es almacenado por un operario con el respectivo montacargas y espera en ese puesto hasta su despacho.

## **Áreas de Apoyo.**

Para el proceso de fabricación se tienen varias áreas de apoyo, tales como el departamento de Manufactura, que es el encargado de crear los estándares de trabajo, pero a su vez debe monitorear constantemente los tiempos y actividades con el fin de realizar mejoras al proceso, se cuenta también con un área de Calidad que es al responsable de la inspección en todos los puntos de cadena de valor del proceso de transformación con el fin de garantizar un producto final óptimo y en condiciones que el cliente esté dispuesto a comprar, además que al detectar en el punto de origen minimiza los retrabajos y por ende los costos de manejo de material flujo de estos movimientos.

El proceso de importación de artefactos se maneja con el apoyo del área logística que en conjunto con la comunicación directa con ventas realizan un pronóstico de las mismas para así poder realizar las compras de los productos que se fabrican en las demás filiales de la Corporación, y una vez que son adquiridas y llegan a puerto y aduanas terrestres, el proceso es de trámites de importación y son almacenados en un centro de distribución que es donde se almacén también los productos que la planta fábrica.

Para todos los procesos de fabricación y comercialización, se tiene áreas de apoyo en común como es el departamento de Recursos Humanos, quien es el que lleva a cabo la contratación de personal, y a su vez vela por el bienestar y salud del empleado, además de estar pendientes de la capacitación que este requiere para su ingreso. Se cuenta con el área de Finanzas para llevar toda la contabilidad de la empresa y en especial cumplir con los requerimientos de las normas fiscales y de manejo contable, adicional se tiene el apoyo del departamento de tecnología de información quien es el responsable de manejar todo lo referente a hardware y software de la compañía y tenerla

en excelentes condiciones para que la empresa pueda operar eficientemente.

### **1.8. Marco Histórico de La Investigación.**

El presente estudio tiene como fundamento histórico el Registro Oficial N.- 238 publicado el Lunes 05 de Mayo del 2014, en el cual se integra a las normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización el Reglamento Técnico Ecuatoriano 101 “ARTEFACTOS ELECTRODOMÉSTICOS PARA COCCIÓN POR INDUCCIÓN”.

Que el Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN, de acuerdo a las funciones determinadas en el Artículo 15, literal b) de la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, reformada en la Novena Disposición Reformatoria del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 351 de 29 de diciembre de 2010, y siguiendo el trámite reglamentario establecido en el Artículo 29 que en su inciso uno, dice “La reglamentación técnica comprende la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos necesarios para precautelar los objetivos relacionados con la seguridad, la salud de la vida humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la protección del consumidor contra prácticas engañosas”, ha formulado el Proyecto de Reglamento Técnico Ecuatoriano PRTE INEN 101 “ARTEFACTOS ELECTRODOMÉSTICOS PARA COCCIÓN POR INDUCCIÓN”.

Que en función de los argumentos anteriormente mencionados y, en conformidad con el Artículo 2, numeral 2.10 del Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC y el Artículo 16 de la Decisión 562 de la Comisión de la Comunidad Andina, CAN, se debe proceder a la OFICIALIZACIÓN con el carácter de obligatorio-emergente del presente reglamento técnico, mediante su publicación en el Registro Oficial y, su

posterior notificación a la CAN y OMC; Que mediante Informe Técnico-Jurídico contenido en la Matriz de Revisión No. de fecha de , se sugirió proceder a la aprobación y oficialización del reglamento materia de esta resolución, el cual recomienda aprobar y oficializar con el carácter de OBLIGATORIO-EMERGENTE el reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 101 “ARTEFACTOS ELECTRODOMÉSTICOS PARA COCCIÓN POR INDUCCIÓN”.

Que de conformidad con la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y su Reglamento General, el Ministerio de Industrias y Productividad, es la institución rectora del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, en consecuencia, es competente para aprobar y oficializar el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 101 “ARTEFACTOS ELECTRODOMÉSTICOS PARA COCCIÓN POR INDUCCIÓN”.

Que mediante Acuerdo Ministerial No. 11 446 del 25 de noviembre de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 599 del 19 de diciembre de 2011, el Ministro de Industrias y Productividad delega a la Subsecretaria de la Calidad la facultad de aprobar y oficializar los proyectos de normas o reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad propuestos por el INEN en el ámbito de su competencia de conformidad con lo previsto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y en su Reglamento General.

### **1.9. Marco Ambiental de la investigación.**

Como fundamento ambiental para la operación de todas las áreas consideran como referencia los siguientes textos de la legislación ambiental ecuatoriana:

- Código de la Producción, Comercio e Inversiones.

- Codificación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (Codificación 2004 – 020 y 2004 - 019).
- Acuerdo Ministerial N.- 130.
- Acuerdo N.- 175 del Ministerio del Ambiente.
- Acuerdo N.- 086 del Ministerio del Ambiente.
- Suplemento de Registro Oficial N.- 71 del Acuerdo Ministerial N.- 09 – 397 del Ministerio de Industrias y la Productividad.
- Suplemento del Registro Oficial N.- 535 del Ministerio de Industrias y Competitividad.
- Registro Oficial N.- 332 del Decreto n.- 1040.
- Registro Oficial N.- 428 del Decreto N.- 112 del Ministerio del Ambiente.
- Registro Oficial N.- 082 del Decreto N.- 106 del Ministerio del Ambiente.

#### **1.10. Marco Legal de La Investigación.**

Como fundamento legal de la empresa para las operaciones de todas las áreas se toma como referencia los siguientes textos de la normativa legal ecuatoriana:

- El Código del Trabajo.
- El Decreto 2393 del Código del Trabajo.

- La resolución CD 333 Reglamento para el Sistema de Auditoría de Riesgos del Trabajo.
  
- Acuerdo N. 1404 Reglamento para el funcionamiento de Servicios Médicos en las empresas.
  
- Decisión 584 del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.
  
- Resolución 390 del Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo.
  
- Resolución 957 del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.
  
- Acuerdo Ministerial 203 del Ministerio de Relaciones Laborales.
  
- Acuerdo 1404 del Reglamento para el Funcionamiento de los Servicios Médicos.
  
- Acuerdo Ministerial 220 Compromiso con el Ministerio de Relaciones Laborales.
  
- Normas INEN 439 y 440.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Generalidades de Diseño del Proceso.**

De acuerdo a la necesidad del mercado basada en la nueva tendencia de utilización de cocinas de inducción de acuerdo al proyecto del gobierno la empresa realiza un estudio buscando las características del producto que el cliente estaría dispuesto a comprar, dentro de este análisis también se obtiene un pronóstico de compra anual del producto.

Una vez teniendo las características del mercado se realiza el proceso de diseño del producto, el departamento de proyectos de la empresa debe de proponer a la gerencia para cada proyecto la inversión del mismo, los prototipos del producto, los costos del producto, costos de materiales y no materiales y el tiempo de ejecución del proyecto. En este caso particular, el proyecto esta si realizar las inversiones respectivas para reaccionar a un mercado cautivo ante la situación del cambio de una cocina de gas a una cocina eléctrica por inducción.

Para este proceso una vez dada la señal por parte del departamento de Producto se empieza con el diseño del mismo, en esta fase se establecen especificaciones físicas como tamaños y dimensiones, así como las especificaciones funcionales como capacidades de voltaje y amperaje dependiendo los sectores del mercado. También se esquematiza una estructura de materiales con un costo objetivo y se realiza el diseño preliminar de cada pieza buscando la estandarización donde se trata de utilizar las piezas ya desarrolladas de otros productos y el diseño de las mínimas.

También se esquematiza el ensamble del producto y con esto se puede obtener un prototipo preliminar el cual puede ser obtenido desde un diseño 3D en computadora y para hacerlo más real en ciertas ocasiones se elabora un prototipo estético ya sea de madera o espuma.

Para el caso de inducción se requiere un prototipo funcional, con el fin de realizar las pruebas que validen las especificaciones requeridas por parte de las normas que aplican para la fabricación de este producto. Con esta parte también se liberan los críticos de calidad para el ensamblaje y producción.

Cuando ya se tiene la especificación de las partes y el esquema del ensamble del producto, se empieza con el diseño del proceso. Dentro del mismo las piezas compradas comienzan un desarrollo por parte del equipo de materiales que para este caso es el desarrollo de la plantilla requerida para la caja de acero con el espesor solicitado, medidas de ancho y largo, y el tipo de acero necesario. Para el proceso se define el número de operaciones que se van a realizar para cada pieza y de aquí se extrae las especificaciones para el troquel que se deberá de construir para la fabricación de las mismas. Se define en qué líneas de producción se va a fabricar el producto, y por proceso se define una línea titular y una suplente.

A veces estas líneas de producción tienen prensas de diferente altura por lo que se debe de tener en cuenta si se requiere la construcción de un portamacho para utilizar las líneas suplentes y este debe de ser construido igual que el troquel. Se debe de escoger si las prensas son de tipo hidráulico, neumático o mecánico para poder realizar las operaciones requeridas y esto dependerá del desarrollo de la plantilla de acero.

Se realiza un proceso simulado de las operaciones para estimar el tiempo ciclo, con esta información se determina la producción por hora,

con este número de operaciones obtenemos también la dotación para llegar a un cálculo estimado de la mano de obra directa.

Para los costos estimados del producto se requiere de la mano de obra directa obtenida por las horas hombre requeridas directas del proceso, para los demás costos como mano de obra indirecta, costos variables, costos fijos, depreciación asignada al proceso de fabricación y almacenamiento de producto se estimarán para el proyecto como un porcentaje de acuerdo a la mano de obra directa y factores ya determinado por la empresa tal como se maneja actualmente para los demás productos.

Con todos estos datos preliminares se realiza la presentación a la gerencia para la inclusión al mercado de cocinas de inducción el cual es aprobado y dentro de esta tesis desarrollaremos el proceso de fabricación de la caja de inducción.

## **2.2. La Tecnología de Inducción.**

Una cocina de inducción utiliza una superficie de vidrio vitrocerámico para realizar la cocción de los alimentos, la cual calienta directamente el recipiente a través de un campo electromagnético que utiliza este campo alternante que magnetiza el material ferromagnético de las ollas en varios sentidos, con este proceso se minimizan las pérdidas de energía, y se puede decir que el material se agita magnéticamente, la energía contenida es liberada en forma de calor en el interior del recipiente calentando así el contenido.

Para que se pueda producir el calentamiento a través de esta transmisión de calor, los recipientes u ollas deben de contener un material ferromagnético por lo menos en su base. Actualmente el coste de estas cocinas es mayor a la de una cocina de vitrocerámica tradicional, sin

embargo, su eficiencia energética las convierte en una opción atractiva para los consumidores. El costo de producción de estas cocinas se centra en la electrónica de potencia necesaria para el funcionamiento.

La naturaleza de esta forma de calentamiento hace a las cocinas de inducción más eficientes que los métodos tradicionales, ya que calientan directamente al recipiente minimizando las pérdidas energéticas necesarias para el calentamiento de los alimentos. Esto también se traduce en un ahorro de energía, ya que la cocina de inducción detecta mediante un sistema de sensores si existe un recipiente sobre su superficie, en caso de no encontrarse uno, la cocina de inducción no funciona. Adicionalmente la cocina incorpora técnicas modernas de procesamiento de señales los mismos que logran un control eficiente de la potencia.

Una cocina de inducción calienta dos veces más rápido los alimentos que una cocina de vitrocerámica tradicional, y de tres a cuatro veces que una cocina de gas. Poseen la capacidad de detectar el tamaño del recipiente que se encuentra sobre ellas y se puede elegir con exactitud la temperatura de cocción deseada.

Posee sistemas de seguridad que otras cocinas no tienen, por ejemplo se evitan quemaduras ya que las cocinas no se calientan, la cocina alcanza la temperatura máxima de calor producida por el recipiente. Asimismo, no existe riesgo de explosión ya que no utiliza combustibles.

Es factible fabricar una cocina de inducción con cualquier metal conductor, sin embargo, el sistema convencional es más simple y menos costoso de fabricar. Para calentar metales como el aluminio se puede hacer uso de bobinas que se activen cíclicamente, una después de otra, en una secuencia determinada, para generar un campo electromagnético móvil tal como el de un motor de frecuencia alterna. Podemos encontrar

ejemplos de este efecto en los velocímetros de los autos o en los motores de jaula de ardilla.

Aunque el costo de una de estas cocinas puede llegar al doble de una cocina tradicional, el ahorro de energía puede llegar hasta el 40% lo que genera un ahorro considerable a largo plazo.

### **2.3. Demanda Estimada.**

La demanda estimada es un proceso que lo lleva cabo el Departamento de Mercadeo cuando es un producto nuevo, para lo cual toma referencias productos similares y busca históricos estadísticos para estimar su futura compra por parte del mercado, la particularidad de las cocinas de inducción es que no se tienen productos ni líneas similares en el portafolio de la empresa ni en la competencia como para tomar un patrón de referencia, por lo que el desafío es aún mayor para la estimación de este producto, con lo mencionado, lo base que se tiene es lo indicando por el Gobierno de querer reemplazar tres millones de estufas para el 2017 que estarían en funcionamiento las ocho hidroeléctricas para abastecer y respaldar el cambio de gas por inducción, vale recalcar que de esta cifra que se estima en un mercado de un millón anual como total país, de ahí viene el análisis de que es lo que la empresa quiere captar y a su vez esté dispuesto a satisfacer basándose con las capacidades instaladas y tiempo de respuesta que tenga de su cadena de abastecimiento de materiales.

La estimación de la Demanda en el mercado para inicios del proyecto es un riesgo elevado ya se tiene la especulación de que el mercado no va a reaccionar hasta que no se le quite el subsidio al gas, ya que no hay una necesidad implícita de cambiar la cocina en los hogares del país, sin embargo por el otro lado se tiene una campaña agresiva del gobierno incentivando la compra de cocinas de inducción en condiciones muy

atractivas que incluyen plazos y exclusión del IVA (Impuesto al valor agregado); aún más, que por otro lado se castiga las cocinas a gas con un impuesto del 100% del ICE (Impuesto a consumos especiales). Para el ingreso del proyecto y siendo cautelosos al inicio se estima el proyecto con una demanda de 120.000 unidades anuales.

#### **2.4. Inclusión de Piezas Nacionales.**

Inicialmente el proyecto de cocinas eléctricas de inducción por los tiempos de reacción se concibe con la compra de la cocina totalmente desensamblada (CKDS), realizando únicamente un ensamblado local de las partes importadas junto con el embalaje de origen local. Para poder cumplir con el compromiso adquirido con el gobierno se debe desarrollar piezas fabricadas localmente con la finalidad de aumentar el porcentaje de participación de estas piezas. Para lograr esto es necesario desarrollar la caja base de inducción que protege a los componentes electrónicos de la cocina. La materia prima, que en este caso sería la plantilla de la cual se forma la pieza, los troqueles, la línea de fabricación principal y alterna, y el acabado final en pintura que se le va a dar a la pieza terminada.

#### **2.5. Diseño General del Producto**

Las necesidades del mercado en cuanto a cocinas eléctricas de inducción son entregadas por el departamento de producto al departamento de diseño, estas características físicas contemplan un tamaño determinado similar al de una parrilla empotrable, con tres y cuatro zonas de cocción y con una superficie de vidrio vitrocerámico con activación táctil digital y sin botones. En base a este requerimiento el departamento de ingeniería ha determinado los diseños en tres y cuatro zonas de calentamiento manteniendo un mismo tamaño en todos los modelos, es decir, el vidrio vitrocerámico es estándar para ambos

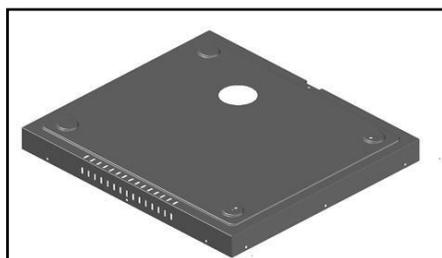
modelos con la diferencia de la serigrafía, zonas de calentamiento y mandos táctiles de activación.

El desarrollo de estos componentes importados ya fue realizado de acuerdo a las especificaciones previamente estipuladas, sin embargo, se debe de desarrollar la caja base de inducción para cumplir con el compromiso establecido con el gobierno para incluir piezas de fabricación local a las cocinas eléctricas de inducción.

### **2.5.1. Diseño y Desarrollo de la Caja Base de Inducción.**

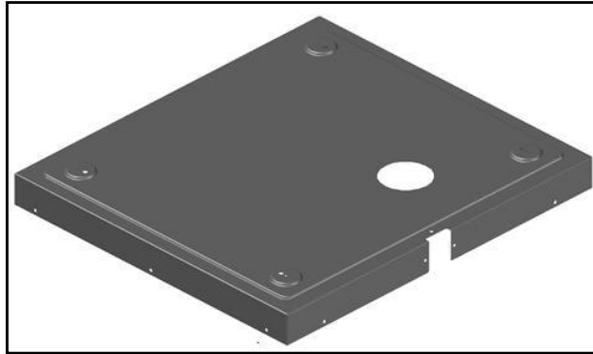
Para iniciar el desarrollo de la caja base de inducción el departamento de ingeniería crea un diseño preliminar de la caja utilizando un programa de dibujo. Con este diseño propuesto, se evalúan todos los puntos básicos como protección de partes internas, soportes y anclajes, y ventilación necesaria que la caja de inducción debe de aportar al ensamble del producto final. Una vez realizado este diseño preliminar, se construye un modelo artesanal de la caja a través del taller de diseño, con el objetivo de evaluar los puntos mencionados anteriormente y de esta manera aprobar y liberar el diseño final de la caja. Una vez aprobado y liberado el diseño de la caja se procede con el desarrollo de la plantilla de acero, las bases de fabricación de los troqueles y las operaciones de manufactura para realizar las pruebas preliminares de funcionamiento.

**GRÁFICO N° 9**  
**CAJA BASE DE INDUCCIÓN VISTA POSTERIOR**



Fuente: La empresa  
Elaboración: La empresa

**GRÁFICA N° 10**  
**CAJA BASE DE INDUCCIÓN VISTA ANTERIOR**



Fuente: La empresa  
Elaboración: La empresa

**2.5.2. Estructura de los Materiales.**

Dentro de la estructura de los materiales se tienen tres niveles, el primer nivel es el que absorbe la estructura y corresponde al producto terminado de la cocina eléctrica de inducción con un código asignado por el departamento de marketing y es con el cual se va a facturar y despachar a los clientes.

El segundo nivel corresponde al subensamble de la caja base en el cual se le crea un código de pieza tipo fantasma no inventariable (solo para realizar el proceso de postconsumo e identificación de la pieza dentro de las etapas de fabricación) y el tercer nivel que corresponde a los códigos de las materias primas (no fantasma e inventariables) con el cual se generan las órdenes de compra a los proveedores de materia prima.

A continuación se da un ejemplo de los niveles de estructura que se manejan en la planta para poder realizar el desarrollo de las materias primas:

## GRÁFICO N° 11

### NIVELES DE ESTRUCTURA DE PRODUCTO TERMINADO

#### PRIMER NIVEL DE LA ESTRUCTURA - Código Marketing

Código: XXX001 - Cocina eléctrica de inducción

#### SEGUNDO NIVEL DE LA ESTRUCTURA - Pieza fantasma

Código: YYY001 - Caja base de inducción

#### TERCER NIVEL DE LA ESTRUCTURA - Pieza no fantasma (materias primas)

Código: ZZZ001 - Plantilla acero negro

Código: ZZZ002 - Pintura

Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

En el caso de la plantilla de la caja base de inducción se encuentra ubicada en el tercer nivel de la estructura como pieza no fantasma, y la caja formada toma el código de la pieza fantasma ubicándose en el segundo nivel de la estructura.

La plantilla de la caja externa de inducción es una lámina de acero galvanizado que cumple la norma ASTM 653FS de 0.7 mm de espesor por 645 mm de largo y 590 mm de ancho. Este acero cumple con los requerimientos de cortado, doblados y estampados de la caja base de inducción en las líneas de prensas del área de Metales.

El costo objetivo de la plantilla se establece en una base preliminar precios por mm<sup>2</sup> y espesor de plantillas del mismo tipo de acero galvanizado utilizadas en otras piezas que se fabrican en la planta ya que se maneja un solo proveedor de acero.

De acuerdo a esta base, el costo objetivo de la plantilla es de \$2,19 dólares.

Para el proceso de acabado en pintura de la caja base de inducción se consideran los m<sup>2</sup> de la superficie de ambos lados de la pieza terminada

en crudo estableciendo un área total para lo cual ya se tiene establecido el costo por m<sup>2</sup> de fosfatizado y el consumo de los gramos de pintura requerido para dar el acabado final de esta pieza, estos dos elementos ya se tienen desarrollados para otras piezas similares por lo que se toman los costos previamente establecidos de fosfatizado y pintura al igual que los consumos.

De acuerdo a estos consumos previamente establecidos tenemos un costo asignado de \$0.07 dólares para el consumo de fosfatizado y un costo asignado de \$0.16 dólares para el consumo de pintura en polvo negra. El cuadro a continuación muestra el resumen de los costos de las materias primas requeridas en la estructura de los materiales para la fabricación de la caja base de inducción, toman todos los costos de los materiales requeridos para la fabricación de la pieza, la sumatoria final da un total de \$2.42 dólares por pieza.

**CUADRO N° 1**  
**ESTRUCTURA DE COSTOS DE MATERIALES DE LA CAJA BASE DE INDUCCIÓN**

<b>ESTRUCTURA DE COSTOS DE LA CAJA BASE DE INDUCCION</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO</b>
PL. CAJA EXTERNA CAJA BASE INDUCCION	2,19
FOSFATIZADO (0,655M2)	0,07
PINTURA EN POLVO NEGRO (38,200 G)	0,16
<b>COSTO PIEZA</b>	<b>2,42</b>

Fuente: La empresa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

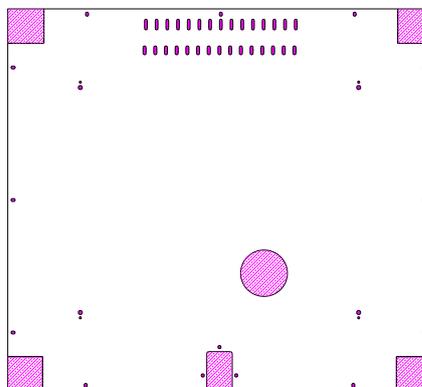
**2.5.3. Desarrollo de los Troqueles de la Caja Base de Inducción.**

Para el conformado de la caja base de inducción se han diseñado dos troqueles de acero chromit que serán montados en las líneas del área de Metales, para realizar el montaje y amarre en las prensas se requiere que la altura de los troqueles sea la misma. El troquel de la primera

operación se encargará de realizar el troquelado de las esquinas, ranuras de ventilación y perforado. Es un troquel de tipo manual con alimentación frontal. Para este troquel se considera un amarre superior e inferior de 30 mm con varias ranuras en "U" para el amarre en la prensa titular y suplente de acuerdo a las mesas de asentamiento, las placas base superior e inferior del troquel son de 75 mm, la altura de las paralelas inferiores para retirar las mermas del corte son de 100 mm. Se consideran clavijas de perforación roscante para el mantenimiento preventivo del troquel. Las columnas M-100 de 500 mm de diámetro y casquillo con valona M-113 de diámetro interior de 500 mm y exterior de 68 mm con bloque maquinado como refuerzo. El prensa chapa del troquel es de acero chromit con guías y pistones de nitrógeno, las cuchillas de corte y los perforadores de formas son de acero K-110 con temple sub 0 necesario para realizar el perfilado y ranurado de la caja, los perforadores de las líneas no son rebajados. Los punzones porta boquillas y porta punzones son de acero 1045. La primera operación cuenta con una altura de alimentación de 250 mm y tiene una altura máxima cuando está cerrado de 380 mm (altura requerida en prensas medianas) y una altura de suplemento de 330 mm (para porta macho) lo que hace una altura total de 710 mm.

## GRÁFICO N° 12

### 1ERA. OPERACIÓN – TROQUELADO ESQUINAS, RANURAS Y PERFORADO



Fuente: Investigación directa  
Elaboración: La empresa

La segunda operación realiza el estampado central, estampado para colocar las patas de esquinas y el doblado perimetral a 90° de la caja.

Es un troquel manual con alimentación frontal. Para este troquel, al igual que la primera operación, se considera un amarre superior e inferior de 30 mm con varias ranuras en "U" para el amarre en la prensa titular y suplente de acuerdo a las mesas de asentamiento.

Las placas base superior e inferior del troquel son de 75 mm, este troquel no requiere de paralelas inferiores para retirar las mermas ya que solamente realiza el estampado y el doblado.

Todas las operaciones de corte y doblado se realizan en la primera operación.

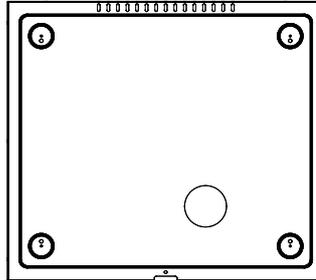
Se consideran clavijas de perforación roscante para el mantenimiento preventivo del troquel. Cuenta con columnas M-100 de 500 mm de diámetro y casquillo con valona M-113 de diámetro interior de 500 mm y exterior de 68 mm con bloque maquinado como refuerzo.

El prensa chapa del troquel es de acero chromit con guías y pistones de nitrógeno, para el estampado de la pieza el troquel utiliza perforadores de formas en acero K-110 con temple sub 0, punzones porta boquillas y punzones de acero 1045.

La segunda operación cuenta con una placa de expulsión para poder retirar la pieza una vez realizado el estampado.

La altura de alimentación del troquel es de 250 mm, tiene una altura máxima cuando está cerrado de 380 mm (altura requerida en prensas medianas) y una altura de suplemento de 330 mm (para porta macho) lo que hace una altura total de 710 mm.

**GRÁFICO N° 13**  
**2DA. OPERACIÓN – ESTAMPADO CENTRAL, DOBLADO**  
**PERIMETRAL A 90°**



Fuente: Investigación directa  
Elaboración: La empresa

**2.5.4. Reporte de Análisis Dimensional de las Piezas.**

Cuando se aprueba el diseño de los troqueles se procede a realizar una prueba piloto con la finalidad de revisar el amarre y montaje en todas las línea de fabricación ya sean estas principales o alternas, el funcionamiento correcto de los troqueles, la prueba de la plantilla. A las primeras piezas fabricadas se les hace un análisis dimensional para determinar si las piezas cumplen con los parámetros especificados en los planos. Esta información es necesaria para analizar si los troqueles están trabajando de acuerdo a las especificaciones de los planos. Las variaciones en las medidas se las clasifican de en tres tipos:

**A:** Aceptable.

**B:** Aceptable pero se modifica el plano

**C:** No conforme

De acuerdo a estas variaciones se analiza si el troquel requiere ajustes o no, previo a la producción o si estas variaciones son aceptables para la producción. A continuación se adjunta el cuadro con los resultados de estas pruebas:

**CUADRO N° 2**  
**REPORTE DE ANÁLISIS DIMENSIONAL DE LA CAJA BASE DE INDUCCIÓN**

**REPORTE DE ANALISIS DIMENSIONAL**

**INFORME DE LA PIEZA O PARTE**

**Descripción :** CAJA EXTERNA  
**Codigo de plano :** 222D9530  
**Area que Solicita:** MANUFACTURA-R.ALAVA  
**Fecha :** 31-oct-14  
**N° de muestras :** 3  
**Tipo de Analisis :** DIMENSIONAL

**Revisión de plano :** 0  
**Partida/grupo :** P001  
**Revisión dimensional :** 3  
**Proyecto :** N/A  
**Numero de solicitud :** 2098

**TIPO DE ANALISIS**

LIBERACIÓN HERRAMENTAL Y PIEZAS  
 PROTOTIPO Y NUEVO DESARROLLO

**DISPOSICION CALIDAD**

A : CONFORME  C : NO CONFORME

**DISPOSICION DISEÑO**

A : CONFORME  
 C : NO CONFORME  
 B : ACEPTABLE PERO SE MODIFICA EL PLANO

**INSTRUMENTOS UTILIZADOS**

Calibrador de altura  
 Calibrador Vernier digital  
 Mesa de granito, bloques magneticos imantados, escuadra

**RANGO RESOLUCIÓN**

24" 0.01 mm  
 6"

ITEM	VALOR (mm)	ESPECIFICACION		LOCALIZACION	RESULTADOS VERIFICACION DE LA MUESTRA					PROMEDIO	DESV. STD	DISPOSICION
		TOLERANCIAS			NUMERO DE MUESTRAS							
		MAX	MIN		1	2	3	4	5			
A 1	4,20	0,35	0,35	A3-P1	3,92	3,90	3,90			3,91	0,01155	A
A 2	4,20	0,35	0,35	A3-P1	4,02	4,00	4,02			4,01	0,01155	A
A 3	4,20	0,35	0,35	A3-P1	3,90	3,90	3,90			3,90	0,00000	A
A 4	4,20	0,35	0,35	A3-P1	4,02	4,00	4,02			4,01	0,01155	A
B 1	7,80	0,80	0,80	D2-P1	7,00	7,06	7,01			7,02	0,03215	A
B 2	7,80	0,80	0,80	D2-P1	7,56	7,56	7,56			7,56	0,00000	A
B 3	7,80	0,80	0,80	D2-P1	7,38	7,33	7,37			7,36	0,02646	A
B 4	7,80	0,80	0,80	D2-P1	7,72	7,95	7,67			7,78	0,14933	A
C 1	3,81	0,50	1,25	D2-P1	3,12	3,25	3,05			3,14	0,10149	A
C 2	3,81	0,50	1,25	D2-P1	3,10	3,04	3,05			3,06	0,03215	A
C 3	3,81	0,50	1,25	D2-P1	3,07	3,22	3,12			3,14	0,07638	A
C 4	3,81	0,50	1,25	D2-P1	3,14	3,13	3,12			3,13	0,01000	A

**OBSERVACIONES:**

LA 3 MUESTRA 3 PRESENTAN PANDEO

<p>-----  <i>H. Padilla</i>                  ELABORÓ</p>	<p>-----  <i>H. Padilla</i>                  APROBÓ</p>
--	---

Fuente: La empresa  
 Elaboración: La empresa

En el cuadro anterior se puede observar que las piezas fabricadas como piloto se encuentran en categoría A, por lo tanto, las piezas cumplen las dimensiones especificadas y los troqueles se liberan para producción.

#### **2.5.5.1. Secuencia de Operaciones de la Caja Base de Inducción en el Área de Metales.**

El diseño de la secuencia de operaciones se hace en base a la operación específica de cada troquel, tomando en consideración la forma final de la caja.

De acuerdo a los procedimientos de planta, a cada operación de fabricación de piezas en el área de Metales se le asigna una codificación para distinguirla de las demás en la programación de las operaciones, para la fabricación de la caja base de inducción la codificación asignada es MP71D para la lubricación de la plantilla, MP72D para la primera operación de corte perimetral y troquelado y MP73D para la segunda operación de estampado y doblado de ceja a 90°.

La secuencia de trabajo MP72D del primer operador está dividida en tres partes.

La primera parte inicia con el corte perimetral de la caja en la cual el operador toma la plantilla de la mesa de trabajo, la posiciona dentro del troquel utilizando un brazo imantado y acciona la botonera iniciando el ciclo de la máquina. La segunda parte de la secuencia inicia cuando el operador retira la pieza del troquel utilizando un brazo imantado y la coloca en la mesa de prensa que posteriormente lleva la pieza hasta el segundo operador. La tercera parte de esta primera operación es la limpieza del troquel, en esta parte el operador retira las mermas y las

coloca en el contenedor de mermas, de esta manera el troquel queda listo para procesar la siguiente plantilla.

La secuencia de lubricación de las plantillas MP71D se la realiza aprovechando el tiempo ciclo de la máquina, es decir que, entre la secuencia dos y la tres de la operación MP72D.

Para la fabricación de la primera pieza la secuencia inicia con la lubricación de la plantilla ya que es necesario que las plantillas se aceiten antes de que ingresen al troquel, una vez realizado el corte, esta operación se la hace durante el tiempo máquina.

Para la secuencia de operación MP73D del segundo operador está dividida en tres partes al igual que la secuencia de operación MP72D debido a que las operaciones son iguales con la distinción de que los troqueles realizan operaciones diferentes.

La primera parte de esta secuencia inicia con el estampado y doblado de cejas a 90° cuando el operador toma la pieza cortada en la primera operación de la mesa de prensa, la introduce en el troque utilizando un brazo magnético y acciona la botonera iniciando el ciclo de la máquina.

La segunda parte de esta secuencia de operación inicia cuando el operador retira la pieza formada del troquel y la coloca dentro de la canasta de almacenamiento. La tercera parte de la operación inicia con la limpieza del troquel, el operador retira las mermas y las coloca en el contenedor. De esta manera el troquel queda preparado para la siguiente pieza.

En la secuencia de operaciones MP73D no se realiza lubricación de la pieza ya que el estampado no es profundo y por tanto no se considera necesario realizar la lubricación de la pieza cortada.

El cuadro que se muestra a continuación resume las operaciones requeridas para el conformado de la caja base de inducción; de acuerdo al diseño de los troqueles la primera operación (MP72D) realiza el corte perimetral y perforado, mientras que la segunda operación (MP73D) realiza el estampado y doblado de la ceja. Se muestra también la operación de lubricación (MP71D) requerida para evitar que el troquel rompa la plantilla.

### CUADRO N° 3

#### OPERACIONES DEL PROCESO DE FORMADO DE CAJA BASE

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIPO OP.	MODELOS A LOS QUE APLICA	MATERIAL REQUERIDO	NO. DE PARTE	PIEZAS POR PRODUCTO
MP71D	Lubricación plantillas (operador 1).					
Oper.1	1.- Tomar, alcanzar brocha con mano derecha y llevar hacia el recipiente con lubricante.	Pr				
	2.- Sumergir brocha en recipiente ( <b>empapar cerdas de brocha con lubricante</b> ).	Pr		PL. CAJA BASE INDUCCIÓN	B222D8811P3	1
	3.- Aplicar lubricante en bordes extremos de la plantilla.	Pr				
	<b>Nota:</b> Todas estas operaciones se realizan durante el tiempo máquina.					
MP72D	Proceso de corte perimetral vertical y troquelado (operador 1).					
Oper.1	1.- Tomar, alcanzar 1 plantilla de la mesa de trabajo.	Pr				
	2.- Voltea pieza con mano izquierda y con brazo imantado en mano derecha posiciona en punzón de troquel.	Pr				
	3.- Accionar, ejercer presión en botoneras con ambas manos simultáneamente.	Pr				
	4.- Esperar que se cumpla el ciclo total de la máquina ( <b>hasta que colisa quede totalmente arriba</b> ).	Pr				
	<b>Retiro de pieza de troquel (operador 1).</b>					
	1.- Tomar, levantar pieza con brazo imantado en mano derecha.	Pr	Todos los modelos de inducción	Caja base inducción	222D8811P001	1
	2.- Tomar, voltear pieza con mano izquierda.	Pr				
	3.- Mover, ubicar pieza troquelada en banda transportadora dando un paso lateral.	Pr				
	4.- Retomar secuencia operativa.	Pr				
	<b>Retiro de merma proceso de corte perimetral vertical (operador 1).</b>					
	1.- Levantar y retirar merma de corte perimetral (extremo izquierdo) y depositar en contenedor de Scrap.	Pr				
	2.- Levantar y retirar merma de corte perimetral (extremo derecho) y depositar en contenedor de Scrap.	Pr				
	<b>Nota:</b> Efectuar el retiro de merma cada 15 piezas troqueladas.					

<b>MP73D</b>	<b>Estampado de caja y doblado de ceja superior 90° (operador 2).</b>					
<b>Oper.2</b>	1.- Tomar, alcanzar 1 pieza troquelada de mesa de prensa.	Pr				
	2.- Ubicar, posicionar pieza en punzón de matriz con la ayuda del dispositivo tipo imán en mano derecha.	Pr				
	3.- Accionar, ejercer presión en botoneras con ambas manos simultáneamente.	Pr				
	4.- Esperar que se cumpla el ciclo total de la máquina ( <b>hasta que colisa quede totalmente arriba</b> ).	Pr				
	5.- Retomar secuencia operativa.	Pr				
	<b>Retiro de pieza de troquel (operador 2).</b>					
	1.- Levantar pieza desde extremo derecho con brazo imantado en mano derecha.	Pr				
	2.- Tomar, retirar pieza de parte central con brazo imantado en mano derecha.	Pr	Todos los modelos de inducción	Caja base inducción	222D8811P001	1
	3.- Mover, ubicar pieza terminada en mesa de trabajo dando un paso lateral.	Pr				
	4.- Accionar, ejercer presión en botoneras con ambas manos simultáneamente.	Pr				
	5.- Esperar que se cumpla el ciclo total de la máquina ( <b>hasta que colisa quede totalmente arriba</b> ).	Pr				
	6.- Retomar secuencia operativa.	Pr				
	<b>Retiro de merma proceso corte perimetral horizontal (operador 2).</b>					
	1.- Retirar bandejas de recolección merma (extremo derecho) y depositar en contenedor de Scrap.	Pr				
	2.- Retirar bandejas de recolección merma (extremo izquierdo) y depositar en contenedor de Scrap.	Pr				
	<b>Nota:</b> Efectuar el retiro de merma cada 15 piezas troqueladas.					

Fuente: La empresa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

### 2.5.5.2. Secuencia de Operaciones de la Caja Base de Inducción en el Área de Pintura.

El área de Pintura cuenta con una secuencia de operaciones estandarizada para todas las piezas a las que se le va a dar un acabado final con pintura electrostática. Es decir, todas las piezas que pasan por

esta área siguen las mismas operaciones sin importar su forma, cabe recalcar que lo único que cambia entre piezas son los consumos de las materias primas que se utilizan en este proceso.

Para el caso de la caja base de inducción los consumos están detallados en el cuadro 1. El proceso de pintura inicia con el colgado de los ganchos en la cadena, estos ganchos transportan los componentes durante todo el proceso de pintura y son estándares para todas las piezas.

Posteriormente se cuelga el material de manera vertical en los ganchos uno a continuación del otro, en este caso la caja base de inducción se la cuelga a razón de cuatro unidades por gancho.

Una vez que las cajas son ubicadas en los ganchos avanzan en la cadena hasta el área de fosfatizado, en esta parte del proceso las piezas se someten a un proceso de limpieza de siete etapas en el cual se remueve todas las impurezas.

Este proceso es necesario para poder aplicar la pintura y si no se realiza de manera correcta no se logra que la pintura se adhiera al material. Cuando las piezas pintadas salen del área de fosfatizado pasan a un secador de viento que sirve para secar las piezas completamente previas a la aplicación de la pintura en polvo. Después del secado de piezas se procede con la aplicación de la pintura en polvo, este proceso se realiza en una cabina de pintura hermética con la finalidad de prevenir que las piezas se contaminen al igual que la pintura. Los módulos aplican la pintura de manera automática mediante las pistolas de aplicación, los parámetros con las cantidades de pintura que se debe de aplicar a cada pieza son ingresados en una computadora. Al final de la cadena existen de dos a tres personas que realizan retoques a las piezas. Las piezas pintadas salen de las cabinas de pintura al horno de cocido.

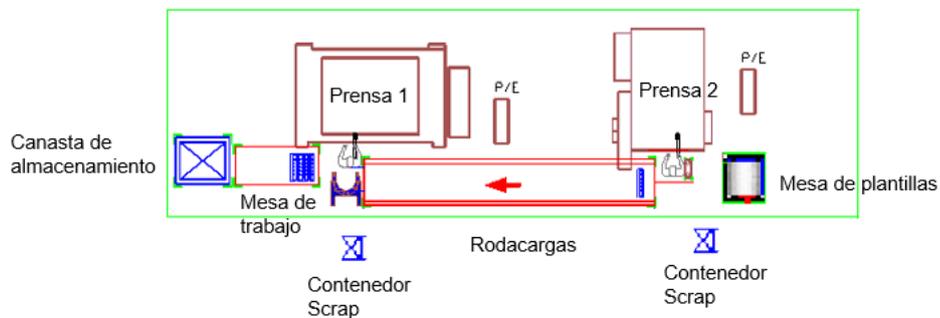
Este horno ayuda a que la pintura se adhiera al acero y también al tiempo de secado, el horno se gradúa a una temperatura de hasta 250° Centígrados. Al final del proceso se baja el material pintado y se lo coloca en los dispositivos de almacenamiento para ser almacenados en la bodega de procesos.

### 2.5.6. Layout del Área de Metales y el Área de Pintura.

Para el layout propuesto del área de Metales se considera una línea de fabricación de dos prensas mecánicas debido a que la fabricación de la caja base de inducción solo requiere de dos operaciones en esta área, a continuación se muestra el layout propuesto en esta área:

#### PLANO N° 1

#### LAYOUT DE LA LÍNEA DE FABRICACION DE LA CAJA BASE DE INDUCCIÓN EN EL ÁREA DE METALES



Fuente: La empresa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

En este layout se puede ver que el proceso inicia en la prensa 2 y finaliza en la prensa 1, se puede ver que para el almacenamiento y transporte de las plantillas se utiliza una mesa estándar, para el transporte de las piezas semielaboradas desde la prensa 1 hasta la prensa 2 se utiliza una banda transportadora o rodacargas, también se ha considerado la opción de utilizar una mesa, el eso de dicha mesa depende de la



mismos que se utilizan actualmente en los demás procesos productivos del área de metales y de pintura.

Para el almacenamiento de la caja base en crudo se utilizará una canasta de almacenamiento, las mismas que tienen una capacidad de almacenamiento de 200 unidades.

En esta etapa del proceso no se requiere de un dispositivo de almacenamiento especializado ya que las cajas no tienen el acabado final en pintura negra.

Para la caja base terminada se ha diseñado un dispositivo de almacenamiento el cual posee bordes acolchados en sus separadores y una superficie suave al contacto para evitar que la caja se raye.

Este dispositivo móvil tiene una capacidad de almacenamiento de 30 unidades y la planta requeriría 15 dispositivos.

**GRÁFICO N° 14**  
**MODELO DE DISPOSITIVO DE ALMACENAMIENTO DE CAJA BASE**  
**DE INDUCCIÓN TERMINADA**



Fuente: Investigación directa  
Elaboración: La empresa

## **2.5.8. Determinación de las Líneas de Fabricación del Área de Metales**

Para determinar las líneas de fabricación de la caja base de inducción se consideran las dimensiones de los troqueles y los recorridos de los volteos de las prensas del área de Metales.

En base a esto se ha determinado una línea principal y dos líneas suplentes para la fabricación de esta pieza.

De acuerdo a estas consideraciones se determina que la línea principal de fabricación es la línea 5 conformada por una prensa cuyo nombre es Arisa 250 y otra prensa denominada Arrasate 250, estas prensas son mecánicas tipo de cuello de cisne y tienen una capacidad de 250 toneladas.

La primera línea suplente para la fabricación de esta pieza es la línea 2 conformada por dos prensas mecánicas, estas prensas son de abertura de dos lados y tienen una capacidad de 300 toneladas.

La segunda línea suplente de fabricación de esta pieza es la línea 7 conformada por dos prensas mecánicas.

La primera prensa es la Arrasate 2 de 300 toneladas y la segunda prensa es la Blow de 400 toneladas, ambas prensas son de abertura de dos lados.

Debido a que estos troqueles son más pequeños que los que se utilizan en estas prensas, se utilizan porta machos para reducir el recorrido del volteo y el tiempo ciclo.

En el cuadro N° 2 se muestra la asignación de las líneas de fabricación y los detalles de las prensas.

**CUADRO N° 4**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS PRENSAS UTILIZADAS EN**  
**LA FABRICACIÓN DE LA CAJA BASE DE INDUCCIÓN**

ESPECIFICACIONES DE DATOS DE PRENSAS								
Prensa	Tipo de prensa	Tonelaje presión	Mesa movil (Longitud / Profundidad) (Pulg)	Mesa fija (Longitud / Profundidad) (Pulg)	(SDAU) Altura de cierre (max)	Altura Max (Pulg)	Altura Min (Pulg)	Volteo (Pulg)
Arisa 250 P. titular 1er op	Mecánica Cuello de cisne	250	900 X 600	1400 X 850		485	290	195
Arrasate 250 P. titular 2da op	Mecánica Cuello de cisne	250	1000 x 750	1400 X 897		420	290	150
Arrasate 175 P. titular 3era op	Mecánica Cuello de cisne	175	1200 x 750	1500 x 900		380	290	140
Arrasate 1 (207) P. suplente 1 1er op.	Mecánica Abertura 2 lados	Colisa 300 ton	2439 X 1525	2439 X 1525		1190	950	254
Sutherland (208) P. suplente 1 2da op.	Mecánica Abertura 2 lados	Colisa 300 ton	2930 X 1550	3048 X 1524		780	508	305
Erfurt P. suplente 1 3er op.	Mecánica Abertura 2 lados	Colisa 500 ton	2773 X 1500	2810 X 1520		1340	480	475
Arrasate 2 P. suplente 2 1er op.	Mecánica Abertura 2 lados	Colisa 300 ton	2439 X 1525	2439 X 1525		1240	1000	305
Blow P. suplente 2 2da op.	Mecánica Abertura 2 lados	Colisa 400 ton	2705 X 1219	2743 X 1219		1168	508	406

Fuente: Investigación directa  
 Elaboración: Gálvez Adum José Javier

**2.5.9. Determinación del Tiempo Ciclo de las Operaciones en el Área de Metales.**

Para determinar los tiempos ciclo de la caja base de inducción se toma en consideración la secuencia de operaciones de las áreas de Metales y Pintura. Para calcular el tiempo ciclo de las operaciones se realiza un estudio de tiempos en el cual se toman diez muestras de tiempo para cada operación. Las operaciones se las calcula con una eficiencia del 90% y el otro 10% se lo asigna a los PDS que son los tiempos que el operador requiere para tomar agua, ir al baño, realizar pausas activas, etc., cabe mencionar que estos tiempos se asignan de esta manera para todas las piezas que se fabrican en el área de Metales.



El cuadro anterior muestra un tiempo ciclo de 12.3 segundos para la primera operación y 12.4 segundos para la segunda operación, por tal razón, se decide establecer el tiempo ciclo en 12 segundos. Los tiempos de la operación de lubricación se toman para verificar que las operaciones se realicen dentro del tiempo máquina que es de 3 segundos, cabe mencionar que para el tiempo máquina no se consideran PDS.

Para el proceso del área de Pintura se consideran variables como la longitud de la cadena, la cantidad de ganchos de colgado que se colocan en la cadena, la distancia entre ganchos de colgado y la velocidad de la cadena.

El tiempo requerido para que la cadena de una vuelta completa es de 1 hora 15 minutos, este tiempo ya es estándar para todas las piezas que ingresan a esta área debido a que esta es la velocidad es estándar, es decir, que el volumen de piezas está calculado de acuerdo al tiempo del ciclo del área de Pintura y a la cantidad de piezas que se cuelgan en los ganchos.

#### **2.5.10. Dotación Requerida.**

La dotación requerida para la fabricación de la caja base de inducción en el área de Metales es de dos personas, que trabajarán en las dos prensas de la línea de fabricación, ya sea esta la línea titular o la línea suplente.

El área de Pintura por ser un área más compleja requiere de una dotación mínima para operar, esta dotación es de 20 personas, las mismas que se distribuyen a lo largo del proceso de acuerdo a lo mencionado anteriormente en la secuencia de operaciones.

En el cuadro a continuación se detalla la distribución de las personas por operación:

**CUADRO N° 6**  
**CUADRO DE DETALLE DE DOTACIÓN ASIGNADA PARA LA**  
**FABRICACIÓN DE LA CAJA BASE DE INDUCCIÓN**

Área	Operación	Descripción	Dotación
Metales	MP72D	Corte perimetral y troquelado	1
	MP73D	Estampado y doblado de ceja a 90°	1
Pintura	Colocacion de ganchos	Colocacion de ganchos para colgado de piezas	3
	Alzado	Alzado de piezas desde los dispositivos de almacenamiento hasta los ganchos	6
	Retoque	Retoque de pintura dentro de la cabina	5
	Bajado de material	Bajado del material pinta de la cadena y acomodado en dispositivos de almacenamiento	6
			22

Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

### **2.5.11. Determinación de la Producción por Hora, Estándar de Fabricación, Carga de Hora - Hombre y Carga de Máquina.**

#### **2.5.11.1. Determinación de la Producción por Hora.**

Se determina el estándar de producción de acuerdo a la relación entre el tiempo disponible y el tiempo ciclo en cada área. Como el proceso de fabricación en el área de Metales de la caja base de inducción se realiza en línea, se considera que se fabrica una pieza cada 12 segundos, por tal razón la producción relación da como resultado que se fabricarán 300 piezas por hora.

El tiempo ciclo del área de Pintura es de 1 hora 15 minutos o su equivalente de 4500 segundos. Sin embargo, la producción por hora (3600 segundos) de la caja base de inducción en el área de Pintura se la calcula tomando en consideración la siguiente información:

**CUADRO N° 7**  
**CUADRO DE INFORMACIÓN DEL ÁREA DE PINTURA PARA EL**  
**CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN POR HORA**

<b>CONSIDERACIONES DEL ÁREA</b>	
Longitud de la cadena (metros)	216
Distancia entre ganchos (metros)	1,2
Tiempo entre ganchos (Segundos)	23
Cantidad Total de ganchos	185
carga de cadena	1
Piezas por ganchos	4

Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

La cantidad de piezas que se van a producir por hora se la calcula dividiendo los 60 segundos de un minuto para los 23 segundos que es la distancia entre ganchos, esto da como resultado 2.6 ganchos por minuto, posteriormente se multiplica este resultado por 60 minutos y tenemos la cantidad de ganchos por hora, teniendo en cuenta que se cuelgan cuatro cajas por gancho tenemos un total de 624 cajas que se pintan por hora. A continuación se muestra un cuadro con la información detallada:

**CUADRO N° 8**  
**CUADRO DE INFORMACIÓN DEL ÁREA DE PINTURA PARA EL**  
**CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN POR HORA**

<b>Carros/min</b>	<b>MINUTOS</b>	<b>G/HORA</b>	<b>pz/ganchos</b>	<b>P/H</b>
2,6	60	156	4	624

Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

### 2.5.11.2. Determinación del Estándar de Fabricación, Carga de Hora - Hombre y Carga de Máquina.

Para determinar el estándar de fabricación se utiliza la producción por hora de la caja base de inducción en cada una de las áreas. Con este dato y con la cantidad mensual de parrillas eléctricas de inducción acuerdo a la demanda estimada de se procede a calcular la carga de máquina (horas máquina) y las horas hombre requeridas para la fabricación de esta pieza.

En el siguiente cuadro se detalla el estándar de fabricación, las horas hombre y carga de máquina en el área de Metales:

#### CUADRO N° 9 CÁLCULO DE ESTANDAR, HORAS – HOMBRE Y CARGA DE MÁQUINA DE LA CAJA BAS DE INDUCCIÓN EN EL ÁREA DE METALES

AREA DE METALES									
Descripción	Operación	Máquina	Centro	Dot	P/H	Tiempo Mq.	STD	Carga HH (hora)	Carga Mq (hora)
CAJA BASE INDUCCIÓN	estampado, corte perimetral y perforado	Arisa 250	Linea	1	300	0,0033	0,0033	33,3	33,3
	doblado	Arrasate 250	Linea	1	300	0,0033	0,0033	33,3	33,3
10000	unidades programadas						0,0067	66,7	66,7

Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

Para el cálculo del estándar de fabricación se hace una relación entre la dotación (lo que una persona fabrica) y la producción por hora de cada operación, al final, se suma el estándar de las dos operaciones para obtener el estándar total de la fabricación de la caja base de inducción en crudo, este estándar para el área de Metales es de 0.0067.

Una vez que se obtiene el estándar se procede a calcular las horas hombre que se requieren para la fabricación mediante la multiplicación del estándar individual por la cantidad de piezas planificadas, tal como se muestra en el cuadro anterior. Para el cálculo del tiempo máquina se

hace una relación entre lo que una máquina puede fabricar y la producción por hora de la pieza, este tiempo máquina se lo utiliza posteriormente para calcular la carga de máquina que es el tiempo total que se requiere para producir la cantidad de piezas planificadas.

El cálculo del estándar de fabricación, las horas – hombre y la carga de máquina en el área de Pintura se lo detalla en el cuadro siguiente:

**CUADRO N° 10**  
**CÁLCULO DEL ESTÁNDAR, HORAS – HOMBRE Y CARGA DE**  
**MÁQUINA DE LA CAJA BAS DE INDUCCIÓN EN EL ÁREA DE**  
**PINTURA**

AREA DE PINTURA										
DESCRIPCION	Carros/min	MINUTOS	G/HORA	pz/ganchos	P/H	DOT	STD H-H	TIEMPO MAQ	Carga HH (hora)	Carga Mq (hora)
CAJA BASE INDUCCION NEGRA	2,6	60	156	4	624	20	0,0320513	0,0016026	321	16
10000	Un. Prog.									

CONSIDERACIONES DEL ÁREA	
Longitud de la cadena (metros)	216
Distancia entre ganchos (metros)	1,2
Tiempo entre ganchos (Segundos)	23
Cantidad Total de ganchos	185
carga de cadena	1
Piezas por ganchos	4

Fuente: Investigación directa  
 Elaboración: Gálvez Adum José Javier

En el área de Pintura se calcula el estándar de acuerdo a una dotación mínima de 20 operadores, al igual que en el área de Metales se relaciona la dotación entre la producción por hora, con esta relación el estándar es de 0.0320.

Con el estándar se calculan las horas-hombre requeridas, se multiplica el estándar por la cantidad total de piezas planificadas y se obtiene el total de horas al mes.

Las horas máquina en esta área se calculan considerando que el área funciona como una sola máquina, luego se hace la relación entre la máquina y la producción por hora con la particularidad en este caso que el

resultado de esta relación se lo divide nuevamente entre el número de cargas, teniendo en cuenta que una carga es la saturación completa de la cadena.

Con el tiempo máquina se procede a calcular la carga de máquina, que es la multiplicación de la hora máquina por la cantidad de piezas planificadas, esto nos da como resultado las horas maquinas totales que se necesitan para dar el acabado en pintura a la caja base de inducción.

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA**

#### **3. Propuesta.**

##### **3.1. Análisis de Costos de la Inclusión de Piezas Fabricadas Localmente.**

Dentro de la estructura de una encimera de inducción se tiene que el costo operativo del producto excluyendo para el análisis el valor de almacenamiento tiene antes del proyecto un rubro de \$200.89 dólares, el cual incluye la materia prima, sea esta de origen importando y local por un rubro total de \$193.5 dólares, un costo de mano de obra directa (MOD) por un valor de \$1.05 dólares, un costo de mano de hora indirecta (MOI) por un valor de \$0.34 dólares, una asignación de costos variables de \$1.30 dólares y costos fijo de \$1.5 dólares, la depreciación para este producto se estima por un valor de \$3.20 dólares.

La caja base que viene como pieza importada, desde México con un valor puesto en planta de \$ 9.02 dólares, la cual incluye un precio de venta FOB de \$7.30 dólares, con un término de negociación entrega en Puerto Manzanillo y una asignación de gastos de importación y desaduanización por un valor de \$1.72 dólares.

Con el proyecto de ingreso de la caja fabricada en la planta, se tiene que el valor de la caja importada se excluye del análisis y se incluye el valor de las piezas requeridas para la fabricación de la caja, que para efectos del análisis son la plantilla, la pintura y el fosfatizado, esto con un

valor estimado de materiales de \$2.42 dólares, a su vez en los rubros de mano de obra directa, indirecta, suben su valor, considerando que para poder realizar ese proceso se requiere los recursos directos que son asignados al producto, ya que la inversión estimada va ligada al proyecto, lo cual se aumenta los rubros en \$0.98 dólares y \$ 0.36 dólares, respectivamente, y en relación a los gastos variables también se tiene un incremento por mayor consumo de energéticos por un valor de \$0.25 dólares, en relación a los gastos fijos se mantienen ya que para el volumen de este producto en comparación lo que hace la planta de manera global no serían estimados dentro de la asignación e fijos del primer año, esto generaría un ahorro en los años futuros que para este análisis no se tomaría en cuenta.

Con respecto a la depreciación se asigna el monto del estimado de la depreciación de los dos troqueles dentro de su periodo de cinco años y estimado a los productos que se realizaría de manera anual, incrementaría este rubro asignado al producto en un valor de \$ 0.35 dólares.

**CUADRO N° 11**  
**CUADRO COMPARATIVO DE AHORRO PARA LAS COCINAS**  
**ELECTRICAS DE INDUCCIÓN**

<b>RUBRO</b>	<b>ANTES DEL PROYECTO</b>	<b>DESPUES DEL PROYECTO</b>
MATERIA PRIMA IMPORTADA	\$ 168.00	\$ 159.00
MATERIA PRIMA LOCAL	\$ 18.50	\$ 20.42
MOD	\$ 1.05	\$ 2.03
MOI	\$ 0.34	\$ 0.70
COSTOS VARIABLES	\$ 1.30	\$ 1.55
COSTOS FIJOS	\$ 1.50	\$ 1.50
DEPRECIACIÓN	\$ 3.20	\$ 3.55
	\$ 193.89	\$ 188.75

Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

Realizando el proyecto se puede observar ver como se tiene un ahorro por producto en un valor de \$ 5.41 dólares.

En relación al porcentaje de inclusión de estas piezas, se aumenta la participación de las piezas locales en un valor de 3 piezas diferentes, pasando es una estructura de 25 piezas locales a 28 piezas locales, con proveedores actuales de la empresa, lo cual genera un flujo estable de abastecimiento y adicional no genera inversiones en capital de trabajo ya que la compañía tiene una política de inventario de 60 días, eso es que en caso de las piezas importada como es el de la cubierta de México, debe tener en inventarios de manufactura 30 días en las bodegas principales y 30 días en tránsito.

Para el caso de piezas aumenta la participación de piezas locales de 89 % a 93%, subiendo 4% de participación, lo cual se refleja en términos económicos en un incremento de 1.5%.

**CUADRO N° 12**  
**CUADRO COMPARATIVO DE CANTIDADES DE PIEZAS Y**  
**PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN**

DETALLE	ANTES DEL PROYECTO		DESPUES DEL PROYECTO	
	\$ (DÓLARES)	PIEZAS	\$ (DÓLARES)	PIEZAS
MATERIA PRIMA TOTAL	\$ 186.50	28	\$ 179.42	30
MATERIA PRIMA IMPORTADA	\$ 168.00	3	\$ 159.00	2
MATERIA PRIMA LOCAL	\$ 18.50	25	\$ 20.42	28
PORCENTAJE IMPORTADO	90.08%	10.71%	88.62%	6.67%
PORCENTAJE LOCAL	9.92%	89.29%	11.38%	93.33%

Fuente: Investigación directa  
Elaboración: Gálvez Adum José Javier

A esto se debe agregar que la empresa no deberá desembolsar un rubro en capital de trabajo para la compra de las cubierta que se estimado en una valor de \$163200,00 dólares.

**CUADRO N° 13**  
**CUADRO DE CAPITAL DE TRABAJO NECESARIO PARA COMPRA**  
**DE CAJA BASE DE INDUCCIÓN IMPORTADA**

INVENTARIO	COSTO UNITARIO	VOLUMEN	COSTO TOTAL
CAJAS EN BODEGA	\$ 9.02	10000	\$ 90,200.00
CAJAS EN TRÁNSITO	\$ 7.30	10000	\$ 73,000.00
			\$ 163,200.00

Fuente: Investigación directa  
 Elaboración: Gálvez Adum José Javier

### 3.2. Análisis de la Inversión Financiera.

Se procede a realizar una análisis de evaluación financiera que constituye una parte complementaria de la secuencia realizado a lo largo de la tesis, una vez concentrada toda la información que se ha trabajado en capítulos anteriores se estiman métodos de evaluación financiera para ver el valor del dinero a través del tiempo.

Lo más importante en que tiempo la empresa recibe una retorno de la inversión o en efecto tiene algún beneficio que le permita indicar que es viable el proyecto, con estas dos informaciones la empresa hace las evaluaciones permitentes y decide aprobar o no el proyecto con la finalidad de medir la eficiencia de la inversión realizada.

Se procede a cuantificar las inversiones iniciales requeridas para el proyecto, como son principalmente el desembolso para la construcción de los troqueles y los dispositivos requeridos para el transporte de material.

Se tiene una inversión requerida de \$347.500,00 dólares como desembolso inicial del proyecto.

**CUADRO N° 14**  
**CUADRO DE COSTOS DE INVERSIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE**  
**TROQUELES Y HERRAMENTALES**

INVERSIÓN	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
TROQUEL 1 OPERACIÓN	\$ 135,000.00	1	\$ 135,000.00
TROQUEL 2 OPERACIÓN	\$ 130,000.00	1	\$ 130,000.00
COMPRA DE DISPOSITIVOS	\$ 500.00	15	\$ 7,500.00
GANCHOS DE PINTURA	\$ 15.00	5000	\$ 75,000.00
			\$ 347,500.00

Fuente: Investigación directa  
 Elaboración: Gálvez Adum José Javier

Dentro del ahorro se tiene un valor por \$649200,00 dólares anualmente.

**CUADRO N° 15**  
**CUADRO DE AHORRO ANUAL POR FABRICACIÓN DE LA CAJA**  
**BASE DE INDUCCIÓN**

AHORRO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Reducción en costos operacionales por cambio de cubierta de importada a fabricada localmente	\$ 5.41	120000	\$ 649,200.00

Fuente: Investigación directa  
 Elaboración: Gálvez Adum José Javier

Para el análisis se tiene un retorno de la inversión de 0.54 años, o lo que equivale a siete meses en período contables.

### 3.3. Conclusiones.

Se diseñó e implementó un proceso de fabricación y acabado en pintura para la caja base de las cocinas de inducción en una empresa manufacturera de línea blanca, incrementando el porcentaje de piezas

fabricadas localmente en un 4% a nivel de cantidad, pasando de 25 piezas abastecidas a 28 piezas, y en 1.46% a nivel de costos operacionales, obteniendo un porcentaje de 11.38 %, que es la compra local valorada en \$20.42 dólares sobre una compra de material total de \$179.42 dólares, en comparación a un porcentaje anterior de 9.92% que es el valor de una compra local de \$ 18.50 dólares sobre una compra de materia total \$179.42 dólares.

Se determinó la capacidad de producción requerida de acuerdo a un volumen estimado en promedio de 10000 mensuales, teniendo picos en los meses de mayo y diciembre, donde se tiene que el tiempo requerido en horas hombre mensualmente es de 388 horas al mes.

Se diseñaron los troqueles necesarios para la fabricación en crudo de la caja base, y para el acabado final en pintura negra se diseñaron los ganchos de colgado para lo cual y lo herramientas necesarios para el almacenamiento de las cajas terminadas.

Se diseñó el layout el cual se muestra en el capítulo II, donde se visualiza la distribución de las operaciones necesarias para la fabricación de la caja base en crudo en el área de Metales y el acabado final en pintura de color negro en el área de Pintura.

Se estima la inversión requerida en un monto de \$347,500.00 dólares con un ahorro anual de \$ 649,200.00 dólares, lo cual genera un retorno de la inversión en un tiempo de 7 meses.

Se genera un ahorro de capital de manufactura estimado en una valor de \$163,200.00 dólares ya que este no se requiere como fondo de maniobra para la operación al pasar de la caja de compra importada a abastecimiento local, especialmente porque los proveedores locales que van a vender dichas piezas están en un esquema justo a tiempo, el cual la

materia prima ingresa el día que va a ser consumida, generando una inversión capital de trabajo de cero en estas piezas.

### **3.4. Recomendaciones.**

Se recomienda realizar un análisis similar con el módulo eléctrico que viene de Europa, aunque la empresa ha realizado desarrollos con proveedores locales no se ha podido obtener el resultado deseado debido a las restricciones tecnológicas que existen actualmente en el país.

Se puede evaluar también, la alternativa de importar piezas desglosadas a manera de CKDS (partes y piezas) y realizar el ensamble eléctrico dentro de la fábrica o con un proveedor externo, bajando el costo de material importado.

Otra opción que permitiría aumentar la participación de piezas locales, sería el desarrollo del vidrio vitrocerámico con el principal proveedor de vidrios de la planta, actualmente este vidrio se lo importa desde Estados Unidos.

El costo de este vidrio aporta un porcentaje elevado a los componentes importados por su alto costo, otro beneficio adicional sería la reducción del capital de trabajo de la planta.