



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

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE OLLAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS DE
ALUMINIO**

Byron Estuardo Solórzano Barraza

Asesorado por el Ing. Mario Eduardo Solórzano Barraza

Guatemala, septiembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AUTOMATIZACIÓN EN EL
PROCESO DE FABRICACIÓN DE OLLAS EN UNA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS DE ALUMINIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

BYRON ESTUARDO SOLÓRZANO BARRAZA

ASESORADO POR EL ING. MARIO EDUARDO SOLÓRZANO BARRAZA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADOR	Ing. Luis Pedro Ortiz de León
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE OLLAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS DE ALUMINIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 25 de septiembre de 2019.

Byron Estuardo Solórzano Barraza

Guatemala, 26 de enero de 2021

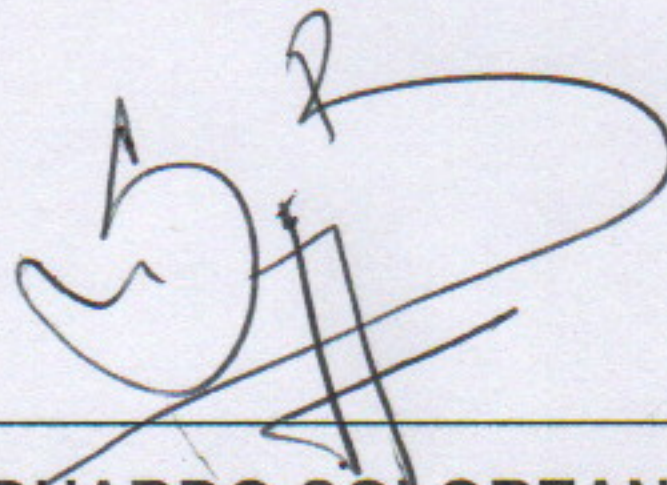
Ingeniero Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Director de Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Ingeniero Urquizu Rodas:

En cumplimiento a la resolución emitida por la Dirección de su Escuela, procedí a asesorar el trabajo de graduación del estudiante: Byron Estuardo Solórzano Barraza con registro estudiantil No. 2013-13665 y carnet No. 2985896480117 titulado **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE OLLAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS DE ALUMINIO”**.

Considero que el trabajo cumple con los requisitos que establece la legislación universitaria, por lo que recomiendo su aprobación.

Sin otro particular.



MARIO EDUARDO SOLÓRZANO BARRAZA
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

Colegiado No. 12993

*Mario Eduardo Solórzano Barraza
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 12993*



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.050.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE OLLAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS DE ALUMINIO**, presentado por el estudiante universitario **Byron Estuardo Solórzano Barraza**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Luis Pedro Ortiz de León
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 10810

Ing. Luis Pedro Ortiz de León
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2021.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.080.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE OLLAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS DE ALUMINIO**, presentado por el estudiante universitario **Byron Estuardo Solórzano Barraza**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

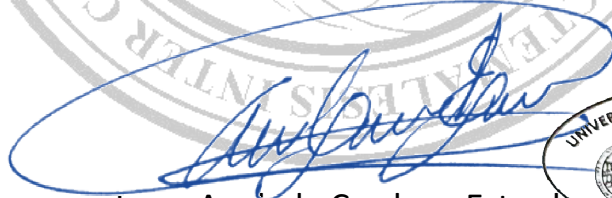
Guatemala, septiembre de 2021.

/mgp

DTG. 393.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE OLLAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS DE ALUMINIO**, presentado por el estudiante universitario: **Byron Estuardo Solórzano Barraza**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, septiembre de 2021

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme sabiduría y permitirme seguir adelante para cumplir mis metas.
- Mis padres** Gloria Ilsa Barraza Rosales y Mario Adalberto Solórzano Fuentes, por ser la motivación de llegar a esta meta, porque gracias a su apoyo incondicional, hoy se cumple una meta.
- Mi hermano** Mario Eduardo Solórzano, por ser un ejemplo por seguir y apoyarme en todo momento.
- Mis abuelos** En especial a Argelia Rosales (q. e. p. d.), por todo el amor y confianza en cada momento crucial de mi vida.
- Ligia Hernández** Por su amor, en apoyarme y ser una fuente de inspiración para seguir adelante y concluir esta meta.
- Mis tíos** Por su apoyo incondicional en especial a Elvia y Ricardo Barraza
- Mis sobrinas** Ilse Daniela y Valentina Solórzano, por ser mi motivación y que sirva este logro como fuente de inspiración.

Mis primos

Por su cariño y estar siempre a mi lado; en especial Ricardo, Roberto, Carlos y Diego Barraza, Luis y Jorge Armas por brindarme siempre su apoyo.

Mis amigos

Por ser los que me acompañaron durante esta aventura apoyarnos en momentos difíciles y hacer que este trayecto sea inmemorable.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por abrirme sus puertas y permitirme hacer realidad esta meta.
Mi asesor	Ing. Mario Solórzano, por su apoyo incondicional y motivación a lo largo de todo el camino.
Ing. Ricardo Barraza	Por su ayuda y apoyo incondicional durante este proceso.
Omar Huertas	Por abrirme las puertas de su empresa y darme la oportunidad de aprender.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ESTUDIO DE MERCADO	1
1.1. Definición de las especificaciones del proceso	1
1.2. Análisis del entorno	2
1.2.1. Macroambiente externo	2
1.2.2. Microambiente externo	6
1.3. Tipo de mercado del producto	6
1.3.1. Geográfico	6
1.3.2. Por tipo de cliente	7
1.3.3. Por competencia establecida.....	7
1.3.4. Por tipo de producto.....	8
1.3.5. Por tipo de recurso.....	8
1.4. Análisis de oferta y demanda del producto	9
1.4.1. Análisis de la oferta.....	9
1.4.1.1. Competencia actual.....	9
1.4.1.2. Proyección futura de competencia.....	10
1.4.2. Análisis de la demanda del producto	10
1.4.2.1. Proyección de la demanda.....	11
1.4.2.2. Precio de cada artículo.....	16

1.5.	Demanda del producto	16
1.5.1.	Proyección del producto	16
1.5.2.	Tiempo de vida del producto	17
2.	ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA	19
2.1.	Planificación estratégica.....	19
2.1.1.	Beneficios de la planeación estratégica	19
2.1.2.	Método por utilizar.....	20
2.2.	Automatización	23
2.2.1.	Tipos de automatización	24
2.2.2.	Ventajas y desventajas de la automatización	25
2.2.3.	Criterios para tomar en cuenta antes de automatizar.....	26
2.3.	Descripción del equipo.	26
2.3.1.	Maquinaria.....	26
2.3.1.1.	Prensa hidráulica	27
2.3.1.1.1.	Especificaciones técnicas.....	28
2.3.1.2.	Biseladora	29
2.3.1.2.1.	Especificaciones técnicas.....	29
2.3.2.	Herramienta.....	30
2.4.	Descripción del proceso.	31
2.4.1.	Diagrama de operaciones del proceso.....	31
2.4.2.	Diagrama de flujo del proceso	34
2.4.3.	Diagrama de recorrido	37
2.4.4.	Área de materia prima.....	38
2.4.4.1.	Materia prima para utilizar	38
2.4.5.	Área de pulido	40

	2.4.5.1.	Diagrama de área de pulido.....	40
	2.4.6.	Área de embutido.....	41
	2.4.6.1.	Diagrama de área de embutido	41
	2.4.7.	Área de biselado	43
	2.4.7.1.	Diagrama de área de biselado.....	43
	2.4.8.	Área de producto terminado	44
2.5.		Eficiencia.....	44
	2.5.1.	Capacidad instalada.....	44
	2.5.2.	Personal en la línea	45
	2.5.3.	Cálculo de eficiencia	45
2.6.		Deficiencias del proceso	46
	2.6.1.	Identificación de puntos de mejora.....	47
	2.6.2.	Reclamos de calidad.....	47
2.7.		Montaje del equipo	48
	2.7.1.	Pasos para el montaje	49
	2.7.2.	Lugar del montaje	51
	2.7.2.1.	Diagrama de distribución.....	51
	2.7.3.	Herramientas para el montaje	52
	2.7.4.	Stock de repuestos	53
	2.7.4.1.	Descripción de repuestos.....	53
2.8.		Control de calidad.....	55
	2.8.1.	Control de calidad en materias primas e insumos ...	55
	2.8.2.	Control de calidad en el proceso productivo	56
2.9.		Proceso de control.....	57
	2.9.1.	Definir parámetros de control para la maquinaria....	57
	2.9.2.	Evaluación de funcionamiento.....	58
	2.9.3.	Evaluación de resultados de las medidas implementadas.....	58

3.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y LEGAL.....	59
3.1.	Estudio administrativo	59
3.2.	Descripción de la organización	59
3.2.1.	Misión	59
3.2.2.	Visión	59
3.2.3.	Metas	60
3.2.3.1.	Metas a corto plazo	60
3.2.3.2.	Metas a mediano plazo	60
3.2.3.3.	Metas a largo plazo	60
3.3.	Organización para la operación	61
3.4.	Seguridad Industrial.....	64
3.4.1.	Equipo de protección necesario	65
3.4.2.	Programa de manejo seguro	65
3.5.	Proceso de mantenimiento.....	67
3.5.1.	Capacitación sobre el uso adecuado de maquinaria.....	68
3.5.2.	Mantenimiento de equipo.....	70
3.5.2.1.	Mantenimiento preventivo	70
3.5.2.2.	Mantenimiento correctivo	72
3.6.	Estudio legal	73
3.7.	Aspectos laborales	73
3.7.1.	Obligaciones de los patronos	73
3.7.2.	Prohibiciones de los patronos.....	75
3.7.3.	Jornadas laborales.....	76
3.7.4.	Prestaciones legales.....	76
3.8.	Acuerdo Gubernativo 229-2014.....	77
3.8.1.	Puntos que afecten directamente el proyecto.....	78

4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	81
4.1.	Ministerio de ambiente y recursos naturales	81
4.1.1.	Funciones del ministerio de ambiente y recursos naturales.....	81
4.1.2.	Licencia ambiental	83
4.1.2.1.	Gestión para la obtención de la licencia ambiental	84
4.1.2.2.	Costos aplicables para la obtención de la licencia ambiental	86
4.2.	Impacto ambiental	86
4.2.1.	Identificación y valoración de los impactos, Matriz de Leopold.....	87
4.2.2.	Medidas de mitigación	92
5.	ESTUDIO ECONÓMICO	95
5.1.	Inversión inicial	95
5.1.1.	Presupuesto	96
5.1.2.	Fuentes de financiamiento.....	97
5.2.	Costos directos	97
5.2.1.	Costo de la maquinaria	97
5.2.2.	Mano de obra directa	98
5.3.	Costos indirectos	98
5.3.1.	Mano de obra indirecta	99
5.3.2.	Costos financieros de la inversión inicial.....	99
5.3.3.	Gastos administrativos.....	99
5.3.4.	Otros costos de operación.....	100
5.4.	Ingresos estimados	100
5.5.	Flujo de caja.....	101
5.6.	Punto de equilibrio	103

6.	ESTUDIO FINANCIERO.....	105
6.1.	Tasa mínima atractiva de rendimiento.....	105
6.1.1.	Tasa de inflación	105
6.1.2.	Riesgo a la inversión.....	106
6.1.3.	Tasa mínima atractiva de rendimiento	106
6.2.	Valor presente neto	107
6.2.1.	Inversión inicial.....	107
6.2.2.	Flujo neto de efectivo	107
6.2.3.	Valor presente neto.....	108
6.3.	Tasa interna de retorno	109
6.3.1.	Tasa interna de retorno.....	109
6.3.2.	Comparación de tasa interna de retorno, con la tasa mínima atractiva de rendimiento.....	109
6.4.	Razón Beneficio/Costo	109
6.4.1.	Determinación de beneficios	110
6.4.2.	Determinación de costes	110
6.4.3.	Razón beneficio/costo.....	110
6.5.	Análisis de resultados.....	110
6.6.	Análisis de sensibilidad	111
6.6.1.	Valor presente neto.....	111
6.6.2.	Tasa interna de retorno.....	112
6.6.3.	Razón beneficio/costo.....	112
	CONCLUSIONES	113
	RECOMENDACIONES.....	115
	BIBLIOGRAFÍA.....	117
	APÉNDICES	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	2
2.	Características generales de vivienda	3
3.	Pirámide poblacional de Guatemala.	4
4.	Estructura de los principales indicadores del mercado.....	4
5.	Porcentaje de participación en el mercado guatemalteco	10
6.	Porcentaje de fuentes de energía para cocinar.....	11
7.	Proyección de la demanda de ollas de aluminio No. 20 estándar	14
8.	Proyección de la demanda de ollas de aluminio No. 20 alta	15
9.	Cantidad de matrimonio por año en Guatemala.....	17
10.	Diagrama de operaciones hoja No. 1	32
11.	Diagrama de operaciones hoja No. 2	33
12.	Diagrama de flujo hoja No. 1	34
13.	Diagrama de flujo hoja No. 2.....	35
14.	Diagrama de flujo No. 3.....	36
15.	Diagrama de recorrido.....	37
16.	Discos de aluminio.....	39
17.	Diagrama de flujo pulidos de olla de aluminio	40
18.	Diagrama de flujo proceso de fabricación	41
19.	Hoja No. 2 diagrama de flujo proceso de fabricación.....	42
20.	Diagrama de área de biselado	43
21.	Localización de la prensa hidráulica y biseladora.	52
22.	Organigrama de la empresa.....	61
23.	Objetivo del departamento de mantenimiento.....	68

TABLAS

I.	Población económicamente activa de 15 años o más	5
II.	Ingreso promedio mensual, por sexo, según ocupación.....	5
III.	Fuentes principales para cocinar a nivel departamental.....	12
IV.	Proyección de la demanda de ollas de aluminio # 20 estándar.....	13
V.	Proyección de la demanda de ollas de aluminio # 20 alta	14
VI.	Precios de ollas de aluminio en calidad alta y estándar.....	16
VII.	Factores internos	20
VIII.	Factores externos	21
IX.	Estrategias en base a FODA.....	22
X.	Especificaciones de discos de aluminio de calidad alta.....	38
XI.	Especificaciones de discos de aluminio de calidad estándar	39
XII.	Tiempo estándar en proceso.....	45
XIII.	Cantidad de reclamos de calidad.....	48
XIV.	Descripción de los principales aceites de lubricación	53
XV.	Descripción de los principales repuestos.....	54
XVI.	Costos aplicables para licencia ambiental	86
XVII.	Matriz de Leopold	87
XVIII.	Ponderaciones de importancia.....	88
XIX.	Ponderaciones de magnitud.....	88
XX.	Definición de la magnitud de los impactos	89
XXI.	Matriz de Leopold fabricación de ollas de aluminio.....	90
XXII.	Costos de maquinaria.....	96
XXIII.	Costos de bienes intangibles	97
XXIV.	Costo de mano de obra directa instalación de maquinaria	98
XXV.	Costo de mano de obra directa producción.....	98
XXVI.	Costo de mano de obra indirecta	99
XXVII.	Gastos administrativos	100

XXVIII.	Costos por mantenimiento	100
XXIX.	Plan de producción	101
XXX.	Ingresos estimados.....	101
XXXI.	Flujo de caja primer año	102
XXXII.	Inflación total periodo 2008 – 2019.....	106
XXXIII.	Costos de inversión inicial.....	107
XXXIV.	Flujo neto de efectivo	108

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hp	Caballos de fuerza
cm	Centímetro
R^2	Coefficiente de determinación
EPP	Equipo de protección personal
<i>kg</i>	Kilogramo
PSI	Libras por pulgada cuadrada
L	Litro
<i>m</i>	Metro
mm	Milímetro
min	Minuto
%	Porcentaje
Q	Quetzal
rpm	Revoluciones por minuto
Σ	Sumatoria

GLOSARIO

Almacenamiento	Es la acción de guardar bienes que serán distribuidos o comercializados más adelante.
Artículo	Es un producto específico destinado a la comercialización.
Artículo de cocina	Es un utensilio para el uso en la cocina.
Automatización	Aplicación de elementos o sistemas automáticos en la realización de un proceso.
Bajo demanda	A los productos que se elaboran o se fabrican cuando los solicita el cliente, de los que no están almacenados y no hay existencias.
Biseladora	Máquina herramienta que se concentra en dos partes tanto el arranque de viruta que hace que se limen asperezas y rebordear la orilla del elemento.
Buril	Herramienta de corte formada por una barra de acero templado, sometida a un tratamiento térmico.
Cimentación	Elemento estructural encargado de distribuir las fuerzas de un objeto sobre el suelo.

Costo	Inversión que se realiza con el fin de recuperarla con ganancias.
Croquis	Representación gráfica de un espacio que se hace a ojo.
Cualitativa	Es aquello que está asociado con la actualidad o con la propiedad de algo.
Demanda	Cantidad de bienes o servicios que la población pretende conseguir, para satisfacer sus necesidades.
Demora	Retraso en un proceso o actividad.
Desechos	Residuo del que se prescinde por no tener utilidad.
Estudio administrativo	Se detalla planeación, organización, dirección, control y seguridad de un proyecto.
Estudio de impacto ambiental	Evalúa lo relacionado al medio ambiente que provoca el proyecto, con el fin de proponer medidas para reducir el mismo o hacer que éste sea un impacto positivo.
Estudio legal	Analiza todos los reglamentos y leyes que rigen un proyecto.

Estudio de mercado	Estudia lo relacionado a los factores externos que pueden afectar la demanda y precio del bien o servicio de interés para el proyecto.
Estudio técnico de ingeniería	Se evalúa las instalaciones, procesos, equipo, materia prima, insumos y todo lo necesario para hacer viable el proyecto.
Fabricación	Realización de un producto a partir desde el inicio de la combinación de sus partes por medios mecánicos.
Flujo de caja	Proyección de todos los ingresos y egresos que tendrá el proyecto durante un periodo determinado.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
Mantenimiento	Serie de pasos que se siguen para poder instalar una máquina óptimamente.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Mitigar	Atenuar o suavizar una cosa negativa.
Montaje	Serie de pasos que se siguen para instalar. Una máquina óptimamente.
TIR	Tasa interna de retorno.
TMAR	Tasa mínima atractiva de rendimiento.

Utilidad Margen de ganancia o pérdida que adquiere un proyecto con su implementación.

VPN Valor presente neto

RESUMEN

El presente trabajo de graduación muestra el estudio de factibilidad para la automatización en el proceso de fabricación de ollas en una planta de producción de artículos de aluminio, se realizaron los siguientes estudios.

El estudio de mercado se realizó para analizar la competencia, clientes y la comercialización del artículo proyectando la demanda futura; en el estudio técnico, para definir el tipo de automatización, así como el tipo de maquinaria, repuestos, y mantenimiento que se utilizara. Estudio administrativo y legal para identificar los requisitos y leyes que se deben cumplir para llevar a cabo el proyecto de automatización; dentro del estudio de impacto ambiental para definir el grado de impacto que el proyecto tendrá en el ambiente; estudio económico, para determinar los flujos de efectivo y el estudio financiero para identificar si el proyecto en cuestión es rentable.

Como resultado del estudio de factibilidad se puede determinar que la automatización en el proceso de fabricación de ollas es factible, durante el estudio se determinaron factores que benefician o afectan a la automatización, como las tendencias del mercado, competencia directa, los tipos de máquinas que pueden beneficiar al proyecto, recomendaciones para mitigar riesgos. Con el estudio se busca ayudar a la empresa a que sea más productiva en su proceso.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio de factibilidad para la automatización en el proceso de fabricación de ollas de aluminio.

Específicos

1. Investigar las opciones que ofrece el mercado para la automatización del proceso de fabricación de ollas de aluminio.
2. Determinar la capacidad del proceso a instalar tomando en cuenta las previsiones de aumento de demanda y el tiempo de vida propuesto para la maquinaria a instalar.
3. Diseñar la propuesta técnica de ingeniería para la automatización del proceso de fabricación de ollas de aluminio.
4. Desarrollar la planificación estratégica de la automatización del proceso.
5. Determinar los aspectos legales relacionados a la puesta en marcha de la automatización.
6. Evaluar la rentabilidad de la automatización mediante el cálculo del valor presente neto y tasa interna de retorno.

7. Elaborar un programa de capacitación y manejo seguro del equipo para lograr un desempeño óptimo.

INTRODUCCIÓN

Actualmente con el desarrollo e integración de nuevas tecnologías, las empresas pequeñas tienen la oportunidad de mejorar los servicios y productos que ofrecen al mercado, además de beneficiarse mejorando sus utilidades, ya que con la implementación de estas mejoras reducirán tiempos y desperdicios en las operaciones.

Al renovar y automatizar los procesos se puede obtener mayores beneficios para la empresa, sin embargo, previo a ejecutar un proyecto de mejora, se debe evaluar el impacto que tendrá el mismo sobre la empresa; para uso óptimo a los limitados recursos de la empresa y evitar imprevistos ocasionados por la falta de estudios previos a realizar los cambios.

Por lo mencionado con anterioridad, el Estudio de factibilidad para la automatización en el proceso de fabricación de ollas en una planta de producción de artículos de aluminio, tiene como objetivo principal evaluar la factibilidad de la ejecución del proyecto mencionado, con el fin de aumentar las utilidades de la empresa mediante la automatización de un proceso e implementación de un plan de mantenimiento preventivo al mismo.

1. ESTUDIO DE MERCADO

En cualquier proyecto de inversión es necesario la realización de un estudio de mercado, ya que se debe verificar la viabilidad del proyecto, para ello se necesita de un mercado con demanda insatisfecha al que se puede incorporar un producto o servicio.

En este estudio se definirá al segmento de población al que va dirigido; en el cual se evalúa la oferta y la demanda de las ollas de aluminio. Para conocer la competencia y así verificar la viabilidad del proyecto.

1.1. Definición de las especificaciones del proceso

El proceso actual con el cual se lleva a cabo la fabricación de ollas de aluminio está conformado con los siguientes pasos: por la recepción de la materia prima, pasa al área de embutido, biselado con rebordeado, por pulido empaque del producto. En el capítulo 2 se describirá de una forma más detallada el proceso.

El estudio está enfocado en la automatización de la maquinaria necesaria para la fabricación de ollas de aluminio. Actualmente para el proceso la maquinaria principal con la que se cuenta es la siguiente:

- Prensa hidráulica.
- Biseladora con rebordeado

Con las cuales mediante el proceso de embutido se realizan las ollas de aluminio. Utilizando para esto discos de aluminio de medidas dadas por la materia prima.

1.2. Análisis del entorno

Para poder dimensionar el mercado es importante realizar un análisis del entorno en el cual se tomará en cuenta lo siguiente:

1.2.1. Macroambiente externo

- Ubicación geográfica

El proyecto se realizará en la empresa Incomer, S.A. que se encuentra ubicada en la 18-01, 44 Calle, Avenida Petapa zona 12 de Guatemala. Las ventas del producto actualmente cubren todo el territorio nacional, se tienen como principales canales de distribución tiendas de conveniencia y distribuidoras.

Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: elaboración propia, empleando Google Maps.

- Información socioeconómica

Es una medida económica y social de preparación laboral de una persona. su posición económica y social individual en comparación de otras personas basada en sus ingresos, empleo y educación.

La principal información económica que se necesita en este estudio son características generales de la vivienda, la población principalmente de género femenino de edades de 25 o más, de igual manera se tomara en cuenta el número de mujeres que actualmente labore entre estas edades. Se definieron estas variantes porque actualmente en el país las mujeres son las que llevan a cabo las actividades en sus hogares como cocinar.

Figura 2. **Características generales de vivienda**

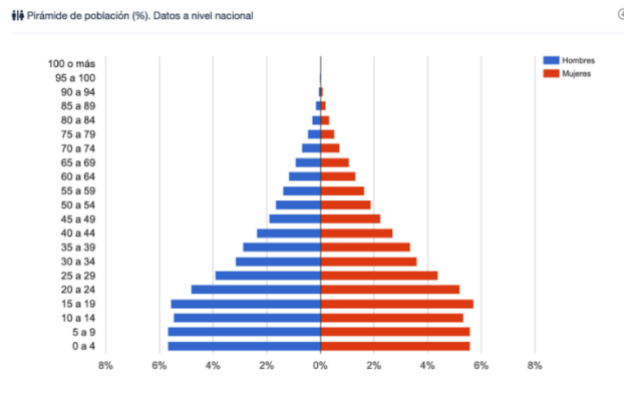


Fuente: INE, 2018. XII Censo Nacional de Población y VII de vivienda.

- Género: según informe de INE del año 2018 se tiene registradas 7 678 179 Mujeres y 7 223 089 de hombres. Por lo cual se tiene

mayor población de mujeres que de hombres alrededor de un 51,52 % femenino y un 48,48 % masculino.

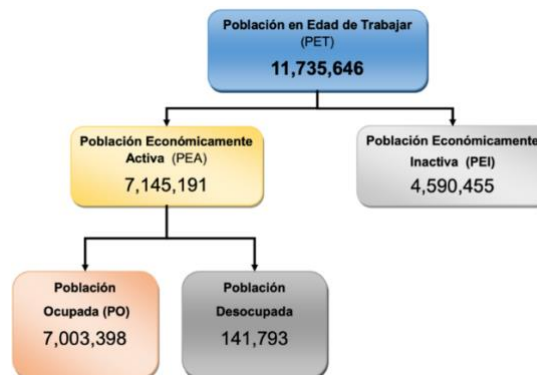
Figura 3. Pirámide poblacional de Guatemala



Fuente: INE, 2018 XII censo Nacional de Población y VII de vivienda.

- Empleo e ingresos: según el INE en 2018 a través de la Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos 2 se recopiló lo siguiente:

Figura 4. Estructura de los principales indicadores del mercado



Fuente: elaboración propia, información de INE. ENEI 2-2018.

Tabla I. **Población económicamente activa de 15 años o más**

Grupo de edad	Distribución Porcentual		Distribución por Sexo	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
15-24	28.4	26.7	67.2	32.8
25 y más	71.6	73.3	65.3	34.7
Total	100.0	100.0		
Población económicamente activa	4,701,245	2,443,946		

Fuente: elaboración propia, información de INE. ENEI 2-2018.

Tabla II. **Ingreso promedio mensual, por sexo, según ocupación**

Ocupación	Total	Hombre	Mujer
Total	2,260	2,351	2,076
Directores y gerentes	7,792	8,989	5,249
Profesionales científicos e intelectuales	4,873	5,163	4,566
Técnicos y profesionales de nivel medio	3,634	3,769	3,428
Personal de apoyo administrativo	3,512	3,649	3,358
Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	2,468	2,992	2,047
Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros	1,155	1,167	1,026
Oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios	2,256	2,552	1,311
Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores	3,080	3,122	2,778
Ocupaciones elementales	1,345	1,603	1,034

Fuente: elaboración propia, información de INE. ENEI 2-2018.

1.2.2. Microambiente externo

- Proveedores

Los proveedores serán todos aquellos que cumplan con las necesidades del proceso para transformarlos en producto final, entre los principales se tiene proveedores de discos de aluminio, ferreterías, lubricantes, de empaque y de servicios.

- Intermediarios

Para la distribución de ollas de aluminio se tienen diferentes distribuidoras a nivel nacional las cuales se encargan de las ventas. Respecto a la automatización se necesita empresas intermediarias encargadas de brindar servicio de asesoramiento de modificación de maquinaria.

1.3. Tipo de mercado del producto

Es necesario contar con una visión ordenada del mercado al que se busca llegar, y para ello es importante clasificarlo según sus características; desde su ámbito geográfico, por tipo de cliente, por competencia establecida, por producto y por los tipos de recurso.

1.3.1. Geográfico

En este caso la venta de ollas de aluminio se realiza en toda Guatemala por lo que el mercado es nacional.

1.3.2. Por tipo de cliente

Principalmente se divide en un mercado asociado al consumidor debido a que el producto que son las ollas de aluminio en su principal aspecto es adquirido para el uso en cocinas de diferente tipo a nivel nacional.

El mercado industrial, está formado por individuos, empresas u organizaciones que adquieren productos, materias primas, que este caso sería los discos de aluminio y la adquisición de maquinaria para la elaboración de las ollas de aluminio.

El mercado del revendedor: está conformado por individuos, empresas u organizaciones que obtienen utilidades al revender, conformado por tiendas de conveniencia, mercados, distribuidoras de estos productos a lo largo del territorio nacional.

1.3.3. Por competencia establecida

Como principales fuentes de competencia directa se tiene a empresas que venden artículos de aluminio con características similares, productos de importación. y por competencia indirecta todos los recipientes de polímeros u ollas de diferentes aleaciones que existen en el mercado.

Los clientes principalmente son personas que cocinan tanto en hogares como en ventas de comida.

Por lo tanto, el tipo de mercado por competencia es de competencia perfecta, ya que se trata de mercados en los cuales interactúan tal cantidad de

consumidores, ofertas y marcas, que ninguno de ellos es capaz de influir por sí solo el precio de los productos.

1.3.4. Por tipo de producto

En un mercado de productos o bienes está formado por individuos o empresas que requieren de productos tangibles, por lo que este proyecto es un mercado de productos o bienes, debido a que la comercialización de ollas de aluminio son bienes tangibles.

1.3.5. Por tipo de recurso

Según el tipo de recurso el mercado se puede dividir en mercado de materias primas, mercado de fuerza de trabajo y mercado de dinero.

El mercado de materias primas está conformado por empresas u organizaciones que necesitan ciertos materiales en su estado natural para la producción de bienes o servicios.

Mercado por fuerza de trabajo es considerado un factor de producción, en el cual está formado por empresas u organizaciones que necesitan contratar empleados, técnicos, profesionales o especialistas para producir bienes o servicios.

Mercado de dinero está conformado por empresas, organizaciones e individuos que necesitan dinero para algún proyecto en particular.

El proyecto en cuestión esta segmentado en los tres tipos dos de ellos que es el mercado de materia prima por que necesita de aluminio para poder producir

las ollas de aluminio, el mercado de fuerza de trabajo porque necesita de operadores y personal especializado en el tema para su proceso productivo.

1.4. Análisis de oferta y demanda del producto

En cualquier proyecto es importante identificar los patrones de conducta o de comportamiento de quienes conforman el mercado objetivo, para ello es necesario analizar la oferta y la demanda del producto en el proceso.

1.4.1. Análisis de la oferta

La oferta es la cantidad que los productores planean vender durante un periodo dado a un precio particular, la cantidad ofrecida también es la cantidad de un bien o servicio que los vendedores están dispuestos y son capaces de vender, por lo tanto, el comportamiento normal de la oferta S es: la cantidad Q ofertada es proporcional al precio P , es decir que si se aumenta el precio existirán más oferentes interesados en vender.

1.4.1.1. Competencia actual

Es importante conocer cuál es la competencia directa de producto a vender para poder crear o definir una estrategia comercial para el proyecto que se adapte a las necesidades del entorno, conociendo las fortalezas y debilidades de la competencia.

Actualmente en el mercado guatemalteco se tienen pocas empresas a nivel nacional que fabriquen y comercialicen productos de aluminio. según información recopilada por la propia empresa solo una empresa más representa parte del

mercado por lo cual en el siguiente grafico explicara cómo está dividido el mercado guatemalteco.

Figura 5. **Porcentaje de participación en el mercado guatemalteco**



Fuente: elaboración propia, INCOMER S.A.

1.4.1.2. Proyección futura de competencia

Es importante conocer cuál es la competencia directa de producto a vender para poder crear o definir una estrategia comercial para el proyecto que se adapte a las necesidades del entorno, conociendo las fortalezas y debilidades de la competencia.

1.4.2. Análisis de la demanda del producto

El término demanda se puede definir como el número de unidades de un determinado bien o servicio que los consumidores están dispuestos a adquirir, durante un período establecido de tiempo, con ciertas condiciones de precio, calidad

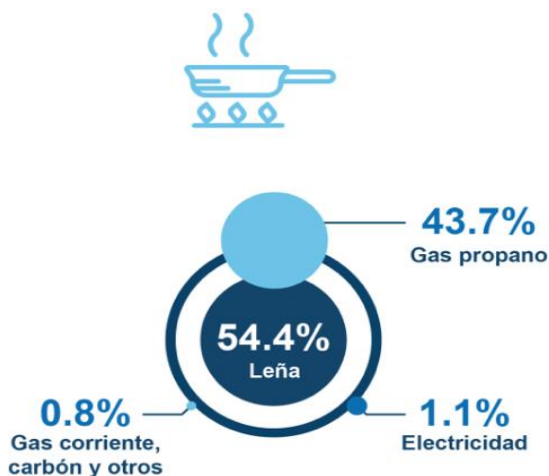
y de ingresos y gustos de los consumidores, o bien el número de beneficiarios directos hacia quienes está dirigida la prestación de un servicio, cuando se trate de un proyecto de carácter social.¹

1.4.2.1. Proyección de la demanda

Se pretende cuantificar la existencia de una demanda que exceda la oferta existente. Mediante la estimación del bien o servicio en el mercado, en un tiempo determinado. Se tomará como referencia los datos de los distintos hogares según tipo de alumbrado, fuente principal de energía para cocinar y disponibilidad de cuarto exclusivo para cocinar, según departamento, arrojados por el último censo realizado por Instituto Nacional de Estadística de Guatemala. De estos datos se tomará como referencia las fuentes principales que utiliza la población para cocinar, debido a que la empresa su mercado objetivo son los hogares.

Figura 6. **Porcentaje de fuentes de energía para cocinar**

Fuente de energía para cocinar



Fuente: INE, 2018 XII censo Nacional de Población y VII de vivienda.

¹ GUERRERO SPÍNOLA DE LÓPEZ Alba Maritza. *Formulación y Evaluación de proyectos*. p 29.

Tabla III. Fuentes principales para cocinar a nivel departamental

Código	Departamento	Fuente principal para cocinar						
		Gas propano	Leña	Electricidad	Carbón	Gas corriente	Otra	No cocina
	Total nacional	1432144	1782861	35346	946	1648	455	22531
1	Guatemala	641 894	77 877	27 192	470	207	162	5 041
2	El Progreso	23 575	19 963	149	5	22	9	490
3	Sacatepéquez	51 849	23 934	800	29	24	10	321
4	Chimaltenango	43 177	82 933	206	26	95	11	355
5	Escuintla	115 366	65 098	699	57	35	44	2 975
6	Santa Rosa	40 578	56 301	248	18	21	2	1 124
7	Sololá	12 780	72 109	223	14	43	19	419
8	Totonicapán	10 808	66 385	163	17	26	17	114
9	Quetzaltenango	79 873	93 124	869	30	110	33	791
10	Suchitepéquez	44 853	77 606	278	30	38	9	1 412
11	Retalhuleu	25 934	46 696	203	10	22	6	841
12	San Marcos	40 958	161 099	562	28	77	12	958
13	Huehuetenango	40 564	183 872	792	27	88	12	674
14	Quiché	17 352	152 022	486	25	141	18	398
15	Baja Verapaz	16 643	50 641	160	3	53	4	499
16	Alta Verapaz	26 906	200 313	423	32	110	20	642
17	Petén	34 362	89 113	338	13	45	26	753
18	Izabal	45 385	47 294	364	67	205	15	1 456
19	Zacapa	28 197	30 016	289	8	90	5	827
20	Chiquimula	27 889	61 841	315	10	101	4	757
21	Jalapa	20 458	52 305	251	13	28	13	400
22	Jutiapa	42 743	72 319	336	14	67	4	1 284
Fuente: INE, XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda - 2018								

Fuente: INE, 2018 XII censo Nacional de Población y VII de vivienda.

Según resultados recopilados por la empresa INCOMER S.A. se dan las siguientes estimaciones por año a partir del 2015 acerca de la presencia del producto en el mercado guatemalteco. Se enfocará en los productos líder realizados en la prensa hidráulica. En el cual se proyectará hasta 2023 mediante una regresión lineal.

- Ollas de aluminio No. 20 calidad estándar
- Ollas de aluminio No. 20 calidad alta

Tabla IV. **Proyección de la demanda de ollas de aluminio # 20 estándar**

Año	Demanda (Unidades)	
	Registrada	Proyectada
2015	43 200	37 440
2016	57 600	63 360
2017	86 400	89 280
2018	115 200	115 200
2019	144 000	141 120
2020	NA	167 040
2021	NA	192 960
2022	NA	218 880
2023	NA	244 800

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

El pronóstico de la demanda se obtuvo mediante la regresión lineal, a través de la siguiente ecuación:

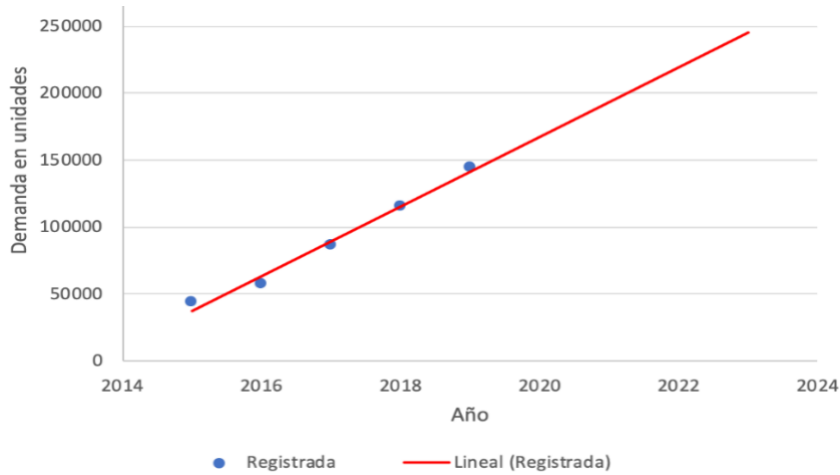
$$Y = 25\,920X - 52\,191\,360$$

$$R^2 = 0,9878$$

Donde:

- Y = cantidad de unidades demandadas en el año X
- X = Año

Figura 7. Proyección de la demanda de ollas de aluminio No. 20 estándar



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

- Olla de aluminio 20 Calidad alta:

Tabla V. Proyección de la demanda de ollas de aluminio # 20 alta

Año	Demanda (Unidades)	
	Registrada	Proyectada
2015	19 200	15 360
2016	28 800	29 760
2017	38 400	44 160
2018	57 600	58 560
2019	76 800	72 960
2020	NA	87 360
2021	NA	101 760
2022	NA	116 160
2023	NA	130 560

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

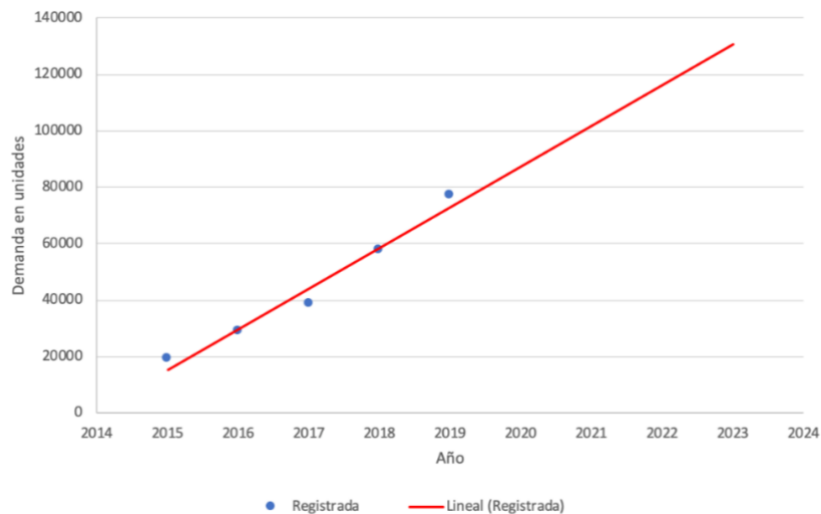
El pronóstico de la demanda se obtuvo mediante la regresión lineal, a través de la siguiente ecuación:

$$Y = 14\,400X - 29\,000\,640$$
$$R^2 = 0,9698$$

Donde:

- Y = cantidad de unidades demandadas en el año X
- X = Año

Figura 8. **Proyección de la demanda de ollas de aluminio No. 20 alta**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Dados los resultados anteriores se espera que la demanda de ollas de aluminio de calidad estándar y alta aumente al transcurrir los años, que las demandas aumenten será beneficioso para el proyecto, ya que la automatización busca fabricar más ollas en menos tiempo.

1.4.2.2. Precio de cada artículo

En la siguiente tabla se colocarán los precios de las ollas tanto de calidad alta como estándar con su respectivo porcentaje de ganancia. Se basará en el No. ollas que se obtienen del proceso productivo del proyecto en cuestión.

Tabla VI. **Precios de ollas de aluminio en calidad alta y estándar**

No. Olla	Precio calidad alta	Precio calidad estandar
18	Q 35,00	Q 25,00
20	Q 40,00	Q 30,00
22	Q 45,00	Q 35,00
24	Q 50,00	Q 40,00
26	Q 55,00	Q 45,00

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

1.5. Demanda del producto

Las ollas de aluminio al ser un utensilio de cocina son de uso cotidiano, por lo que la demanda del producto siempre está en crecimiento, por la formación de nuevos hogares.

1.5.1. Proyección del producto

Dados los resultados que se obtuvieron mediante el método de regresión lineal. Se espera que el mercado en cuestión siempre este en constante crecimiento, por la formación de nuevos hogares.

Como se puede ver en la siguiente tabla se puede ver un constante crecimiento en los matrimonios que se registran en el país.

Figura 9. **Cantidad de matrimonio por año en Guatemala**

Año	República
2005	52,186
2006	57,505
2007	57,003
2008	52,315
2009	62,104
2010	73,124
2011	78,286
2012	84,253
2013	80,750
2014	79,496
2015	79,177
2016	69,613
2017	71,597

Fuente: INE, 2018 XII censo Nacional de Población y VII de vivienda.

1.5.2. **Tiempo de vida del producto**

Dado a que es un producto no perecedero, su tiempo de vida útil se ve definido al uso y cuidado que le den durante los años, pero la empresa estima que con uso normal tiene un tiempo de vida útil de aproximadamente 20 años.

2. ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA

El propósito de este estudio es determinar todos los aspectos técnicos de ingeniería que estén asociados al proyecto en cuestión a realizar, en este caso sería los puntos en los cuales se piensa llevar a cabo la automatización del proceso de fabricación de ollas de aluminio, evaluando ventajas y desventajas, la descripción del equipo a utilizar con sus respectivas especificaciones técnicas, descripción del proceso productivo, evaluar tanto las eficiencias como deficiencias del proceso, el proceso de montaje del equipo, calidad en el proceso y definir parámetros de control para la maquinaria. El proyecto se realizará dentro de las instalaciones de la empresa.

2.1. Planificación estratégica

Es una herramienta que desarrolla y mejora la capacidad de la organización para observar y anticiparse a los desafíos y oportunidades que se generan, en las cuales se analiza las condiciones externas de la organización como cuestiones internas.

2.1.1. Beneficios de la planeación estratégica

El desarrollo del plan estratégico produce beneficios que se relacionan con la capacidad de realizar una gestión más eficiente, teniendo en cuenta recursos humanos y materiales.

- La planificación estratégica mejora el desempeño de la institución.
- Permite enfrentar los principales problemas de las organizaciones.

2.1.2. Método por utilizar

El método para utilizar será un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Tabla VII. Factores internos

Fortalezas		Debilidades	
F1	Lideres en mercado guatemalteco	D1	Tiempo de producción alto por proceso manual
F2	Demanda alta de olla de aluminio	D2	Costo alto de producción por proceso manual
F3	Personal operativo altamente competitivo	D3	Instalaciones antiguas (paredes, techos, pisos)
F4	Jefe de mantenimiento altamente capacitado	D4	No contar con generador de abastecimiento de energía
F5	Instalaciones propias	D5	Accidentes del personal operativo
F6	Empresa con experiencia en la fabricación de ollas	D6	Técnico de empresa con poca experiencia
F7	Variedad en productos de aluminio	D7	Contar con una sola máquina para la producción de ollas de
F8	Calidad en los productos	D8	Ineficiencia en la línea de producción por proceso
F9	Cultura organizacional encaminada a la mejora	D9	No contar con un programa de seguridad industrial eficiente
F10	Bajar rotación de personal	D10	No contar con un amplio espacio para maquinaria

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla VIII. Factores externos

Oportunidades		Amenazas	
O1	Crecimiento del mercado en Guatemala	A1	Importación por parte de la competencia
O2	Expansión de mercado a nivel centroamericano	A2	Aluminios Jaguar
O3	Financiamiento de la empresa para buscar una mejora	A3	Leyes que puedan emitir variando los actuales
O4	Diferentes opciones de maquina en el mercado	A4	Reclamos de los trabajadores para la automatización
O5	Mayor captación de mercado	A5	Formación de sindicatos
O6	Nuevos proveedores de servicios	A6	Multas por regulaciones ambientales
O7	Nuevas tecnologías para automatización	A7	Quejas de los vecinos por ruido industrial
O8	Nuevos proveedores de repuestos críticos	A8	Multas por incumplimiento de normas de seguridad industrial
O9	Diferentes precios de maquinaria en el mercado	A9	Inestabilidad política
O10	Mejorar la identificación del cliente con la empresa y sus productos	A10	Paro de operaciones no planificados por fallas en servicio de energía eléctrica

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

En la siguiente tabla se detallarán las 4 principales estrategias combinando factores externos e internos.

Tabla IX. Estrategias en base a FODA

Estrategia	Desarrollo
Fortalezas / Oportunidades	Optimizar el proceso de fabricación de ollas y reducir costos
	Mejorar el costo de producción de las ollas, por medio de la automatización.
	Automatización de línea de producción de ollas de aluminio.
	Busca de Nuevos proveedores de materia prima y repuestos para fabrica.
Fortalezas / Amenazas	Aprovechar los conocimientos del personal operativo y de mandos medios, poniéndolos en práctica en la operación.
	Certificación de normas nacionales e internacionales.
	Mejorar el costo de producción mediante la optimización de recursos y de reducción del desperdicio.
	Mantener un buen clima laboral.
Debilidades / Oportunidades	Automatización de prensa hidráulica y biseladora con rebordeado.
	Equipar instalaciones con más líneas de producción de ollas.
	Estabilizar la eficiencia arriba de 85%.
	Reacondicionamiento de nave principal.
Debilidades / Amenazas	Certificación de normas nacionales e internacionales.
	Reuniones semanales con todos los departamentos para ver avances en proyectos.

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

2.2. Automatización

Se define como el conjunto de métodos y procedimientos para sustituir el trabajo manual de un operador por tareas físicas y mentales previamente programadas. También se puede describir como el sistema que reduce la exigencia humana, estandarizando y dando trazabilidad en las líneas de producción.

Las empresas que se relacionan con la automatización son básicamente las industrias manufactureras y la de procesos. En la de procesos destacan la aplicación de controles avanzados, por ejemplo, control predictivo, o la formación experta de operarios en control de simuladores.

La industria manufacturera se caracteriza por la presencia de máquinas herramienta de control numérico por computadora como núcleo de sistemas de fabricación flexible. De los temas principales a resolver en este tipo de industria es la planificación y gestión de la producción: asignación a máquinas, diseño de la disponibilidad de la planta, sistemas flexibles que fabriquen diversos productos, planificación acerca a la optimización.

La automatización contribuye al control automático del proceso y a relevar las tareas manuales del operador, y si es necesario la sustitución de la persona por un control automático. En conjunto la automatización de un proceso industrial consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen funcionamiento.

2.2.1. Tipos de automatización

Existen tipos de automatización que se pueden adaptar a distintas industrias actuales, de modo que se deberá analizar la situación con el fin de decidir correctamente a las necesidades del proyecto.

- **CNC:** este tipo de control se ha adaptado con éxito a máquinas de herramientas de control numérico, entre las que se pueden mencionar tornos, fresadoras CNC.
- **Flexible:** el sistema manufactura flexible resulta de un nuevo enfoque de la producción que con las aplicaciones tecnológicas se han creado sistemas altamente automatizados. Se basa en un flujo efectivo de materiales en estaciones de trabajo muy versátiles y es compatible con diferentes grados de automatización. Se integra a las máquinas mediante un sistema de manejo de materiales automatizados operado de forma sistemática con ayuda de la tecnología convencional.
- **Programable:** se debe efectuar una gran inversión inicial en equipo, genera índices bajos de producción para la automatización fija, presenta flexibilidad para lidiar con cambios en la configuración del producto. Es conveniente para la producción en lotes.
- **Fija:** es aquella asociada a sistemas lógicos como sistemas de relés y compuertas lógicas; sin embargo, estos sistemas han estado en evolución a tal punto de ser un poco flexibles al introducir algunos elementos de programación como el caso de los PLC o controladores lógicos programables. Se caracteriza al igual que el programable con una fuerte inversión inicial en equipos de ingeniería, altos índices de producción son

inflexible en adaptarse a cambios de producto. La justificación de la inversión se encuentra en productos con grandes índices de demanda y volumen.

Conociendo los tipos de automatización la que se llevara a cabo en la realización de este proyecto es una automatización flexible ya que se basa en estaciones de trabajo en las cuales se busca aumentar la cantidad de piezas fabricadas por jornada laboral, para satisfacer la demanda del mercado en cuestión.

2.2.2. Ventajas y desventajas de la automatización

Al momento de realizar una automatización en planta cabe mencionar que existirán más ventajas que desventajas. Entre las principales ventajas y desventajas que se tiene a la hora de automatizar el proceso de fabricación de ollas de aluminio son:

- Entre las ventajas son los incrementos tanto de productividad, eficiencia y calidad en la mano de obra, producto y proceso. Se reduce su ciclo de fabricación y tiempos muertos, se aumenta la capacidad del proceso.
- Entre las principales desventajas se encuentra el incremento de los costos de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, se ha de tener un stock de repuestos más grandes, y principalmente la inversión inicial es un fuerte factor para considerar a la hora de realizar cualquiera de estos proyectos.

2.2.3. Criterios para tomar en cuenta antes de automatizar

Al realizar el proceso de automatización de la línea de producción se debe realizar varios estudios por los altos costos que conlleva ejecutarla, debe pasar por una planificación tanto por el departamento de producción como de mantenimiento y su respectiva gerencia. Estas son algunas de los principales criterios a considerar.

- Reducción o eliminación de trabajos inseguros.
- Mayor precisión en la realización de productos.
- Tiempo de entrega más reducidos.
- Reducción o eliminación de errores humanos.
- Reducción de personal operativo en la realización de tareas en el proceso.

2.3. Descripción del equipo

Actualmente la empresa cuenta con maquinaria y herramienta específicas para poder realizar el proceso de fabricación de ollas de aluminio, a continuación, se detallarán la maquinaria con sus especificaciones técnicas para llevar a cabo la automatización.

2.3.1. Maquinaria

- Torno de repujado: Actualmente la empresa cuenta con 6 tornos de repujado donde se realizan las ollas de calidad estándar y de calidad alta de diámetros mayores No. 24 y 26 esta cuenta con 3 Hp con velocidades entre 1 500 y 2 500 rpm.

- Troqueladoras: se utiliza para la elaboración de orejas tanto para las ollas como para las tapas.
- Prensa: se cuenta con una prensa totalmente manual con las que se trabajan ollas de la No. 18 a 22.
- Biseladora: se cuenta con una para ollas de la No. 18 a 22.

Cabe mencionar que las dos máquinas que son manuales actualmente son tanto la prensa como la biseladora que se busca automatizar para que esta sea más eficiente en el proceso de producción.

2.3.1.1. Prensa hidráulica

Una prensa hidráulica es un mecanismo que se conforma por vasos comunicantes que se mueven a través de pistones de diferente área, los pistones crean un movimiento de inmersión o de empuje a través de líquido bajo presión que ejerce fuerza con dos cilindros principales el grande llamado maestro y el pequeño llamado esclavo. El fluido se vierte en el cilindro esclavo. A medida que aumente la presión ejerce fuerza sobre el pistón maestro.

En la industria se puede dar diversos usos para la prensa hidráulica y estos se determinan por las necesidades del proceso de fabricación por el cual está involucrado, ya que puede ser utilizado desde el taller o en el mismo proceso de fabricación como es el caso de este proyecto, que se enfoca en la tarea de embutido en el proceso productivo de ollas de aluminio.

2.3.1.1.1. Especificaciones técnicas

- Opción 1: datos recomendados por proveedor, para necesidades del proceso productivo. Según proveedor la máquina con un buen mantenimiento puede llegar hasta 25 años de vida útil.
 - Bomba doble de engranajes Serie 2,5 PB- 15,3/7,4
 - Motor trifásico 15 Hp- 1 800 rpm
 - Campana de montaje y acoplamiento motor- bomba
 - Válvula de alivio y descarga
 - Bloque de válvula D05-1 estación
 - Electroválvula 4/3 D05-0C-110 VAC o 24 VDC
 - Válvula anti retorno en línea de ¾ “
 - Válvula de alivio, control de presión colchón hidráulico
 - Manómetro, presión de embutido
 - Manómetro, presión de colchón
 - Tanque con capacidad de 50 galones
 - Filtro de succión y retorno
 - Indicadores de nivel
 - Respirador
 - Mangueras y accesorios de conexión hidráulicos.
 - Gabinete eléctrico con arrancador de motor y pulsadores básicos, con selector de sistema manual y automático.

- Opción 2: Prensa hidráulica de doble efecto de cuello de cisne, mantenimiento correcto 25 años de vida útil.
 - Giro hidráulico de doble efecto de 250 mm de carrera.
 - Barreras fotoeléctricas de seguridad frontal nivel 4.

- Autómata OMRON.
- Potencia 100 toneladas.
- Potencia de motor 10 CV.
- Velocidad rápida 37 mm/s.
- Velocidad de trabajo 7,5 mm/s.
- Velocidad de retorno 54 mm/s.
- Recorrido de pistón 250 mm.
- Luz vertical entre mesas 500 mm.

2.3.1.2. Biseladora

El proceso que realiza la máquina o herramienta llamada biseladora se concentra por dos partes tanto el arranque de viruta que hace que se limen asperezas, luego pasa a la parte de la rebordeadora que se realiza sobre la orilla de la olla. Actualmente la empresa cuenta con una maquina biseladora, el proceso es completamente manual el operador por medio de su propia fuerza pasa por el biselado y rebordeado. Según proveedor la maquina con un buen mantenimiento puede llegar hasta 25 años de vida útil.

2.3.1.2.1. Especificaciones técnicas

Datos recomendados por proveedor, para necesidades del proceso productivo.

- Motor de 3 Hp- 1 750 rpm
- Unidad de mantenimiento
- Mangueras Pun 6 para aire
- Cilindro de doble efecto
- Cilindro de doble efecto de empuje

- Amplificadores fotoeléctricos 24 VDC PNP
- Electroválvula 4/3
- Sensor inductivo 24 V DC PRT18-5 DC
- manómetro de presión cilindro
- Manómetro de presión cilindro de empuje
- Gabinete eléctrico con arrancador de motor y pulsadores básicos, con selector de sistema manual y automático.

2.3.2. Herramienta

La herramienta necesaria para la elaboración de ollas de aluminio es la utilización de:

- Lija No. 80 para; limar asperezas que tengan los discos de aluminio del que se saca la olla.
- Lubricante para; refrigerar durante el proceso de biselado.
- Cortador o buril se utiliza para cortar los excesos de material con orilla antes de realizar el bordeado.
- Pulidora, herramienta que se utiliza para quitarle el filo a los discos y darles brillo a las ollas.

En ámbitos de seguridad industrial el proceso solo utiliza:

- Botas industriales.
- Lentes de seguridad.
- Casco.

2.4. Descripción del proceso

El proceso será detallado más adelante por medio de los diagramas de flujo, pero a grandes rasgos el proceso inicia por el programa de producción obtenido por las necesidades de ventas, se le comunica al supervisor de producción y este distribuye los trabajos por semana.


Los operadores piden los discos de aluminio al bodeguero de materia prima, luego de esto si se trabaja con ollas de calidad estándar o alta de No. 18 a 22 se llevan directamente al área de la prensa donde por medio de embutido se forma la olla, pasa a la biseladora donde se hace el rebordeado de la olla, estas se transportan al área de pulido donde le dan brillo a la olla. Se llevan al área de troquelado donde se colocan las respectivas orejas donde se necesiten, para finalizar el operador de empaque las etiqueta, limpia y embala en cajas para su respectiva comercialización.

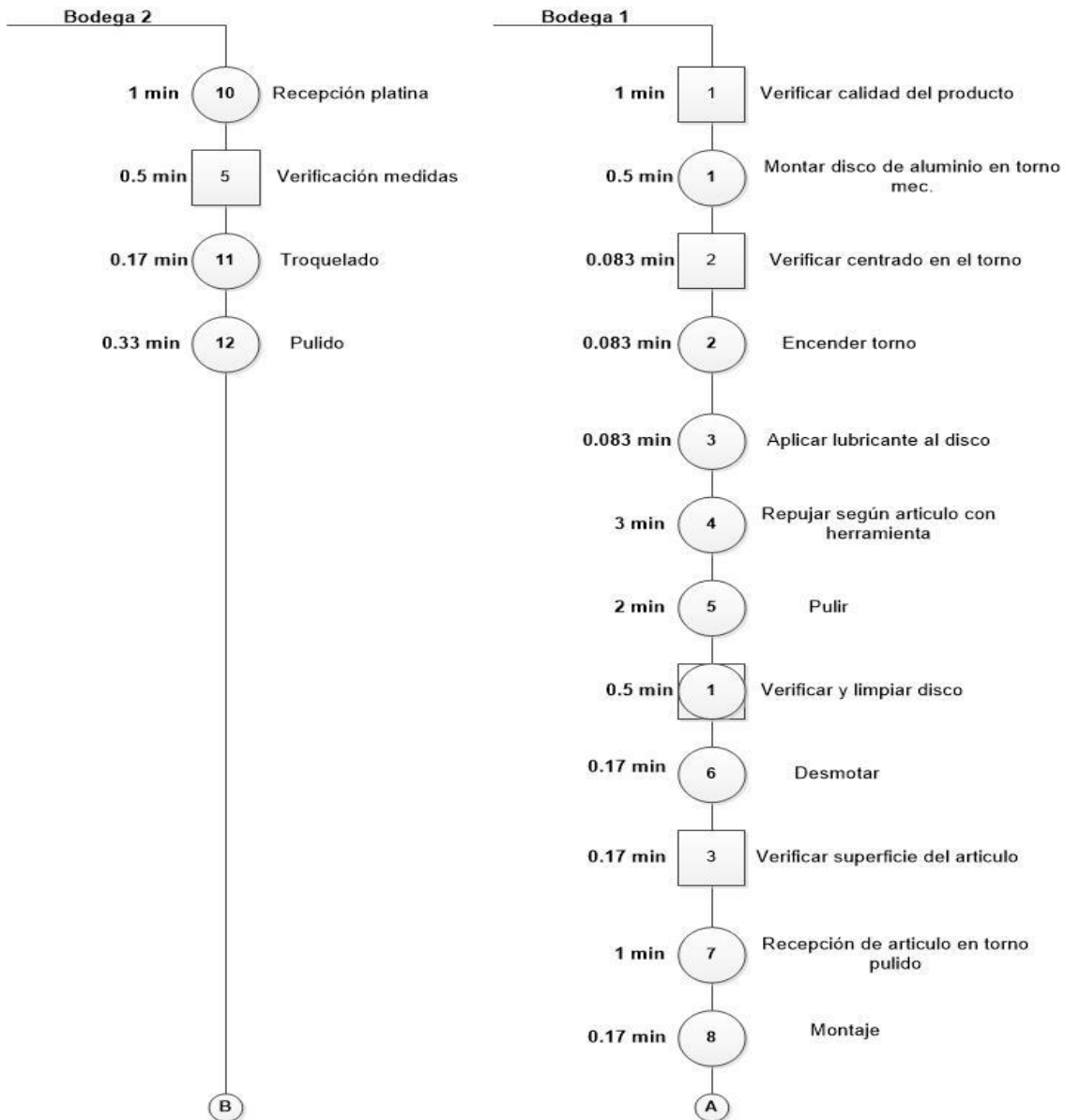
2.4.1. Diagrama de operaciones del proceso

Mediante el diagrama de operaciones del proceso se puede tener de una forma más esquemática y básica la representación del proceso productivo que tiene la empresa actualmente en la elaboración de ollas de aluminio, con todos los tiempos en los que demoran las actividades principales.

En este se encontrará desde que la materia prima es recibida y revisada para ver si cumple con las especificaciones técnicas para la elaboración de las ollas y concluyendo con el despacho.


Figura 10. Diagrama de operaciones hoja No. 1

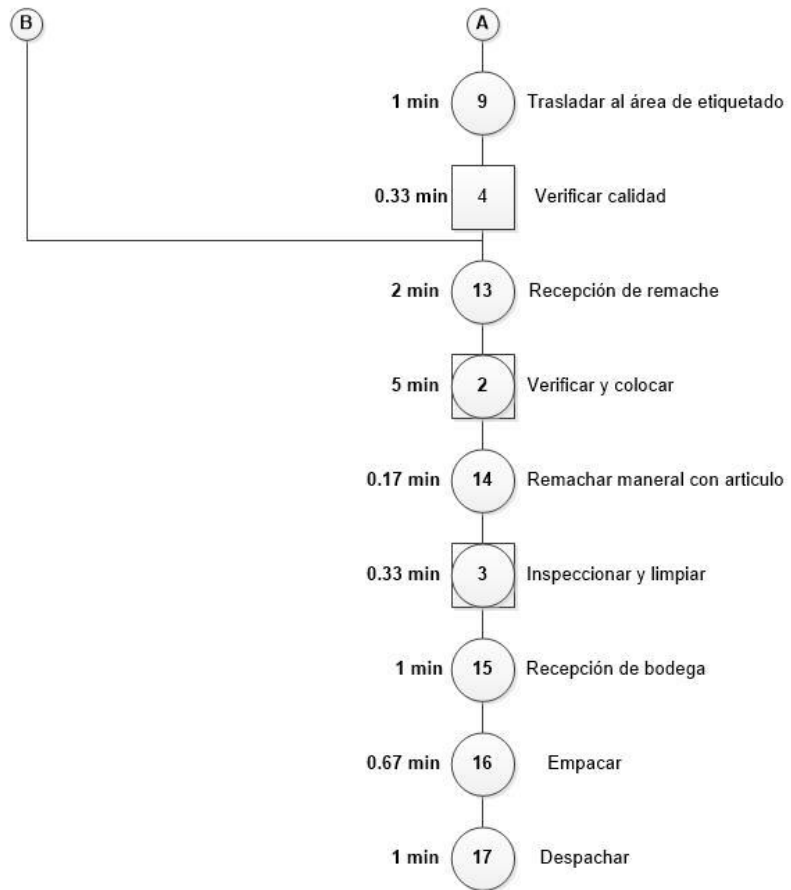
	DIAGRAMA DE OPERACIONES PROCEDIMIENTO		Producción
	ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS DE ALUMINIO PARA COCINA		
Fecha de Emisión: 12/03/2018	No. de Edición 01	Fecha de Edición: 12/03/2018	Hoja 1 de 2
Método: Actual	Diagrama elaborado por: Luis Francisco Armas Barraza		






Fuente: elaboración propia, INCOMER S.A.

Figura 11. Diagrama de operaciones hoja No. 2

	DIAGRAMA DE OPERACIONES PROCEDIMIENTO ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS DE ALUMINIO PARA COCINA		Producción
	Fecha de Emisión: 12/03/2018	No. de Edición 01	Fecha de Edición: 12/03/2018
Método: Actual	Diagrama elaborado por: Luis Francisco Armas Barraza		



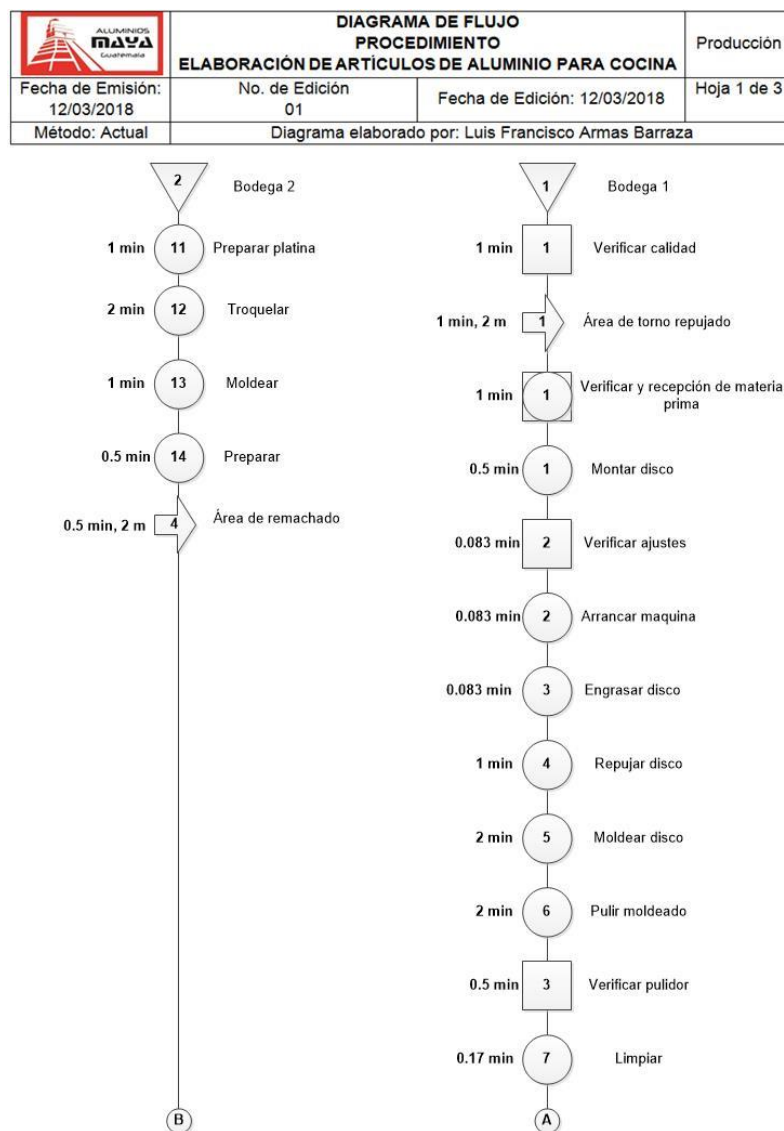
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (Min)
	Operación	17	14.35
	Inspección	5	2.08
	Combinada	3	5.83
TOTAL		25	22.26

Fuente: elaboración propia, INCOMER S.A.

2.4.2. Diagrama de flujo del proceso


El diagrama de flujo es una representación gráfica más detallada donde se toman tiempos de transporte del proceso productivo.

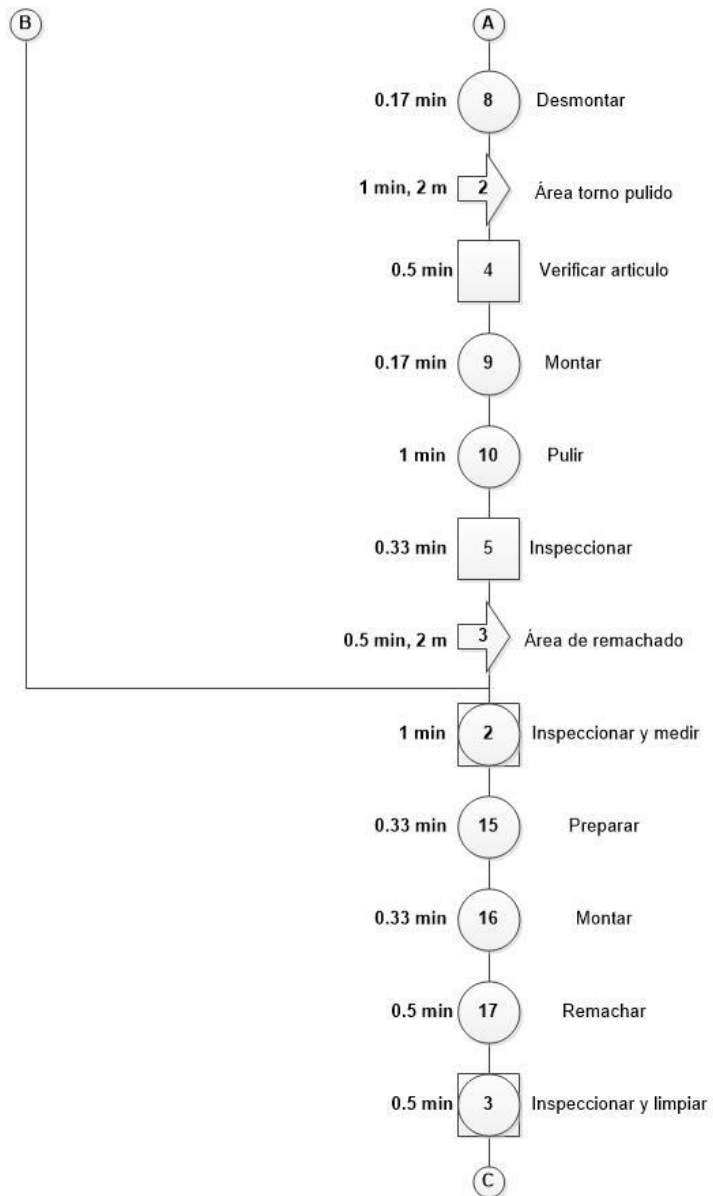
Figura 12. Diagrama de flujo hoja No. 1



Fuente: elaboración propia, INCOMER S.A.


Figura 13. Diagrama de flujo hoja No. 2

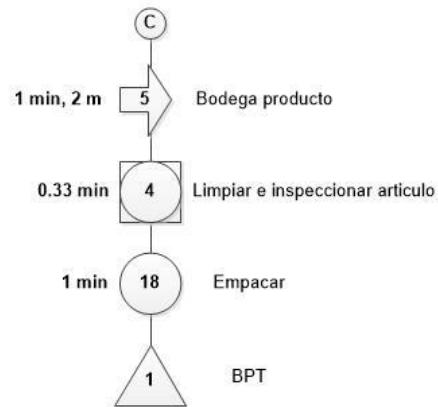
		DIAGRAMA DE FLUJO PROCEDIMIENTO ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS DE ALUMINIO PARA COCINA		Producción
Fecha de Emisión: 12/03/2018	No. de Edición 01	Fecha de Edición: 12/03/2018	Hoja 2 de 3	
Método: Actual	Diagrama elaborado por: Luis Francisco Armas Barraza			



Fuente: elaboración propia, INCOMER S.A.

Figura 14. Diagrama de flujo No. 3

	DIAGRAMA DE FLUJO PROCEDIMIENTO		Producción
	ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS DE ALUMINIO PARA COCINA		
Fecha de Emisión: 12/03/2018	No. de Edición 01	Fecha de Edición: 12/03/2018	Hoja 3 de 3
Método: Actual	Diagrama elaborado por: Luis Francisco Armas Barraza		



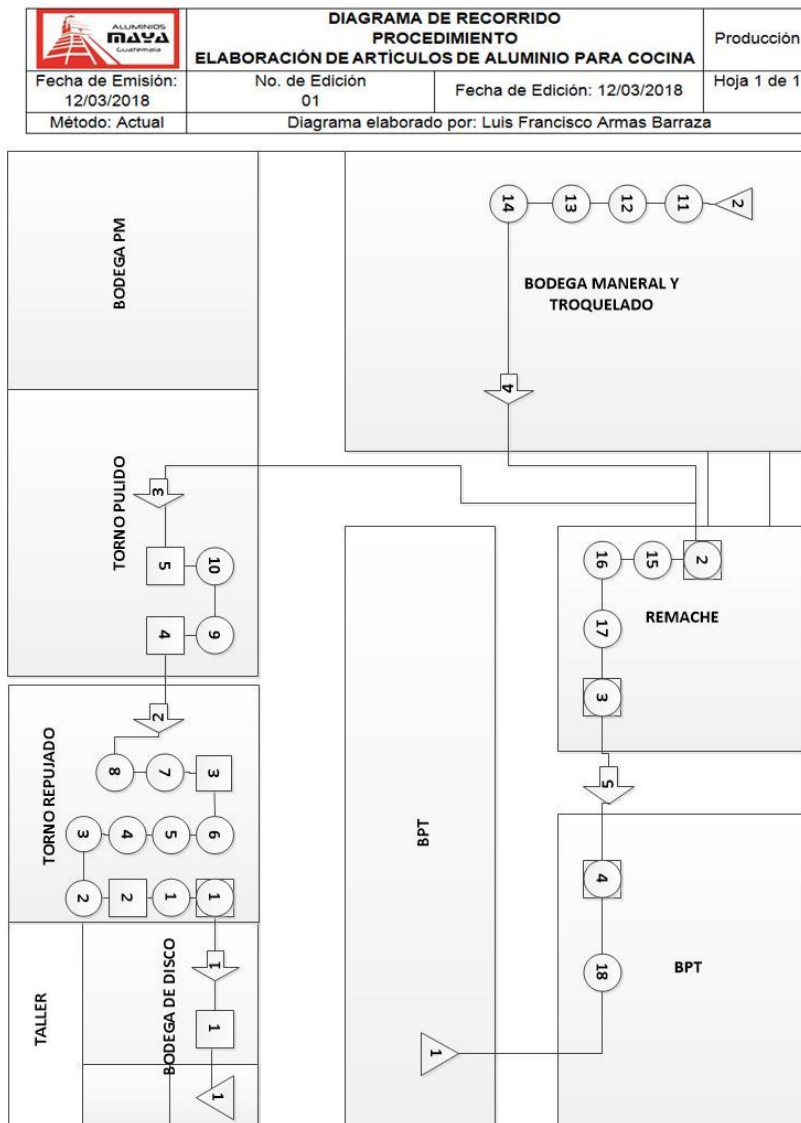
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (Min)	Distancia (m)	
	○	Operación	18	13.84	0
	□	Inspección	5	2.41	0
	➔	Transporte	5	4	10
	D	Demora	0	0	0
	▽	Almacenaje	2	0	0
	△	Almacenaje	1	0	0
	◻	Combinada	4	2.83	0
TOTAL		35	23.08	10	

Fuente: elaboración propia, INCOMER S.A.

2.4.3. Diagrama de recorrido

En el diagrama de recorrido podremos ver una representación del diagrama de flujo en piso de planta.

Figura 15. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia, INCOMER S.A.

2.4.4. Área de materia prima

El área de materia prima es una bodega que se encuentra al centro de la planta de fabricación en la cual como principal materia prima utilizada es el aluminio. Al ser un material altamente conductor tiene la capacidad de transmitir el calor a los alimentos, al igual esto impide que se peguen a las paredes de los utensilios. Debido a sus capacidades mecánicas cuenta con una alta resistencia, baja densidad, simple mecanización, resistencia a la corrosión, maleabilidad y bajo peso; es apropiado para fabricar piezas en cualquier tipo de industria, se moldea fácilmente, con metal no ferroso se extrae solamente de bauxita.

2.4.4.1. Materia prima para utilizar

Como se mencionaba anteriormente se utiliza como materia prima principal el aluminio en forma de disco. Estos con diferentes diámetros que dependiendo de la calidad que se desea ya sea de alta o estándar. La principal diferencia entre los de calidad alta y los de calidad estándar es: acabado, espesor de los discos en su No. De disco y diámetro del disco.

- Discos de calidad alta:

Tabla X. **Especificaciones de discos de aluminio de calidad alta**

No. de disco	Espesor en cm	Diámetro en cm
18	0,60	35
20	0,70	40
22	0,70	43
24	0,70	45
26	0,70	48

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XI. **Especificaciones de discos de aluminio de calidad estándar**

No. De disco	Espesor en cm	Diámetro en cm
18	0,60	33
20	0,60	35
22	0,70	40
24	0,70	43
26	0,70	47

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Como se menciona anteriormente en las tablas estas son medidas que se utiliza en la prensa hidráulica y biseladora para la respectiva fabricación de las ollas de aluminio.

Figura 16. **Discos de aluminio**



Fuente: elaboración propia, información de INCOMER, S.A.

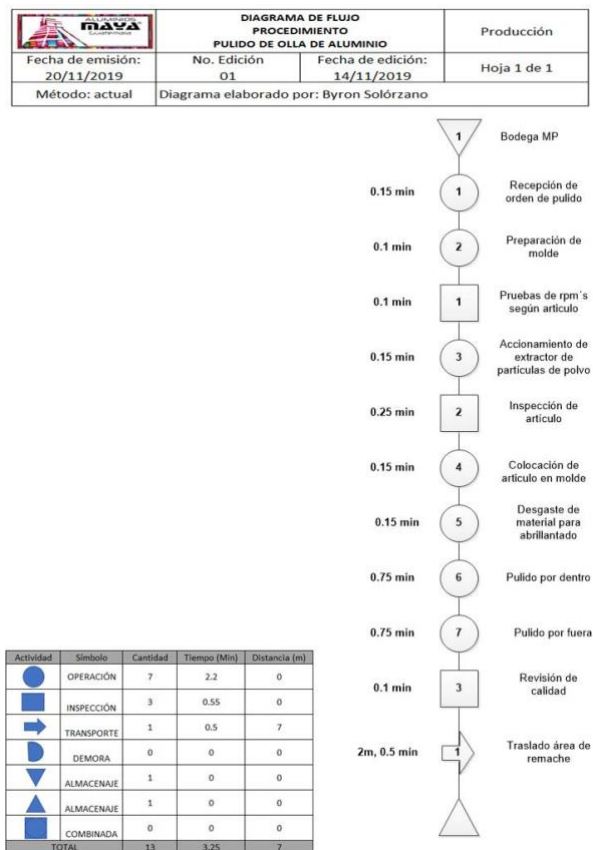
2.4.5. Área de pulido

Parte de la planta donde mediante lija y el uso de torno se le quitan las impurezas a los discos de aluminio.

2.4.5.1. Diagrama de área de pulido

Mediante el diagrama se representará de forma gráfica el proceso de pulido de los artículos de aluminio.

Figura 17. Diagrama de flujo pulidos de olla de aluminio



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

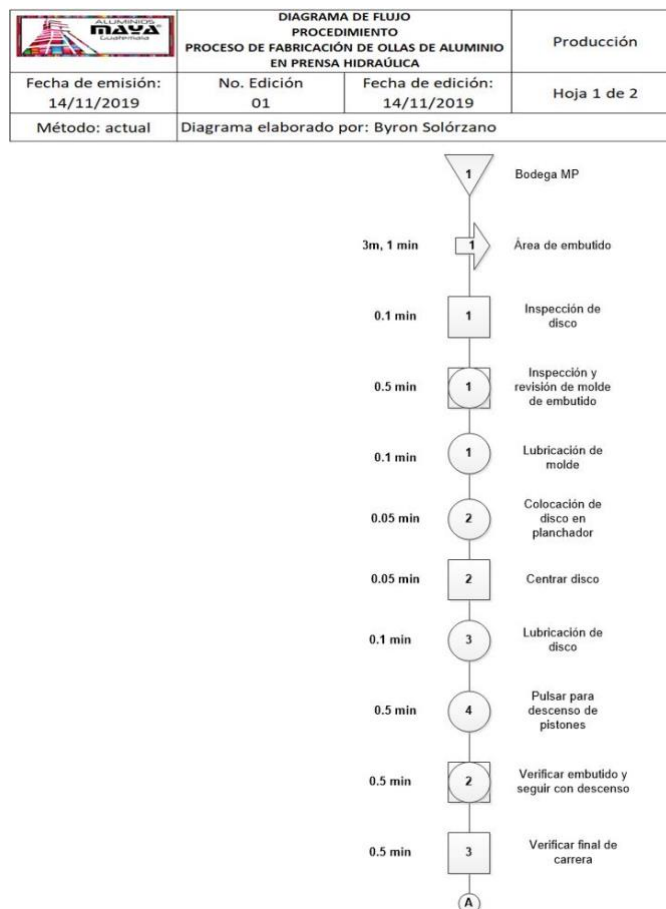
2.4.6. Área de embutido

Área de planta donde se realiza por medio de la prensa hidráulica el proceso de embutido por medio de trabajo en frío.

2.4.6.1. Diagrama de área de embutido

A continuación, se muestran los pasos que se realizan durante el embutido.

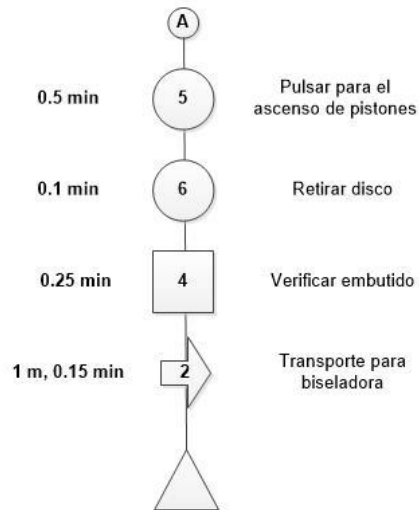
Figura 18. Diagrama de flujo proceso de fabricación



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Figura 19. Hoja No. 2 diagrama de flujo proceso de fabricación

	DIAGRAMA DE FLUJO PROCEDIMIENTO PROCESO DE FABRICACIÓN DE OLLAS DE ALUMINIO EN PRENSA HIDRAÚLICA		Producción
Fecha de emisión: 14/11/2019	No. Edición 01	Fecha de edición: 14/11/2019	Hoja 2 de 2
Método: actual	Diagrama elaborado por: Byron Solórzano		



Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (Min)	Distancia (m)
	OPERACIÓN	7	1.35	0
	INSPECCIÓN	1	0.9	0
	TRANSPORTE	2	1.15	4
	DEMORA	0	0	0
	ALMACENAJE	1	0	0
	ALMACENAJE	1	0	0
	COMBINADA	2	1	0
TOTAL		14	4.4	4

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

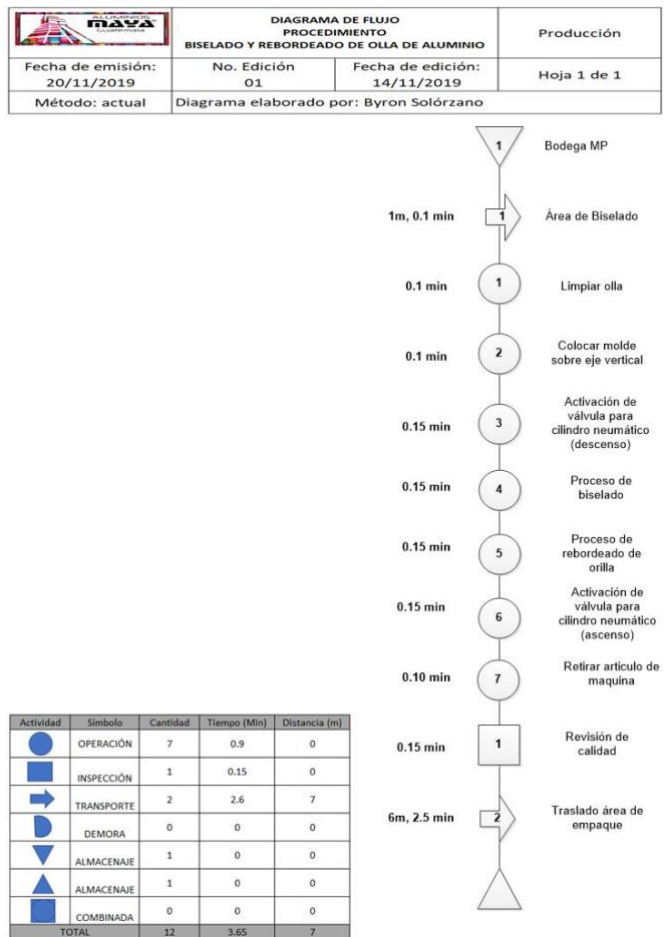
2.4.7. Área de biselado

Esta área se encuentra la maquinaria necesaria para quitar asperezas de los bordes y poder realizar la orilla de las ollas de aluminio.

2.4.7.1. Diagrama de área de biselado

Mediante el diagrama se describirá el proceso de biselado.

Figura 20. Diagrama de área de biselado



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

2.4.8. Área de producto terminado

El área de producto terminado se separa por los fabricados en aluminio de las diferentes áreas, donde se sacan las demás ollas de diferentes medidas y chacharones, entre otros y luego se pasa por órdenes de venta.

2.5. Eficiencia

La eficiencia se refiere a operación, fuerza, producción que se realiza en un proceso productivo; el cual produce el rendimiento con el aprovechamiento de pocos recursos de forma óptima para un determinado objetivo en el cual se evalúa lo económico que se separa en costo beneficio.

Por lo cual para una empresa es importante producir mayor cantidad de elementos en el menor tiempo posible. Siempre velando por la calidad de los productos para tener una alta eficiencia.

2.5.1. Capacidad instalada

Actualmente se tiene una jornada de trabajo de 12 hrs en las que se fabrican aproximadamente 750 ollas de aluminio de calidad estándar y 650 ollas de calidad alta en el proceso productivo que involucra prensa y biseladora con rebordeado.

Con las especificaciones técnicas definidas anteriormente, los proveedores aseguran que en una jornada de trabajo de 12 hrs se fabricaran aproximadamente 1 300 ollas de aluminio de calidad estándar y 1 100 ollas de calidad alta entre los dos procesos, esto quiere decir que se tendrá un alza del 73 % respecto a lo instalado actual.

2.5.2. Personal en la línea

Actualmente para llevar a cabo el proceso de fabricación de ollas de aluminio, se requiere que la línea de trabajo esté conformada por 6 personas:

- 1 para embutido
- 1 para biselado con rebordeado
- 1 para pulido
- 1 para remachado
- 1 para empaque
- 1 encargado de línea y abastecedor.

2.5.3. Cálculo de eficiencia

El cálculo de eficiencia de operadores se realizará en base al estudio de tiempos y los diagramas de flujo presentados anteriormente. Para la cual se necesita el tiempo estación de cada operación y el tiempo estación permitido.

Tabla XII. **Tiempo estándar en proceso**

Estación	T. Est en min U	T. Est en min Par	T. Est en min Permitido
Embutido	2,25	4,5	5,5
Biselado	1,05	2,1	5,5
Pulido	2,75	5,5	5,5
Remachado	1,33	2,66	5,5
Empaque	1,33	2,66	5,5
Total	8,71	17,42	27,5

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Formula de eficiencia:

$$E = \frac{\sum T.Est}{\sum T.Est permitido} * 100$$

Donde:

- **E:** eficiencia
- $\sum T.Est$: sumatoria de tiempo estación
- $\sum T.Est permitido$: sumatoria de tiempo estación permitido

$$E = \frac{17,42 \text{ min}}{27,5 \text{ min}} * 100$$

$$E = 63,35 \%$$

Para el cálculo eficiencia por unidad producida contra la capacidad de la maquina se utilizará la siguiente formula:

$$E = (P/T/C) * 100$$

Donde:

- **E:** eficiencia
- **P:** producción
- **T:** tiempo operativo
- **C:** capacidad de la maquinaria

2.6. Deficiencias del proceso

Una deficiencia en el proceso son todos aquellos factores que generan un cuello de botella y que a su vez alteran la calidad del producto final, dando como

resultado inconformidades en el consumidor. Entre las principales deficiencias que se cuenta son por reprocesos, reclamos de calidad, maquinaria antigua.

2.6.1. Identificación de puntos de mejora

Estos son los puntos en los que deberá ejercerse mayor control para asegurar la calidad del producto. Tomando en cuenta lo planteado anteriormente se tienen que los puntos a mejorar, son los que presentan menor eficiencia dentro del proceso productivo; estos serían el embutido con la prensa hidráulica y el proceso de biselado con rebordeado.

Estos dos procesos son de forma manual por lo cual, los errores humanos siempre están más presentes.

2.6.2. Reclamos de calidad

Es un señalamiento que se hace sobre una parte del proceso productivo que no entra entre los estándares de calidad. Se puede dar un reclamo de calidad en la materia prima al no contar con las medidas que se solicita para la fabricación de ollas.

Principalmente los reclamos de calidad son contabilizados en si en el proceso de fabricación de ollas que se pueden dar por errores humanos, por deficiencias en las maquinas, por materia prima enviada en mal estado o por proveedores.

Entre los reclamos de calidad más comunes se tienen son: discos doblados, mal pulido, rebordeado ondulado, olla abollada, olla con filo, mal posicionamiento de los remaches.

En la siguiente tabla se presenta un muestreo que se realizó durante el mes de noviembre de 2019 de una muestra de 600 ollas de aluminio.

Tabla XIII. **Cantidad de reclamos de calidad**

Reclamos de calidad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Discos doblados	3	1	3	2
Mal pulido	5	2	1	3
Rebordeado ondulado	4	1	2	1
Olla abollada	6	3	0	4
Olla con filo	2	1	0	3
Mal posicionamiento de los remaches	3	0	2	2
Total	23	8	8	15

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

2.7. Montaje del equipo

La empresa, luego de cotizar opciones de prensas hidráulicas, escogió la opción más conveniente para cubrir sus necesidades, la descripción de dicha maquinaria se presenta en la sección 2.3.1.1.1. con un costo de Q 77 000,00; esta decisión se tomó por tres factores fundamentales para la empresa; precio, tiempo y factor de calidad al momento del embutido.

Respecto a la biseladora la mejor opción es la modificación de esta ya que solo se deben instalar piezas neumáticas y eléctricas para su correcto funcionamiento dando un costo aproximado de Q 20 000,00.

A continuación, se procede a describir la guía para el montaje de una prensa hidráulica automatizada y la modificación de la biseladora. Estableciendo

claramente los pasos que se deben ejecutar para que el montaje sea óptimo y sirva de referencia.

2.7.1. Pasos para el montaje

Para el montaje correcto de la prensa hidráulica, se debe tomar en cuenta una adecuada cimentación, pernos de anclaje adecuados, equipo con el que se instalará y el uso de aislante de vibración. El objetivo de un montaje correcto es el de no permitir que se produzcan desplazamientos, hundimientos o vibraciones que puedan perturbar el trabajo de la prensa.

Debido al tipo de maquinaria se trabajará con cimentación con la fundición de una plancha de concreto que cubrirá toda la superficie inferior de la prensa hidráulica. Pasos para seguir:

- Paso 1: para la cimentación es importante despejar el lugar de trabajo para la cimentación dentro de la empresa; posteriormente se procederá a medir y marcar el lugar donde se realizará cimentación necesaria según detalle son de 2,0 m x 2,5 m x 0,10 m.
- Paso 2: el encargado de la obra procederá a excavar el área ya delimitada con la profundidad establecida, hasta que quede nivelada en toda la superficie.
- Paso 3: con una fosa ya nivelada, se procederá a realizar el único armado longitudinal de hierro de construcción de $\frac{3}{4}$ ", como se muestra en la figura, con las medidas establecidas.

- Paso 4: se realizarán los dos armados transversales de hierro de construcción de $\frac{3}{4}$ ”.
- Paso 5: se ensamblará el armado transversal y el longitudinal y se colocará en su posición en la fosa, es decir al centro de esta.
- Paso 6: con la madera se realizará un molde para la parte inferior, donde se instalarán los pernos de anclaje.
- Paso 7: se utilizará pernos en L que son los más eficientes en un montaje de cualquier sistema.
- Paso 8: se realizará una mezcla de concreto con las proporciones ya establecidas y se verterá en la fosa.
- Paso 9: con la ayuda del molde de madera, se colocarán seis pernos en la fosa para que estos queden en el lugar exacto; se verificará el nivel y se realizará el relleno del resto de la fosa.
- Paso 10: teniendo la cimentación seca, se colocará la prensa hidráulica en su lugar exacto, con los pernos de anclaje en el lugar establecido.
- Paso 11: colocar las tuercas en el lugar establecido del perno.

Pasos para modificación de la biseladora con rebordeado.

- Paso 1: se procederá a desarmar la máquina que se tiene actualmente separando las piezas que se reutilizarán.

- Paso 2: se procederá a montar un cilindro doble efecto de forma lateral que será el que realizará el movimiento para hacer el biselado y rebordeado.
- Paso 3: se procederá a colocar fibras para la utilización de finales de carrera tanto en el cilindro vertical como en el lateral.
- Paso 4: se colocarán las conexiones de aire utilizando las mangueras correspondientes.

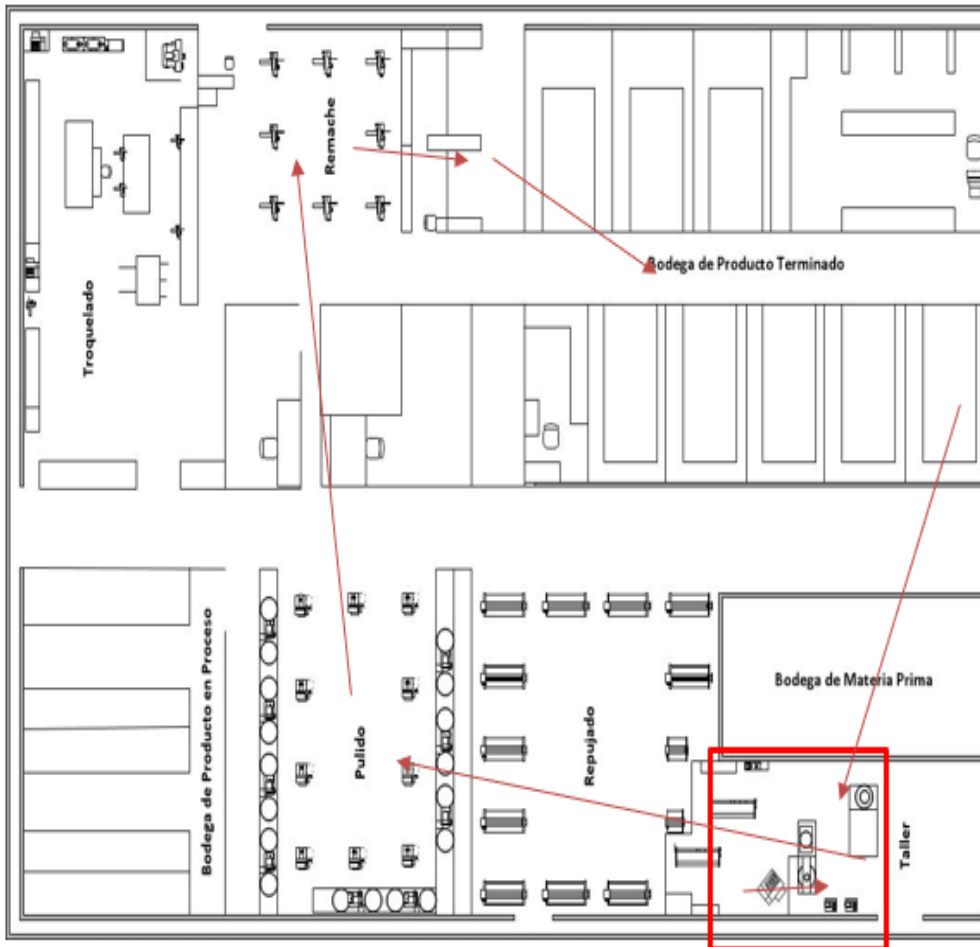
2.7.2. Lugar del montaje

La cimentación de la prensa hidráulica se realizará en un terreno de consistencia firme, de grava y roca. Todo esto para que el proceso sea más eficiente se colocará dentro de un cuarto de dimensiones de 8 x 4 m en donde se distribuirá la prensa y la biseladora de la siguiente manera.

2.7.2.1. Diagrama de distribución

El proceso iniciará con el paso de los discos de la bodega de materia prima hacia el área designada, pasando primero por la prensa, biselado y enviando a empaque. Realizando el proceso como se muestra en la siguiente figura.

Figura 21. **Localización de la prensa hidráulica y biseladora**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

2.7.3. **Herramientas para el montaje**

Las herramientas necesarias para la realización de un montaje adecuado son palas, piochas, alambre de amarre, alicate, medidor de nivel, sierra, metro, polipasto, llaves Allen, llaves de tuercas, torquímetro, y máquina herramienta que exista en el taller.

2.7.4. Stock de repuestos

Para mantener un alto rendimiento en las máquinas y estar preparados para la realización tanto de los mantenimientos preventivos como correctivos; es importante tener ciertos repuestos críticos para cambiarlos de forma fácil en la prensa hidráulica y biseladora, debido a las necesidades y presupuesto de la empresa se determinará un stock de repuestos mínimos y máximos. Determinado por la frecuencia en la que se utilizarán.

2.7.4.1. Descripción de repuestos

En la siguiente tabla se determinan los consumibles necesarios para lubricación y en la tabla se determinarán los repuestos necesarios y una breve descripción del repuesto a utilizar.

Tabla XIV. Descripción de los principales aceites de lubricación

No.	Consumible	Descripción
1	Omala 150	Engranés, cajas reductoras de velocidad media.
2	Omala 320	Engranés sometidos a altas cargas y velocidades bajas.
3	Mineral # 10	Para sistemas neumáticos.
4	Crater 2-X	Engranés abiertos a bajas velocidades y cadenas acople.

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XV. Descripción de los principales repuestos

No.	Repuesto	Descripción del repuesto
1	Cable TSJ	Cable de par trenzado que posee dos conductores eléctricos aislados y entrelazados para anular interferencias.
2	Contactores de 110 V	Aparato eléctrico de mando a distancia, que puede cerrar o abrir circuitos.
3	Breaker	Aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico, cuando ocurren fallas de aislación en un equipo.
4	Pulsadores	Elementos utilizados para dar paso a la corriente y realizar el funcionamiento de algo.
5	Tornillos Allen	De diversas medidas y largos utilizados para asegurar o anclar.
6	Racores	De diversas medidas dependiendo el tipo de manguera neumática.
7	Mangueras de 5/8 "	Manguera utilizada para el funcionamiento del sistema hidráulico
8	Electroválvula 4/3	Posee accionamiento bobina de conmutación en la cual tiene 4 vías, que son presión, tanque, A y B que son las vías que van al actuador.
9	Sensor inductivo	Sensor inductivo 24 VDC PRT18-5DC funciona por proximidad en la cual cambia de impedancia.
10	Válvula antirretorno	Válvula que se utiliza principalmente en el flujo de líquidos en una sola dirección.
11	Válvula de alivio	Están diseñadas para aliviar la presión cuando un fluido supera un límite preestablecido.
12	manómetro	Instrumento utilizado para la medición de presión de fluidos.
13	Conectores	De diferentes medidas que se utilizan dependiendo de la manguera a utilizar.
14	Buril	Para la maquina a utilizar se utiliza uno de cobalto de ½ " por su costo.
15	Cuadrado de concentración	Se utiliza del 5 % al 8 %

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

2.8. Control de calidad

La calidad de los productos se determina por la capacidad para satisfacer a los clientes, y por el impacto previsto y no previsto de las partes interesadas, por lo cual es muy importante controlar la calidad antes, durante y en la salida del proceso productivo.

2.8.1. Control de calidad en materias primas e insumos

Entre los principales criterios de selección de materias primas a proveedores se tiene que deben cumplir los requisitos del sistema de calidad como condiciones imprescindibles para poder abastecer productos y servicios. las características para definir un proveedor de materias primas como crítico se resumen a continuación:

- Dificultad para conseguir la materia prima en el mercado.
- Si la materia prima es importada
- Tiempo de abastecimiento
- Contratos o acuerdos de abastecimiento exclusivo
- si la escasez de la materia prima interrumpe la producción normal.

Los criterios bajo los cuales se seleccionan y aprueban a los proveedores de materias primas críticas son los siguientes:

- Hoja técnica
- Cumplimiento de especificaciones de materia prima
- papelería legal
- Certificados de calidad.

Para proveedores de repuestos y servicios críticos se definieron las siguientes características para determinar si es crítico o no.

- Repuestos:
 - Dificultad para conseguir el repuesto en el mercado
 - Si el repuesto es importado
 - Tiempo de abastecimiento
 - Si la escasez del repuesto detiene la producción normal.

- Servicios, se considerarán críticos si:
 - Si la falla en los equipos ocasiona interrupción de la fábrica.
 - Si el incorrecto funcionamiento del instrumento o equipo ocasiona incertidumbre en las mediciones de control de calidad.
 - Si la falla del equipo ocasiona defectos de calidad en la producción.

2.8.2. Control de calidad en el proceso productivo

Entre las principales actividades que se recomienda para cuidar la calidad del proceso productivo, es la realización de hojas de especificaciones técnicas donde indique las características principales de los productos en fabricación, además de eso instructivos de operaciones para el correcto funcionamiento de la maquinaria, en las estaciones de trabajo se colocarán formatos de inspección para que los operadores pueda llenarlos y tener bajo control su proceso. Es importante colocarle lote de fabricación al final del proceso para poder tener una trazabilidad del producto final.

2.9. Proceso de control

Un proceso de control es definir estándares en los que puede operar la máquina para su correcto funcionamiento y no genere reprocesos en la fabricación del producto terminado, ni aspectos que puedan afectar la calidad del proceso.

2.9.1. Definir parámetros de control para la maquinaria

Los parámetros de control son todos aquellos ítems importantes a la hora de operar una máquina, y tener un proceso productivo controlado para que las ollas salgan de calidad. Es por esto que se consideraron los siguientes, para cada una de las máquinas.

- Prensa hidráulica:
 - Altura de pistones inferiores en cm: con el fin de tener un control sobre la profundidad del embutido.
 - Diámetro de la base en cm: para el diámetro interno de las ollas.
 - Presión del sistema en Psi.

- Biseladora con rebordeado:
 - Tipo de buril a utilizar
 - Velocidad de la máquina en rpm
 - Presión del sistema en Psi

2.9.2. Evaluación de funcionamiento

Actualmente se tiene de manera controlada el proceso de producción, pero al ser maquinaria muy antigua se debe estar pendiente del mantenimiento preventivo y correctivo de manera más constante. Con la ayuda de la automatización se busca mejorar el funcionamiento del proceso productivo de ollas de aluminio.

2.9.3. Evaluación de resultados de las medidas implementadas

Se espera que los resultados de los parámetros de control implementados durante la puesta en marcha de la nueva maquinaria sean eficaces y cumplan con las necesidades de la empresa.

3. ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y LEGAL

3.1. Estudio administrativo

El estudio administrativo nos ayudara para la administración del proyecto, que es su principal función, orientar las acciones para alcanzar las metas propuestas.

3.2. Descripción de la organización

La empresa Aluminios Maya de origen guatemalteco se dedica a la fabricación de artículos de aluminio para la cocina, tales como ollas, moldes de pasteles, sartenes, comales, freidoras, tinas, ollas tamaleras, entre otros.

3.2.1. Misión

Aportar al bienestar de las familias guatemaltecas mediante la elaboración de artículos de aluminio para cocina de primera calidad según las necesidades de los clientes, con la perseverante innovación en los productos. Optimizar la calidad de todos nuestros productos para hacer de INCOMER, S.A. una empresa de excelencia.

3.2.2. Visión

Ser una empresa líder en el continuo crecimiento para expandirse al mercado centroamericano, que sea distinguida por su innovación y calidad

excepcional para sus clientes, al proporcionar un amplio desarrollo profesional a sus empleados y una contribución positiva a la sociedad.

3.2.3. Metas

Para la realización del proyecto se proponen metas a corto, mediano y largo plazo.

3.2.3.1. Metas a corto plazo

- Reducir el tiempo de proceso de fabricación de ollas de aluminio en 40 %, luego de la implementación del proyecto.
- Disminuir dos operadores en el proceso de fabricación de ollas de aluminio luego de la implementación del proyecto.

3.2.3.2. Metas a mediano plazo

- Reducir el costo en 3 % durante el primer semestre de producción con la maquinaria automatizada.
- Aumentar la eficiencia de la línea de producción de 60 % a un 90 % durante el primer semestre.

3.2.3.3. Metas a largo plazo

- Satisfacer la demanda futura prevista con la implementación de más líneas automatizadas.

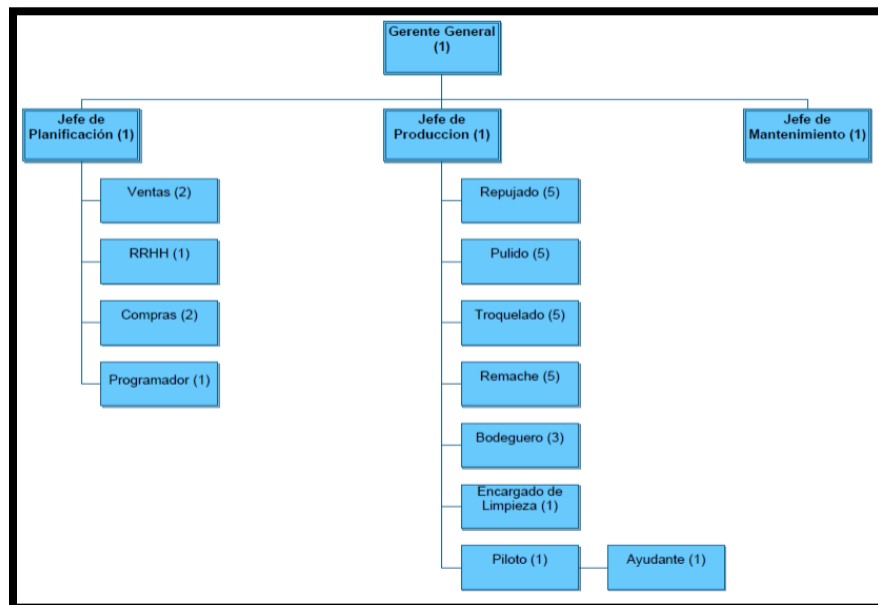
3.3. Organización para la operación

La organización se rige mediante una gerencia general que es la encargada de la dirección, planificación, control y desarrollo de estrategias para la producción y comercialización de la diversidad de productos. Para llegar a esto se cuenta con jefaturas de áreas para que ellos sean los encargados de ejecutar las tareas impuestas por la gerencia general y así lograr una gestión que le dé un buen funcionamiento a la organización.

3.3.1. Estructura organizacional

La estructura organizacional se ejemplificará mediante un organigrama.

Figura 22. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia, INCOMER S.A.

3.3.2. Descripción de puestos

A continuación, se describirán los puestos de INCOMER, S.A. proporcionados por RRHH:

- Gerente general: es la persona responsable de planificar, organizar, controlar, coordinar y analizar las funciones de la planificación estratégica de la empresa; además, vela por el cumplimiento de todos los requisitos legales que afecten los negocios y operaciones de esta.
- Jefe de planificación: sus competencias son la planificación y el control de la producción, de acuerdo con los planes logísticos de la empresa y los recursos humanos implicados. También participa en la determinación de la distribución de la empresa.
- Jefe de producción: sus atributos son dirigir eficientemente la producción de la empresa, gestionar de manera equilibrada los recursos disponibles para fabricar los artículos. Diseñar y desarrollar un plan de producción para cumplir con la línea de acción.
- Jefe de mantenimiento: es el responsable de gestionar el mantenimiento de la empresa. Realizar tareas técnicas relacionadas con la fabricación, construcción, montaje, funcionamiento, mantenimiento y reparación de máquinas mecánicas.
- Ventas: su función es planear, ejecutar y controlar las actividades de este campo. Considera de forma estricta la realización de una venta. Su objetivo es retener a los clientes actuales, captar nuevos clientes, lograr determinados volúmenes de venta.

- Área de recursos humanos: su atribución es de muchas tareas relacionadas con el personal de la empresa. Se encarga de buscar y contratar a los trabajadores que cumplan con los requisitos solicitados.
- Área de compras: encargado en adquirir apropiadamente las compras esenciales para que la empresa realice sus operaciones de forma correcta, tales como materiales, servicios y materias primas.
- Programador: está comprometido a realizar tareas de investigación, diseño y desarrollo de programas que controlan el funcionamiento interno de los ordenadores y redes informáticas de la empresa.
- Repujado: encargado de realizar este procedimiento artesanal, en el cual son empleados metales moldeables donde se hunden aquellas áreas para darle la forma necesaria. Este se fija especialmente a los metales blandos como el aluminio.
- Pulido: son las personas encargadas de pulir, repulir y abrillantar los artículos fabricados según los procesos y las especificaciones técnicas establecidas para cada artículo. Consiste en borrar todas las marcas, restos y gránulos que han quedado en el artículo a lo largo de su elaboración.
- Troquelado: sus atribuciones son preparar las piezas de troquelado en relación con el soporte por modificar, ajustar las piezas del proceso y realizar el troquelado.
- Remache: son las personas responsables de clavar, con remaches en forma de cilindro, uniones de piezas que no sean extraíbles en el futuro.

El operario los inserta en la remachadora; la unión de estos fija una sencilla incrustada de los materiales con otros.

- Bodeguero: es la persona encargada de llevar a cabo el inventario de bodega, el ingreso y salida de mercadería. Es el que sabe exactamente con cuánto producto cuenta la empresa, ya que de esa cantidad la empresa toma las decisiones en pedir más materia prima o no.
- Encargado de limpieza: es la persona cuya responsabilidad es la limpieza diaria y programada de los centros o zonas asignadas a cada trabajador. Vela para que las instalaciones de la empresa se encuentren en perfecto estado de orden y limpieza.
- Piloto: es la persona responsable de manipular, supervisar y dirigir el vehículo hacia un destino, y transportar los artículos por carretera de acuerdo con las instrucciones o programa de servicio.

3.4. Seguridad Industrial

Este es un aspecto muy importante para la empresa ya que en estudios realizados 9 de cada 10 accidentes que ocurren pueden prevenirse con una adecuada seguridad industrial. Por lo que este aspecto busca factores de riesgo, define su grado de peligrosidad y busca mitigarlos. por lo que a continuación se mostrará el equipo de protección necesario para desempeñar las tareas diarias dentro de la empresa, así como los programas de manejo seguro de las dos máquinas principales involucradas en este proyecto.

3.4.1. Equipo de protección necesario

Actualmente la empresa cuenta con el equipo de protección básico, por lo que recomienda ampliar la lista para que los operadores tengan menos riesgos:

- Casco
- Botas industriales
- Lentes protectores
- Mascarilla
- Tapones auditivos
- Cinturón lumbar
- Ropa de trabajo

3.4.2. Programa de manejo seguro

- Objetivo
 - Establecer el programa adecuado para el manejo seguro de los equipos para la fabricación de ollas de aluminio.
- Alcance
 - Este programa comprende las actividades a principales para la fabricación de ollas en las cuales se emplee máquinas herramienta que se encuentran en diagrama LAY-OUT presentado anteriormente.

- Antes de iniciar operaciones, es importante el uso de equipo de seguridad industrial anteriormente descritos, así como evitar el uso de pulseras, cadenas y anillos para evitar atrapamientos contra objetos en movimiento.

- Operaciones en prensa hidráulica
 - Revisar la prensa hidráulica que se encuentre libre de objetos que afecten su funcionamiento.

 - Colocar el disco de aluminio de forma centrada en la prensa hidráulica.

 - Utilizar el botón de arranque para funcionamiento de la máquina.

 - Durante el proceso de embutido no meter mano ni u otro objeto en la máquina, esto podría provocar atascos o amputaciones de alguna parte del cuerpo.

 - Al concluir el proceso de formación de ollas debe colocar toda la herramienta utilizada en su lugar para evitar accidentes.

- Operaciones en biseladora con rebordeado
 - Revisar la prensa hidráulica que se encuentre libre de objetos que afecten su funcionamiento.

 - Colocar la olla en el centro de la biseladora.

 - Utilizar el botón de arranque para funcionamiento de la máquina.

- Durante el proceso de biselado no meter mano u otro objeto en la máquina, esto podría provocar atascos o amputaciones de alguna parte del cuerpo.
- Al concluir el proceso de formación de ollas debe colocar toda la herramienta utilizada en su lugar para evitar accidentes.
- Responsabilidades

El jefe de producción es el responsable de capacitar al personal con respecto a este programa y dar seguimiento a su cumplimiento, el jefe de mantenimiento es el encargado de verificar el estado de los equipos a utilizar.

3.5. Proceso de mantenimiento

El mantenimiento tiene como objetivo principal el de prevenir las fallas en vez de corregir y tener grandes paradas que afecten a la producción al igual que cumplir con un presupuesto establecido de reparación de maquinaria, por lo cual es importante tener programas de mantenimiento preventivo para tener la máquina en su máximo rendimiento y que los equipos tengan una larga vida útil de operación.

Figura 23. **Objetivo del departamento de mantenimiento**



Fuente: RENOVETEC. *Ingeniería de mantenimiento*. <http://www.renovetec.com>, Ingeniería de mantenimiento. Consulta: 10 enero de 2020.

Actualmente el proceso de mantenimiento está a cargo del jefe de mantenimiento que es el responsable de la planificación semanal, mensual, anual de la maquinaria e instalaciones de la empresa. Así como de tener la disponibilidad y la fiabilidad de que la maquinaria e infraestructura se encuentren en condiciones adecuadas para el proceso productivo.

3.5.1. Capacitación sobre el uso adecuado de maquinaria

La capacitación del personal es muy importante ya que esto permitirá que el personal idóneo contribuya con mantener en buen estado la maquinaria, así

como de darle una vida útil más larga. El responsable de asegurarse que los operadores cuenten con la capacitación necesaria.

Así como las herramientas para realizar las tareas diarias en el proceso de producción es el jefe de producción.

Dentro de la capacitación el jefe de producción se realizará un plan de capacitación sobre el uso adecuado de la maquinaria en el cual indique en que parámetros debe manejar la maquinaria, medidas de seguridad entre otras. Para que un operador pudiera ser el titular de la máquina deberá cumplir con las horas de capacitación requeridas y cumplir con una lista de verificación donde valide que conoce y sabe operar la máquina sin ningún problema.

- Capacitación de prensa hidráulica.
 - Se estableció que se necesita de 200 horas de capacitación para el uso óptimo de la maquinaria, mediante el porcentaje del tiempo cumplido se pasara una lista de verificación para validar el progreso del operador en la capacitación.
 - 33 % primera lista de verificación.
 - 66 % segunda lista de verificación
 - 100 % tercera lista de verificación
- Contenido de la lista de verificación
 - Limpiar y ordenar el área de trabajo.

- Verificar el estado del molde para embutido.
- Verificar el tamaño del molde para embutido.
- Conocer los controles principales de la máquina.
- Verificar la velocidad en rpm del proceso biselado con rebordeado.
- Lubricación de las máquinas.
- Uso del equipo de protección personal.

3.5.2. Mantenimiento de equipo

Se debe realizar una planificación del mantenimiento para que este se encuentre en óptimas condiciones, el equipo que se tomará en cuenta es la prensa hidráulica y la biseladora con rebordeado.

3.5.2.1. Mantenimiento preventivo

- Prensa hidráulica
 - Inspecciones diarias:
 - Fugas de aceite
 - Nivel de aceite
 - Pernos sueltos
 - Lubricación de platinas guiadas
 - Temperatura del aceite
 - Cortina
 - Cortina de luz
 - Limpieza
 - Inspecciones trimestrales:

- Limpieza interna y externa
 - Inspección de sellos
 - Revisión eléctrica
 - Revisión de la bomba del hidráulico
 - Calibración
 - Revisión de bujes
- Recursos por utilizar en inspección trimestral:
 - Mano de obra: jefe de mantenimiento con sus técnicos.
 - Materiales: Varía según las inspecciones realizadas.
 - Tiempo: 6 h a 8 h
 - Costo directo: Q. 1 500,00
 - Costo por equipo detenido: aproximadamente Q. 4 000,00
- Biseladora con rebordeado
 - Inspecciones diarias:
 - Fugas de aire
 - Presión del sistema
 - Lubricación de eje
 - Limpieza de máquina
 - Inspecciones trimestrales:
 - Inspección eléctrica
 - Inspección neumática

- Inspección del buril
- Inspección del eje principal
- Inspección de doblador
- Recursos por utilizar en inspección trimestral:
 - Mano de obra: jefe de mantenimiento con sus técnicos.
 - Materiales: Varía según las inspecciones realizadas.
 - Tiempo: 3 h a 4 h
 - Costo directo: Q. 800,00
 - Costo por equipo detenido: aproximadamente Q. 1 500,00

3.5.2.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es normal dentro de la empresa por lo cual se cuenta con personal calificado y repuestos adecuado, para realizar este de forma eficaz.

- Se tendrá en stock los repuestos necesarios para poder cambiarlos por las piezas dañadas de la forma más eficaz.
- Se debe contar con la herramienta necesaria para poder hacer el mantenimiento básico en los equipos.
- Costo por mantenimiento correctivo, este dependerá del tipo de pieza que falle en los equipos, pero estimados son:
 - Prensa hidráulica: de Q. 500,00 a Q. 2 000,00
 - Biseladora con rebordeado: de Q. 300,00 a Q. 1 500,00

3.6. Estudio legal

Dentro del marco legal de la empresa, se debe regir a las leyes vigentes de la Constitución Política de la República de Guatemala, códigos, leyes específicas. En los aspectos legales a considerar se tienen los siguientes puntos.

3.7. Aspectos laborales

Se tomará en cuenta lo escrito en el Código de Trabajo de Guatemala.

3.7.1. Obligaciones de los patronos

Desde el punto de vista del Código de Trabajo de Guatemala apartado de obligaciones de los patronos son:

- Según el artículo 61 se debe enviar dentro de los dos primeros meses de cada año a la dependencia administrativa correspondiente del Ministerio de Trabajo y Previsión Social, directamente un informe impreso que contenga:
 - Egresos totales que se han tenido por salarios, bonificaciones y cualquier otra prestación económica durante el año anterior separando salarios ordinarios de extraordinarios.
 - Nombres y apellidos de los colaboradores con sus edades, nacionalidad, sexo, ocupación número de días que haya trabajado cada uno con su salario individual.
- Preferir en igualdad de circunstancias a los guatemaltecos sobre quienes no lo son.
- Guardar a los trabajadores la debida consideración, absteniéndose de maltrato de palabra o de obra.
- Dar los materiales, insumos y herramientas a los trabajadores para la ejecución de del trabajo convenido.
- Proporcionar un lugar seguro para guardar los instrumentos del trabajador, mantenerse en el lugar donde se presten los servicios. en este caso, el registro de herramientas debe hacerse siempre que el trabajador lo solicite.

- Permitir la inspección que las autoridades de trabajo practiquen en su empresa para cerciorarse del cumplimiento de las disposiciones del presente código.
- Se le debe pagar al trabajador el salario correspondiente, si este se ve incapacitado de trabajar por culpa del patrono.
- Otorgar el permiso a los trabajadores el tiempo necesario para que puedan ejercer su voto sin reducción de salario.
- Conceder licencia con goce a los trabajadores en los siguientes casos:
 - Cuando ocurre el fallecimiento del cónyuge o de la persona con lo cual estuviese unida de hecho el trabajador, o de los padres o hijo, tres días.
 - Por contraer matrimonio, cinco días.
 - Por nacimiento de hijo, dos días.
 - Para responder a citaciones judiciales por el tiempo que tome la comparecencia.²

Desde el punto de vista del Código de Trabajo de Guatemala apartado de Higiene y seguridad en el trabajo las obligaciones del patrono son:

- Según el artículo 197 todo empleador está en la obligación de adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la seguridad y la salud de los trabajadores en la prestación de sus servicios. para esto el patrón deberá adoptar las medidas necesarias que se dirijan a:
 - A la prevención de accidente de trabajo, velando porque la infraestructura y las operaciones de proceso tengan el mayor grado de seguridad y se mantengan en buen estado para su funcionamiento y uso, por lo cual deberán estar sujetas a mantenimiento preventivo.
 - Velar por la prevención de enfermedades profesionales y eliminar las causas que la provocan.
 - Prevenir incendios.
 - Tener y mantener un ambiente sano de trabajo.
 - Proveer a sus empleados del equipo de trabajo necesario, ropa y equipo de trabajo para evitar accidentes y riegos en el trabajo.
 - Colocación de guardas de seguridad donde sea necesario.
 - Advertir al trabajador sobre los peligros que se deriven del trabajo.

² Código de Trabajo de Guatemala, 1961. *Obligaciones de los patronos*. p.48.

- Mantener una capacitación de los trabajadores sobre higiene y seguridad en el trabajo.
- Mantener un botiquín de primeros auxilios al alcance.
- Según el artículo 198; el patrono está obligado a acatar lo que indique el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social para prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales.
- De acuerdo el artículo 200, los patronos están en la obligación de habilitar locales especiales para que los empleados puedan comer, ya que se prohíbe el permitir que los trabajadores duermen o coman en los propios lugares donde trabajan.³

3.7.2. Prohibiciones de los patronos

Desde el punto de vista del Código de Trabajo de Guatemala apartado de prohibiciones de los patronos son:

- Según el artículo 62; se prohíbe a los patronos:
 - Inducir o exigir a sus trabajadores que compren sus artículos de consumo a determinados establecimientos o personas.
 - Pedir dinero u otra compensación de los trabajadores para que se les admita en el trabajo u obtener algún privilegio.
 - Obligar o insinuar a los trabajadores, retirarse de los sindicatos o grupos legales a que pertenezcan o a ingresar a uno.
 - Influir en sus decisiones políticas o convicciones religiosas.
 - Retener por voluntad las herramientas u objetos del trabajador sea como garantía o a título de indemnización o de cualquier otro no traslativo de propiedad.
 - Realizar colectas obligatorias entre sus trabajadores.
 - Dirigir o permitir que se dirijan los trabajos en estado de embriaguez o bajo influencia de drogas estupefacientes o de cualquier condición anormal.⁴

³ Código de Trabajo de Guatemala, 1961. *Obligaciones de los patronos*. p.49.

⁴ *Ibíd.* p.51.

3.7.3. Jornadas laborales

Las jornadas labores son las comprendidas en artículo 116 y 117 del Código de Trabajo de Guatemala, las cuales son:

- La jornada diurna no puede exceder un total de cuarenta y ocho horas a la semana, ni mayor a ocho horas diarias, esta debe ejecutarse de seis a las dieciocho horas del mismo día.
- La jornada nocturna no puede exceder un total de treinta y seis horas semanales y no puede ser mayor a seis horas diarias, esta debe ejecutarse de las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.
- La jornada mixta no puede exceder un total de cuarenta y dos horas a la semana y no puede ser mayor a siete horas diarias, esta debe ejecutarse durante un tiempo que abarca el período diurno y parte del período nocturno, ejecutándose más horas diurnas que nocturnas.
- Según artículo 121 la jornada extraordinaria comprende las horas trabajadas extras luego de haber cumplido las jornadas ordinarias antes mencionadas, esta debe ser remunerada por lo menos con un cincuenta por ciento más de los salarios mínimos o de los salarios superiores a éstos que hayan estipulado las partes. no se consideran horas extraordinarias las que el trabajador ocupe en subsanar los errores imputables sólo a él cometidos durante la jornada ordinaria.
- Según artículo 122 las jornadas ordinarias y extraordinarias no pueden exceder de un total de doce horas diarias.⁵

3.7.4. Prestaciones legales

Las prestaciones que tiene derecho todo trabajador según el Código de Trabajo de Guatemala son:

- Los trabajadores tienen derecho a disfrutar de un día de descanso remunerado después de cada semana de trabajo, si el empleado trabaja estos días será contemplado como salario extraordinario.
- Son días de asueto con goce de salario para los trabajadores; 1 de enero; jueves, viernes y sábado santo; 1 de mayo, 30 de junio, 15 de septiembre, 20 de octubre, 1 de noviembre, 24 de diciembre medio día, 25 de diciembre, 31 de diciembre

⁵ Código de Trabajo de Guatemala, 1961. *Salarios, Jornadas y descansos*. p.71.

medio día y el día de la feria local. Si el empleado trabaja estos días será contemplado como salario extraordinario.

- Todo trabajador tiene derecho a un período de quince días de vacaciones remuneradas después de cada año de trabajo continuo al servicio de la empresa.
- El aguinaldo es una prestación irrenunciable en la cual el patrono debe pagar el equivalente a un mes de salario, este se toma desde el 1 de diciembre del año anterior al 30 de noviembre del año siguiente; este debe pagarse 50 % antes de 15 de diciembre y 50 % antes del 15 de enero del próximo año, existe la posibilidad de pagar esta prestación completa antes del 15 de diciembre.
- Al trabajador se le debe pagar un bono anual equivalente a un mes de salario, se les da por un año continuo de trabajo o proporcional al tiempo laborado dentro del periodo del uno de julio del año anterior al treinta y uno de junio del año actual; este debe pagarse a más tardar el 15 de julio de cada año.
- La indemnización es una prestación irrenunciable la cual se aplica cuando un empleado es despedido de forma justificada en un contrato por tiempo indefinido; es equivalente a un mes de salario durante cada año de servicio del mismo empleador. Si se llegara a dar el caso que un empleado no complete el año en cuestión este deberá recibir un proporcional por el tiempo trabajado.
- Todo colaborador tiene derecho al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, este es un servicio de salud y seguridad social a la población que cuente con afiliación, en la cual el patrono debe aportar el 12,67 % y el trabajador un 4,83 % de su salario.
- Todo trabajador tiene derecho a Instituto de Recreación de los Trabajadores de la empresa privada de Guatemala; en la cual el patrono aporta el 1 % mensual sobre los salarios ordinarios y extraordinarios.⁶

3.8. Acuerdo Gubernativo 229-2014

El principal objetivo del acuerdo gubernativo 229-2014 es el de regular las condiciones generales de salud y seguridad ocupacional, en el que ejecutan sus labores los trabajadores, tanto de sectores públicos, privado y autónomos.

⁶ Código de Trabajo de Guatemala, 1961. *Salarios, Jornadas y descansos*. p.72.

3.8.1. Puntos que afecten directamente el proyecto

En este apartado se hablará de todos los puntos que afecten al proceso de fabricación de ollas de aluminio en la empresa, esto incluye; obligaciones del patrono, manipulación de cargas, substancias peligrosas, equipo de protección personal y mantenimiento.

- Todo patrono, representantes, intermediarios, proveedores o terceros están obligados a adoptar y poner en práctica en los lugares de trabajo, las medidas de SSO para proteger la vida, la salud y la integridad de sus trabajadores, en:
 - Las operaciones y proceso de trabajo.
 - Suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal, certificados por normas internacionales.
 - A las edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales en los lugares de trabajo.
 - Colocación y mantenimiento de resguardos, protecciones y sistemas de emergencia a máquinas, equipos e instalaciones.
 - Mantener en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, la maquinaria, instalaciones y útiles.
 - Promover la capacitación de su personal en materia de SSO.
 - Cumplir a la política nacional de VIH/SIDA en el trabajo.
 - Colocar y mantener en lugares visibles, material impreso como avisos y carteles, para la promoción y sensibilización de la SSO.
 - Proporcionar al trabajador las herramientas, vestuario y enseres inherentes y necesarios para el desarrollo de su trabajo.
 - Permitir y facilitar la inspección de los lugares de trabajo a los inspectores de trabajo y técnicos de salud y seguridad ocupacional

del Ministerio de Trabajo y Previsión Social, al igual que inspectores del IGSS.

- Crear comités de SSO.
- La manipulación de cargas es importante dentro de la empresa ya que por que sus pasillos son angostos los operadores deben transportar las cargas manualmente por lo cual el acuerdo gubernativo el patrono debe tomar las medidas de organización necesarias, utilizando los medios apropiados y proporcionarles a los trabajadores la información y entrenamiento para reducir el riesgo que produzca dicha manipulación. para la manipulación se tomar en cuenta:
 - Características de la carga.
 - El esfuerzo físico por realizar puede producir un riesgo y exigencia en particular dorso lumbar.
 - Características del medio de trabajo pueden llegar aumentar el riesgo de exigencia en la región antes mencionado.
 - Factores de riesgo individual.
- En el apartado de sustancias peligrosas como polvo o gases indica que los lugares de trabajo en los que desprendan polvos nocivos para la salud, se deben reunir con las condiciones máximas de cubicación, ventilación, iluminación, temperatura y grado de humedad. Al igual donde se manufacturen, manipulen o utilicen sustancias dañinas en estado sólido o donde se produzcan polvos, fibras en cantidades que afecten la salud, por lo cual es obligación del empleador eliminar o minimizar el riesgo, adoptando medidas efectivas que garanticen condiciones de salud y seguridad.

- Los equipos de protección personal son los utilizados por el trabajador para que los proteja de los riesgos que amenacen su salud o seguridad y quedan excluidos:
 - La ropa de trabajo
 - Equipo de primeros auxilios
 - Equipo de protección de policías de vigilancia
 - Implementos deportivos
 - Material de autodefensa.

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Mediante el estudio de impacto ambiental se determinará qué requisitos son necesarios aplicar al proyecto de automatización, la institución encargada de esto en Guatemala es el Ministerio de Ambiente Y recursos Naturales.

4.1. Ministerio de ambiente y recursos naturales

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, como ente encargado de coordinar, cumplir y hacer que se cumplan las políticas y el ordenamiento jurídico concernientes a la prevención de la contaminación, conservación, protección y mejoramiento del ambiente.

El MARN es la entidad del sector público que protege el medio ambiente en Guatemala, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales, con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el quehacer institucional, económico, social y ambiental, con el propósito de forjar una Guatemala competitiva, solidaria, equitativa, inclusiva y participativa.

4.1.1. Funciones del ministerio de ambiente y recursos naturales

Las funciones del ministerio de ambiente se encuentran en el decreto 114-97 Del Congreso de la República de Guatemala en el artículo 29.

Al MARN le corresponde la formulación y ejecución de políticas relativas a su ramo: cumplir y hacer cumplir el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a tener un ambiente ecológicamente equilibrado, previniendo la contaminación del medio ambiente. Entre las cuales estas:

- Formular la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades de competencia legal, respetando la normativa nacional e internacional vigente en el país.
- Formular las políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas, así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país incluyendo las áreas de reserva.
- Formular, en coordinación con el MAGA la política sobre la conservación de los recursos pesqueros y suelo, estableciendo los principios sobre su ordenamiento, conservación y sostenibilidad, viendo su cumplimiento.
- incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social de Gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible.
- Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla.

- Ejecutar las funciones normativas, de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponden, velando por la seguridad humana y ambiental.
- Definir las normas ambientales en materia de recursos no renovables.
- Formular la política para el manejo de recursos hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso.
- Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan, e imponer sanciones por su incumplimiento.
- Elaborar las políticas relativas al manejo de cuencas hidrográficas, zonas costeras, océanos y recursos marinos.
- Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales o jurídicas y de las comunidades indígenas y locales en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales.
- Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del estado.

4.1.2. Licencia ambiental

El proyecto en cuestión no necesita de una licencia ambiental porque será una mejora en el proceso de fabricación de ollas de aluminio, de igual manera se detallan a continuación los requisitos necesarios para tramitar la misma.

La institución, empresa o responsable al obtener la licencia de cumplir con los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la mitigación, prevención, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de su proyecto, obra o actividad autorizada.

4.1.2.1. Gestión para la obtención de la licencia ambiental

Los pasos para seguir para la obtención de la licencia ambiental están en el acuerdo gubernativo 137-2016. y para ello debe:

Identificar la categoría en el listado Taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades proporcionado por el MARN. Para este proyecto pertenece a la división 490, clase 3 240 “Diseño, construcción y operación de empresas relacionadas con actividades de fabricación de recipientes de cierre hermético”, Por lo cual la actividad se puede clasificar como moderada o de bajo impacto ambiental potencial B2.

Para poder empezar con la gestión es importante entregar la siguiente documentación:

- Perfil del proyecto.
- Planos de ubicación, distribución arquitectónica, instalaciones hidráulicas.
- Fotocopia autenticada del DPI del representante legal.
- Declaración jurada del proponente.
- Copias autenticadas del nombramiento del representante legal, acta de toma de posesión, acuerdo emitido por el TSE, Fotocopia del mando con el registro respectivo.

- Fotocopia autenticada del documento que acredita el derecho sobre el predio a favor del proponente.
- Fotocopias autenticadas de Patentes de comercio de la empresa.
- Fotocopia de NIT.
- Dos copias digitales completas de los instrumentos ambientales en CD, diagnóstico ambiental de bajo impacto DABI y evaluación ambiental inicial.
- Instrumento ambiental debidamente foliado de adelante hacia atrás y únicamente en el anverso de las hojas, en la esquina superior derecha, con números arábigo-enteros, de forma consecutiva.

La evaluación ambiental para la categoría B2 comprendido en el Artículo 25 del acuerdo gubernativo 137 2016;

- La DIGARN o la delegación departamental según corresponda, procederán a realizar la revisión de la información aportada, asegurando que de forma efectiva se trate de una actividad enlistada dentro de la categoría B2 y que esta cumpla con los requerimientos establecidos para esta categoría.
- El análisis del instrumento ambiental se efectuará como máximo dentro de un plazo de 15 días, el que podrá ser prorrogado de acuerdo con la circunstancia del expediente tales como opiniones de otras entidades que son vinculantes referidas en el artículo 29 y 30 del presente reglamento, o bien por solicitud de ampliación de información al proponente.

4.1.2.2. Costos aplicables para la obtención de la licencia ambiental

Los costos aplicables para la obtención de la licencia ambiental según el acuerdo gubernativo 137-2016.

Tabla XVI. Costos aplicables para licencia ambiental

Descripción	Monto en Q
Monto máximo para asegurar en categoría B2	500 000,00
Evaluación ambiental inicial	300,00
Control y seguimiento por el MARN	5 000,00
Elaboración de términos de referencia específicos de evaluación	300,00
Ingreso del diagnóstico ambiental de bajo impacto para proyectos	450,00
Licencia ambiental de diagnóstico de bajo impacto por 3 años	5 000,00
Licencia ambiental de evaluación inicial por 3 años	5 000,00
Certificaciones y declaraciones juradas	5 000,00
Planos	2 500,00
Total aproximado	25 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

4.2. Impacto ambiental

La operación inicia como se explica en el capítulo 2 se enfocará en el proceso de fabricación de ollas de aluminio; por lo cual las actividades a realizarse en este proceso son:

- Embutido

- Biselado y rebordeado
- Pulido
- Empaque

4.2.1. Identificación y valoración de los impactos, Matriz de Leopold

Para la elaboración de la Matriz de Leopold se utilizará de base el siguiente esquema.

Tabla XVII. **Matriz de Leopold**

		Actividad	Componente	Impacto por componente	Impacto global
Factor ambiental	Sub - Factor ambiental	Magnitud	-2	-2	0
		Importancia	2	1	0

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Donde la magnitud e importancia están definidas en base a las siguientes tablas:

Tabla XVIII. **Ponderaciones de importancia**

Importancia	Influencia del impacto		
	Puntual	Local	Regional
Temporal	1	4	7
Media	2	5	8
Permanente	3	6	9

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XIX. **Ponderaciones de magnitud**

Magnitud	Influencia del impacto		
	Puntual	Local	Regional
Magnitud del impacto			
Positivo alto	7	8	9
Positivo medio	4	5	6
Positivo bajo	1	2	3
Neutro	0	0	0
Negativo bajo	-1	-2	-3
Negativo medio	-4	-5	-6
Negativo alto	-7	-8	-9

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

El impacto por subcomponente se define como la suma de los productos de magnitud e importancia, El impacto por componente la suma de los impactos por sub componentes.

Tabla XX. **Definición de la magnitud de los impactos**

Magnitud del impacto	Definición
Positivo alto	Impacto positivo y perturbación en el factor ambiental es alta
Positivo Medio	Impacto positivo y perturbación en el factor ambiental es media
Positivo bajo	Impacto positivo y perturbación en el factor ambiental es baja
Neutro	Se da cuando no se perturba el factor ambiental
Negativo bajo	Impacto negativo y perturbación en el factor ambiental es alta
Negativo medio	Impacto negativo y perturbación en el factor ambiental es media
Negativo alto	Impacto negativo y perturbación en el factor ambiental es baja

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXI. Matriz de Leopold fabricación de ollas de aluminio

			Climentación		Embutido		Biselado y rebordeado		Pulido		Empaque		Residuos del proceso		Impacto por subcomponente		Impacto por componente		Impacto global		
Físico	Suelo	Remoción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	80			
			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
		Erosión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
		Compactación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
		Uso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1					
			1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0						
	Agua	Subterránea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
		Superficial	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	-2						
			0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0						
	Atmósfera	Partículas	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8					
			0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
		Olores	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5					
			0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0						
		Gases	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
			0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
		Ruidos	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4					
			1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0						

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación de la tabla XXI.

			Climentación	Embutido	Biselado y rebordeado	Pulido	Empaque	Residuos del proceso	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global	
Biológico	Flora	Árboles	0	0	0	0	0	0	0	0	80	
			0	0	0	0	0	0				
		Arbustos	0	0	0	0	0	0	0			
			0	0	0	0	0	0				
	Fauna	Terrestre	0	0	0	0	0	0	0			
			0	0	0	0	0	0				
		Aérea	0	0	0	0	0	0	0			
			0	0	0	0	0	0				
	Socioeconómico	Social	Salud	0	0	0	-2	0	-1	-3		9
				0	0	0	1	0	1			
			Seguridad	0	0	0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0	0			
Educación			0	0	0	0	0	2	12			
			0	0	0	0	0	6				
Económico		Calidad de vida	3	3	1	1	1	-1	38			
			6	6	1	1	1	1				
		Trabajo	1	1	1	1	1	1	18			
			3	3	3	3	3	3				
Cultural		Recreación	0	0	0	0	0	0	0			
			0	0	0	0	0	0				
	Histórico	0	0	0	0	0	0	0				
		0	0	0	0	0	0					

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

4.2.2. Medidas de mitigación

Para mitigar los problemas de contaminación que genera el proceso de producción de ollas de aluminio, se establecieron las medidas de mitigación que ayudarán a reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente y sobre la salud de los colaboradores.

- **Salud de los colaboradores**

Una medida de mitigación que siempre es importante abordar es la salud de los trabajadores, ya que es el principal recurso para cualquier organización por ello es necesario el aportar equipo de protección personal el cual será:

- Botas industriales
 - lentes protectores
 - Ropa de trabajo
 - Tapones auditivos
 - mascarilla con filtro para partículas
- **Reciclaje de la viruta**

Un tratamiento eficaz ayuda a mejorar la imagen que da la empresa; a la vez permite ahorrar dinero y recursos, esta viruta al ser de aluminio se puede vender para permitirle a la empresa un ingreso extra. En el caso del biselado cuenta con un depósito donde se extrae la viruta, para que luego puedan ser recolectadas y ser vendidas a industrias de fuegos artificiales.

- Control de lubricantes

La maquinaria que se instalará, cuenta con su propio proceso de auto lubricación para que el uso de estos sea el mínimo, debido a eso los residuos que generara el proceso serán casi nulos.

- Tratamiento de aguas

Es importante definir un procedimiento para la disposición de los residuos del proceso, por ejemplo, los aceites y grasas que se utilizan, para ello la empresa terceriza este servicio. Y así ellos se aseguran de que estos residuos no llegaran a los drenajes de la ciudad.

5. ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se definirán los presupuestos para la elaboración del proyecto tanto de sus bienes tangibles como intangibles, así mismo los costos directos e indirectos que afectan al proyecto de automatización.

Al igual se determinará los ingresos estimados, su respectivo flujo de caja y punto de equilibrio.

5.1. Inversión inicial

La inversión inicial de todo proyecto es importante definirla ya que serán los recursos tangibles e intangibles para poder poner en marcha el proyecto en cuestión. Cuando el proyecto en cuestión ya está en puesta en marcha se espera que todo el capital invertido retorne en un plazo de tiempo definido. El proyecto al ser de tipo de mejora se tomará con lo que ya cuenta la empresa que es la estructura de la nave. A continuación, se definirán los tipos de bienes necesarios para realizar el proyecto en cuestión.

- Bienes tangibles
 - Maquinaria

- Bienes intangibles
 - Ingeniería del proyecto
 - Planeación e integración

- Supervisión del proyecto
- Aspectos legales

5.1.1. Presupuesto

- Bienes tangibles

El equipo fue definido y cotizado en el capítulo 2 estudio técnico de ingeniería, a continuación, se mostrará una tabla resumen de estos mismos.

Tabla XXII. **Costos de maquinaria**

Descripción	Monto en Q
Prensa Hidráulica	77 000,00
Biseladora	20 000,00
Total	97 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

- Bienes intangibles

En los bienes intangibles se tiene la ingeniería del proyecto, planeación integración, supervisión del proyecto, aspectos legales y aspectos ambientales.

Tabla XXIII. **Costos de bienes intangibles**

Descripción	Monto en Q
Ingeniería del proyecto	5 000,00
Planeación e integración	5 000,00
Supervisión del proyecto	5 000,00
Aspectos legales	2 000,00
Aspectos ambientales	25 000,00
Total	42 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

5.1.2. Fuentes de financiamiento

Debido a que la empresa es reconocida a nivel nacional, se utilizará de su propio capital, el que se destina a principios de año para proyectos de inversión y mejora.

5.2. Costos directos

Los costos directos están directamente con la producción del producto, el personal directamente relacionado directamente que este caso es el personal que se encargará de instalar la máquina.

5.2.1. Costo de la maquinaria

La maquinaria se cotizó en el capítulo 1, en la siguiente tabla se mostrarán los precios de las dos principales maquinas a utilizar.

5.2.2. Mano de obra directa

Como mano de obra directa se dividirá en 2 partes la que tiene al personal encargado de la instalación de la maquinaria en planta, el cual se encargará de realizar la cimentación y poner en marcha el proyecto. Y la encargada de la producción.

Tabla XXIV. **Costo de mano de obra directa instalación de maquinaria**

Puesto	Cantidad	Valor mensual en Q
Jefe de mantenimiento	1	12 000,00
Técnicos	2	8 500,00
Albañiles	2	5 500,00
Total		26 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXV. **Costo de mano de obra directa producción**

Puesto	Cantidad	Valor mensual en Q
Jefe de Producción	1	11 500,00
Operadores	6	18 000,00
Total		29 500,00

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

5.3. Costos indirectos

Estos costos afectan al proceso en general y no solamente al producto en proceso.

5.3.1. Mano de obra indirecta

Como mano de obra indirecta se tiene al jefe de Mantenimiento y a los técnicos encargados de revisar las máquinas.

Tabla XXVI. Costo de mano de obra indirecta

Puesto	Cantidad	Valor mensual en Q
Jefe de mantenimiento	1	12 000,00
Técnicos	2	8 500,00
	Total	20 500,00

Fuente: elaboración Propia, empleando Excel.

5.3.2. Costos financieros de la inversión inicial

Debido a que cada año la empresa en busca de la mejora continua, procura guardar capital para proyectos de inversión que se desarrollaran a lo largo del año, por ello la empresa cuenta con el capital disponible para poder realizar la financiación si resulta atractivo la propuesta del proyecto.

5.3.3. Gastos administrativos

En este caso los gastos administrativos para la realización del proyecto, pago de energía eléctrica, agua potable, oficinas, contabilidad.

Tabla XXVII. **Gastos administrativos**

Gasto	Valor mensual en Q
Energía eléctrica	12 000,00
Agua potable	6 000,00
Contabilidad	10 000,00
Oficinas	20 000,00
Total	48 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

5.3.4. **Otros costos de operación**

Costos por mantenimiento preventivo correctivo e imprevistos.

Tabla XXVIII. **Costos por mantenimiento**

Costo	Valor mensual en Q
Mantenimiento Preventivo	2 300,00
Mantenimiento Correctivo	3 500,00
Imprevistos	5 000,00
Total	10 800,00

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

5.4. **Ingresos estimados**

Los ingresos estimados se proyectarán en base a la capacidad de la máquina que se planea instalar, realizado en el estudio técnico de ingeniería, así como los precios de venta que son definidos en el estudio de mercado.

Los ingresos se realizarán en base al plan de producción que actualmente se maneja el cual estará descrito en la siguiente tabla.

Tabla XXIX. **Plan de producción**

No. Olla	Producción por mes	
	Estandar	Alta
18	2 500	2 300
20	1 500	1 100
22	900	750
24	300	250
26	200	150

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

En la siguiente tabla se muestran los ingresos estimados, los precios fueron descritos en el capítulo 1 de estudio de mercado.

Tabla XXX. **Ingresos estimados**

No. Olla	Producción por mes		Precio (Q)	
	Estandar	Alta	Estandar	Alta
18	2 500	2 300	57 500	87 500
20	1 500	1 100	33 000	60 000
22	900	750	26 250	40 500
24	300	250	10 000	15 000
26	200	150	6 750	11 000
Total:			133 500	214 000

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

5.5. Flujo de caja

Flujo de caja definido para el primer año.

Tabla XXXI. Flujo de caja primer año

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
Moneda	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)
Saldo inicial	0	46 566,15	93 782,30	141 348,45	188 289,60	235 055,75	281 121,90	327 653,05	375 419,20	421 610,35	468 426,50	515 492,65	
Ingresos													
Ventas en efectivo	347 500,00	348 500,00	349 500,00	348 250,00	347 500,00	347 500,00	347 500,00	348 000,00	347 500,00	347 500,00	349 000,00	349 500,00	4177 750,00
Cobros de ventas a crédito	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	600 000,00
Total Ingresos	397 500,00	398 500,00	399 500,00	398 250,00	397 500,00	397 500,00	397 500,00	398 000,00	397 500,00	397 500,00	399 000,00	399 500,00	4777 750,00
Egresos													
Compra de materia prima	225 000,00	225 350,00	226 000,00	225 375,00	224 800,00	225 500,00	225 035,00	224 300,00	225 375,00	224 750,00	225 000,00	227 000,00	2704 485,00
Pago de nómina	59 500,00	59 500,00	59 500,00	59 500,00	59 500,00	59 500,00	59 500,00	59 500,00	59 500,00	59 500,00	59 500,00	59 500,00	714 000,00
Pago prestaciones	7 633,85	7 633,85	7 633,85	7 633,85	7 633,85	7 633,85	7 633,85	7 633,85	7 633,85	7 633,85	7 633,85	7 633,85	91 606,20
Pago de impuestos	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	360 000,00
Pago de servicios públicos	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	216 000,00
Pago de mantenimiento	10 800,00	10 800,00	10 800,00	10 800,00	10 800,00	10 800,00	10 800,00	10 800,00	10 800,00	10 800,00	10 800,00	10 800,00	129 600,00
Total Egresos	350 934,00	351 284,00	351 934,00	351 309,00	350 734,00	351 434,00	350 969,00	350 234,00	351 239,00	350 684,00	351 934,00	352 934,00	4215 691,20
Flujo de caja económico	46 566,15	93 782,30	141 348,45	188 289,60	235 055,75	281 121,90	327 653,05	375 419,20	421 610,35	468 426,50	515 492,65	562 058,80	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

5.6. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es el precio del servicio, artículo en el que no existen ni pérdidas ni ganancias, por lo cual los ingresos son los mismos que los costos. La importancia de este valor radica en que permite conocer la cantidad mínima a vender para recuperar la inversión y realizar modificaciones al proyecto.

Debido a que la empresa ya cuenta con este análisis, en el cual tienen su punto de equilibrio por un 300 % abajo del precio de venta al público de los artículos, no será necesario el cálculo.

6. ESTUDIO FINANCIERO

Con la información obtenida anteriormente en los estudios de mercado y técnico se procede a realizar un estudio financiero en el cual se debe obtener los flujos efectivos positivos y negativos durante la planeación; en este estudio se demostrará si el proyecto en cuestión es rentable o no.

6.1. Tasa mínima atractiva de rendimiento

La TMAR es la tasa de retorno mínima admisible para que un proyecto sea considerado. Por lo que este valor debe superar la inflación del país debido a que se espera que su valor adquisitivo se encuentre en aumento.

6.1.1. Tasa de inflación

La inflación se puede definir como el aumento en precios de los bienes y servicios a nivel interno en la economía de un país.

En la siguiente tabla muestra los datos por mes del porcentaje de inflación de los últimos 10 años de Guatemala. Debido a que la inflación se ha mantenido estable se decidió establecer un promedio de los últimos años sin incluir 2020 porque es el año en curso lo cual da un 4,47 %.

Tabla XXXII. **Inflación total periodo 2008 – 2019**

Periodo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
Enero	8.39	7.88	1.43	4.90	5.44	3.86	4.14	2.32	4.38	3.83	4.71	4.10	1.78	4.62
Febrero	8.76	6.50	2.48	5.24	5.17	4.18	3.50	2.44	4.27	3.96	4.15	4.46	1.24	4.59
Marzo	9.10	5.00	3.93	4.99	4.55	4.34	3.25	2.43	4.26	4.00	4.14	4.17	1.77	4.51
Abril	10.37	3.62	3.75	5.76	4.27	4.13	3.27	2.58	4.09	4.09	3.92	4.75	1.88	4.55
Mayo	12.24	2.29	3.51	6.39	3.90	4.27	3.22	2.55	4.36	3.93	4.09	4.54	1.80	4.61
Junio	13.56	0.62	4.07	6.42	3.47	4.79	3.13	2.39	4.43	4.36	3.79	4.80		4.65
Julio	14.16	-0.30	4.12	7.04	2.86	4.74	3.41	2.32	4.62	5.22	2.61	4.37		4.60
Agosto	13.69	-0.73	4.10	7.63	2.71	4.42	3.70	1.96	4.74	4.72	3.36	3.01		4.44
Septiembre	12.75	0.03	3.76	7.25	3.28	4.21	3.45	1.88	4.56	4.36	4.55	1.80		4.32
Octubre	12.93	-0.65	4.51	6.65	3.35	4.15	3.64	2.23	4.76	4.20	4.34	2.17		4.36
Noviembre	10.85	-0.61	5.25	6.05	3.11	4.63	3.38	2.51	4.67	4.69	3.15	2.92		4.22
Diciembre	9.40	-0.28	5.39	6.20	3.45	4.39	2.95	3.07	4.23	5.68	2.31	3.41		4.18
Promedio	11.35	1.95	3.86	6.21	3.80	4.34	3.42	2.39	4.45	4.42	3.76	3.71	1.69	4.47

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, INE.

6.1.2. Riesgo a la inversión

El riesgo de inversión en este proyecto es bajo debido a que la empresa cuenta con un mercado ya establecido, es un producto no perecedero y es conocido en todo el territorio a nivel nacional por ser un producto de alta calidad. Se tomará una tasa de interés alta la cual será de un 6 %. Dado a este número se tomará que el riesgo de esta inversión sea de por lo menos del 12 %.

6.1.3. Tasa mínima atractiva de rendimiento

Para determinar la TMAR será el sumar la tasa del riesgo de inversión con la tasa de inflación promedio de Guatemala.

$$TMAR = \text{Riesgo de la inversión} + \text{Tasa de inflación}$$

$$TMAR = 12 \% + 4,47 \%$$

$$TMAR = 16,47 \%$$

6.2. Valor presente neto

Con este método que permite evaluar proyectos a largo plazo, se determinara la equivalencia de todos los flujos de caja en un tiempo equivalente a 0 de los flujos efectivos futuros del proyecto de inversión.

6.2.1. Inversión inicial

La inversión inicial se encuentra descrita en la sección 5.1. en donde se indica que bienes tangibles e intangibles que se tiene para evaluar, la cual será resumida en la siguiente tabla.

Tabla XXXIII. **Costos de inversión inicial**

Descripción	Monto en Q
Prensa hidráulica	77 000,00
Biseladora	20 000,00
Ingeniería del proyecto	5 000,00
Planeación e integración	5 000,00
Supervisión del proyecto	5 000,00
Aspectos legales	2 000,00
Aspectos ambientales	25 000,00
Total	139 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

6.2.2. Flujo neto de efectivo

El flujo de efectivo permite realizar previsiones y posibilita una gestión en las finanzas de un proyecto; para así poder tomar decisiones y en el control de

los ingresos. Los datos que se utilizarán son los establecidos en el estudio financiero.

- Tiempo de vida del proyecto se estipulará 10 años.
- Tiempo de vida de tangibles 15 años
- Los costos de los tangibles serán estimados por la inflación anual calculada anteriormente que era del 4,47 %.

Tabla XXXIV. **Flujo neto de efectivo**

Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos	Q0	Q 4 777 750,00	Q 4 783 870,00	Q 4 921 100,00
Egresos	Q 139 000,00	Q 4 215 691,20	Q 4 256 895,00	Q 4 301 022,00
Flujo	Q -139 000,00	Q 562 058,80	Q 526 975,00	Q 620 078,00
Período	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Ingresos	Q 4 998 560,00	Q 5 020 043,00	Q 5 135 783,00	Q 5 246 803,50
Egresos	Q 4 275 456,00	Q 4 378 075,20	Q 4 399 845,00	Q 4 458 082,00
Flujo	Q 723 104,00	Q 641 967,80	Q 735 938,00	Q 788 721,50
Período	Año 8	Año 9	Año 10	
Ingresos	Q 5 460 862,00	Q 5 532 422,00	Q 5 601 323,00	
Egresos	Q 4 503 435,33	Q 4 599 098,00	Q 4 699 933,00	
Flujo	Q 957 426,67	Q 933 324,00	Q 901 390,00	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

6.2.3. Valor presente neto

El VPN será evaluado en un periodo de 10 años usando como base el flujo neto de efectivo calculado anteriormente y la tasa de interés de 16,47 %.

El VPN es de Q 3 098 738,93 a los 10 años del proyecto, esto indica que cubre la TMAR, por lo que el proyecto si cumple con las condiciones necesarias para poder ejecutarse, como se supuso en el estudio anterior.

6.3. Tasa interna de retorno

La tasa de interna de retorno en el proyecto determinará la rentabilidad que ofrece un proyecto. Esto quiero decir que se obtendrá el porcentaje que da de beneficio o pérdida del proyecto de inversión.

6.3.1. Tasa interna de retorno

La tasa de interna del proyecto para asegurar que se cubren todos los gastos posibles de la vida útil del proyecto dando ingresos es del 402,50 %.

6.3.2. Comparación de tasa interna de retorno, con la tasa mínima atractiva de rendimiento

La TMAR fue de un 16,47 % y la TIR fue de 402,50 % lo que equivale a que la TIR se encuentra en un 96 % arriba, con esto se confirma que si se puede realizar el proyecto.

6.4. Razón Beneficio/Costo

La razón beneficio costo, es un indicador que nos ayuda a determinar el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar, esto quiere decir que nos ayuda a tener otro panorama sobre la rentabilidad de un proyecto.

6.4.1. Determinación de beneficios

Para el cálculo de los beneficios se determinó por medio de la tasa de interés de la TMAR en el periodo de 10 años, por lo cual el valor de los beneficios es de Q 20 519 449,72.

6.4.2. Determinación de costes

Para determinar los costos se utilizó la tasa de interés de la TMAR en el período de 10 años, dando un total de costos de Q 17 620 214,78.

6.4.3. Razón beneficio/costo

La relación se determina dividiendo los beneficios dentro de los costes, por lo cual el valor de la relación para este proyecto es de.

$$\frac{B}{C} = \frac{Q\ 20\ 519\ 449,72}{Q\ 17\ 620\ 214,78}$$

$$\frac{B}{C} = 1,16$$

Este valor lo que indica que el beneficio generado es de un 16 % arriba de los costes.

6.5. Análisis de resultados

En el proyecto de estudio de factibilidad para la automatización en el proceso de fabricación de ollas de aluminio, se determinó por medio de la inflación anual que se da en Guatemala y el riesgo que se tiene de inversión la

TMAR, un resultado de 16,47 % con esto podemos decir que si la inversión del proyecto otorga un retorno igual o superior al porcentaje mencionado será atractiva. Así mismo mediante el cálculo del VPN, se obtuvo un valor de Q 3 098 738,93 en un período de 10 años, esto nos demuestra que el proyecto es rentable y dejara una muy buena ganancia y estos datos se confirman con el cálculo de la TIR que es de un 402,50 %.

Por último, mediante el cálculo de la relación B/C se determinó que se tendrá un 16 % arriba las ganancias en los costes con una tasa de interés igual a la de la TMAR, en un período de 10 años.

6.6. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una técnica que estudia el impacto que tiene modificar una variable, a la hora de evaluar VPN, TIR y B/C de un proyecto, por ejemplo, variar la inversión inicial, los costos o los ingresos estimados. Variable para modificar.

- Pesimista: duplicación de la inversión inicial.

6.6.1. Valor presente neto

- Pesimista: duplicación de la inversión inicial.

Para este caso se utilizará la misma TMAR ya obtenida del 16,47 % en el mismo periodo de 10 años, por lo cual nos da el VPN de Q 2 959 738,93 con esto igual nos da un resultado bastante favorable para seguir continuando con la inversión.

6.6.2. Tasa interna de retorno

- Pesimista: duplicación de la inversión inicial.

La Tasa Interna de Retorno con la variable modificada es de un 202,83 % lo cual hace que el proyecto siga siendo atractivo.

6.6.3. Razón beneficio/costo

La razón beneficio costo teniendo una duplicación en la inversión inicial será de 14,45 % arriba lo que nos dice que el proyecto es rentable.

CONCLUSIONES

1. Dadas las opciones que ofrece el mercado para la automatización del proceso de fabricación de ollas de aluminio, se decidió optar por la opción 1 para la prensa hidráulica y la modificación a la biseladora; definida en la sección 2.3.1. debido a que resulta conveniente para cubrir las necesidades, dado a tres factores fundamentales para la empresa; precio, tiempo y calidad.
2. La capacidad del proceso a instalar se definió en base a las características dadas por el fabricante, con el cual se obtuvo un porcentaje del 73 % arriba comparada a la capacidad instalada actual, esto es beneficioso ya que como se demostró en el estudio de mercado el producto se mantendrá en crecimiento.
3. Se estableció dentro de la propuesta técnica de ingeniería los pasos a seguir para la automatización del proceso de fabricación de ollas de aluminio, indicando el tipo de maquinaria que se utilizará, así como el cálculo de la eficiencia, capacidad obtenida y los pasos a seguir para un correcto montaje.
4. El método utilizado para la planificación estratégica es de fortalezas oportunidades, debilidades y amenazas, con el cual se definieron estrategias en base a la metodología para que el proyecto se produzca mediante una gestión más eficiente en recursos.

5. Entre los principales aspectos legales que afectan directamente el proyecto son los relacionados con el código de trabajo, teniendo en cuenta las obligaciones, prohibiciones y jornadas laborales descritas. La empresa se encuentra en labores actuales y solo se realizará una modificación a su proceso.

6. La evaluación de la automatización del proceso de fabricación de ollas de aluminio calculada con una TMAR obtenida del 16,47 % posee un valor presente neto de Q 3 098 738,93 en un tiempo de evaluación de 10 años y una tasa interna de retorno de 402,50 %, con esto se puede determinar que el proyecto es rentable.

7. Dadas las recomendaciones del fabricante se definió un programa de capacitación y manejo seguro, en donde se indican los pasos a seguir para realizar evaluaciones a los operadores definidos en un 33 % del tiempo cada vez, para determinar si son capaces de operar la maquinaria, también se indicó los pasos necesarios para el manejo seguro antes y durante la operación.

RECOMENDACIONES

1. Implementar los pasos definidos en el estudio técnico de ingeniería, para realizar un montaje óptimo de la maquinaria.
2. Coordinar el mantenimiento establecido para la maquinaria en cuestión, ya que esto hará que sea eficiente y se pueda conservar en tiempo para el cual fue diseñado.
3. Controlar las medidas de mitigación establecidas para los problemas que se puedan generar en el funcionamiento de la maquinaria.
4. Evaluar la expansión del mercado en exportación de ollas a países cercanos, dado a la capacidad generada con la implementación de la automatización del proceso.
5. Investigar periódicamente las nuevas tecnologías que se encuentran en el mercado para que siempre exista innovación.

BIBLIOGRAFÍA

1. CEPEDA ALONZO, Gustavo. *Auditoría y control interno*. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 1997. 234 p.
2. Código de Trabajo de Guatemala. *Contratos y pactos de trabajo, Decreto 1441*. Guatemala : Congreso de la República de Guatemala, 1961. 228 p.
3. DÁVILA, Jorge Mario; SÁENZ, Rodolfo; CÁRDENAS, Raúl. *Introducción a la investigación de operaciones y su aplicación en la toma de decisiones gerenciales*. 1a ed. Guatemala: Mayte, 2003. 189 p.
4. DUNHAM, Clarence W. *Cimentaciones de estructuras*. 2a ed. España: McGraw-Hill, 1968. 774 p.
5. GUERRERO SPÍNOLA DE LÓPEZ, Alba Maritza. *Formulación y evaluación de proyectos*. Guatemala: 2004. 136 p.
6. LARA JUÁREZ, Karen Janet. *Automatización del proceso de envasado de shampoo en una planta de producción de cosméticos*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 150 p.

7. LUCAHA MENA, Pablo Rolando. *El despliegue de la función calidad (QFD) como herramienta para el mejoramiento de la calidad en el proceso de fabricación de ollas de aluminio*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 131 p.
8. MONROY PERALTA, Fredy Mauricio. *Manual de apoyo al curso de Montaje y Mantenimiento de Equipo*. Guatemala: 2005. 55 p.
9. NIEBEL, Benjamín W.; FREIVALDS, Adris. *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega Grupo Editor, 2004. 745 p.
10. TORRES, Sergio. *Control de la producción*. 3a ed. Guatemala: Editorial c c Dapal, 2013. 20 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Lista de verificación de roles de trabajo para prensa hidráulica

	LISTA DE VERIFICACIÓN DE ROLES DE TRABAJO	CODIGO	VERSIÓN:
		Fecha Aprobación:	Página: 1 de 1

Lista de Verificación de Roles de Trabajo

Línea: Ollas de aluminio
OPERADOR DE PRENSA HIDRAULICA


Nombre del Evaluado:

	FECHA					
	1ra Verificación		2da Verificación		3ra Verificación	
	0%		0%		0%	
	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal
Limpieza y orden en el área de trabajo						
Verificación de molde para embutido						
Verificación del tamaño para molde de embutido						
Revisión de estado de controles principales de la máquina						
Conoce los controles principales de la máquina						
Revisión de sensores de altura de prensa hidráulica						
Verificación de que la maquina este lubricada						
Conoce los puntos de lubricación						
Cumplir con los requerimientos de seguridad industrial de la planta						
Hacer uso adecuado de las herramientas y equipo de la planta						
Anotar reporte de turno en la bitácora						
Conocimiento de los riesgos en las actividades rutinarias y no rutinarias del puesto de trabajo.						
Conocimiento del Programa de operación, limpieza y manejo seguro.						
Conocimiento del Plan de respuesta ante emergencias						
Uso y cuidado del equipo de protección personal requerido en el puesto de trabajo.						

	Nombre del evaluado	Firma del Evaluado	Nombre del Supervisor	Firma del Supervisor
1ra Verificación				
2da Verificación				
3ra Verificación				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Apéndice 2. **Lista de verificación de roles de trabajo para biselado y rebordeado**

	LISTA DE VERIFICACIÓN DE ROLES DE TRABAJO	CODIGO	VERSIÓN:
		Fecha Aprobación:	Página: 1 de 1


Lista de Verificación de Roles de Trabajo

Línea: Ollas de aluminio OPERADOR DE BISELADO Y REBORDEADO Nombre del Evaluado:	FECHA					
	1ra Verificación		2da Verificación		3ra Verificación	
	0%		0%		0%	
	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal
Limpieza y orden en el área de trabajo						
Verificación de olla embutida						
Verificación del tamaño para colocar buril y rebordeadora						
Revisión de estado de controles principales de la máquina						
Conoce los controles principales de la máquina						
Verificar la velocidad en RPM del proceso biselado y rebordeado						
Verificación de que la maquina este lubricada						
Conoce los puntos de lubricación						
Cumplir con los requerimientos de seguridad industrial de la planta						
Hacer uso adecuado de las herramientas y equipo de la planta						
Anotar reporte de turno en la bitácora						
Conocimiento de los riesgos en las actividades rutinarias y no rutinarias del puesto de trabajo.						
Conocimiento del Programa de operación, limpieza y manejo seguro.						
Conocimiento del Plan de respuesta ante emergencias						
Uso y cuidado del equipo de protección personal requerido en el puesto de trabajo.						

	Nombre del evaluado	Firma del Evaluado	Nombre del Supervisor	Firma del Supervisor
1ra Verificación				
2da Verificación				
3ra Verificación				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Apéndice 3. **Lista de inspección- prensa hidráulica y biseladora**

		LISTA DE CHEQUEO														Versión:	
		Prensa Hidráulica y Biseladora														Código:	
Operador:		Turno:														Fecha Aprobación:	Página:
Condicción		Janes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sabado		Observación			
No.		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M		
	Prensa Hidráulica																
1	Revisión de fugas de aceite																
2	Revisar Nivel de aceite																
3	Revisar si no existen pernos sueltos																
4	Revisar que estén lubricadas las platinas guiadas																
5	Revisar temperatura de aceite																
6	Revisar la cortina de luz																
7	Limpieza																
	Biseladora																
1	Revisar fugas de aire																
2	Revisar presión de sistema																
3	Revisar que el eje este lubricado																
4	Revisar que la máquina se encuentre limpia																
	Firma de verificación del operador																
	Firma de verificación del mecánico																
	Visto bueno del supervisor de producción																
No.	Descripción de la observación	Fecha observación		Fecha corrección		Corrigió	Supervisó										
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Apéndice 4. Orden de trabajo para inspecciones trimestrales

	ORDEN DE TRABAJO PARA INSPECCIONES	Código:	Version:
		Fecha aprobación:	Página: 1 de 1

Línea: OLLAS DE ALUMINIO	OT N°:
Máquina: Prensa Hidráulica y Biseladora	Fecha de emisión:



REALIZAR INSPECCIONES	Fecha prevista:
------------------------------	------------------------

Observaciones:

		RESULTADO DE INSPECCION		
		Bueno	Reparar	Urge reparar
Prensa Hidráulica				
1	Inspecciones trimestral:			
2	Limpieza interna y Externa			
3	Inspección de sellos			
4	Revisión eléctrica			
5	Revisión de la bomba del hidráulico			
6	Calibración			
7	Revisión de Bujes			
Observaciones				
Biseladora				
1	Inspecciones trimestral:			
2	Inspección eléctrica			
3	Inspección neumática			
4	Inspección del buril			
5	Inspección del eje principal			
6	Inspección de doblador			
7	Inspección de motor regulador			
Observaciones				

TECNICO RESPONSABLE:	Especialidad:
	MECANICA

INSPECCIONÓ

REVISÓ

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.