

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Diseño y estudio de factibilidad para la creación de una planta  
fundidora de aluminio reciclado en la Provincia del Guayas”

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Materia Integradora

Previo a la obtención del título de:

**INGENIEROS INDUSTRIALES**

Presentado por:

Edgar Alberto Alava Barco

Patricio Andrés Villamar Pérez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por las bendiciones otorgadas día a día, a nuestros familiares y amigos por el apoyo incondicional, a nuestros profesores que a lo largo de la carrera universitaria brindaron sus conocimientos para nuestra formación académica, al Ing. Ernesto Martínez por la asesoría dada y en especial a la Ing. María Elena Murrieta por el apoyo y confianza otorgada todo momento.

## DEDICATORIA

A mi madre (+) y a mi padre quien con su apoyo, consejos y valores inculcados hizo que día a día me esfuerce para poder alcanzar este logro siendo él, el principal mentor de este proyecto y motor para seguir cumpliendo las metas que me propuesto en esta vida.

A mi familia y amigos.

**Edgar Alava Barco**

## DEDICATORIA

A mi madre y a mi madrina,  
que gracias al apoyo de  
ellas y valores inculcados  
me motivaron a ser mejor  
persona y superarme en la  
vida alcanzando este  
objetivo, que es solo el  
comienzo.

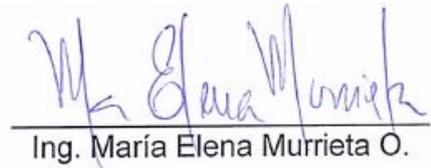
A mi familia, novia y amigos

**Patricio Villamar Pérez**

## TRIBUNAL DE TITULACIÓN



Ing. Ernesto Martínez L.  
VOCAL



Ing. María Elena Murrieta O.  
DIRECTORA TFG

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

"La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente Trabajo Final de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

Edgar Alberto Alava Barco

---

Patricio Andrés Villamar Pérez

## RESUMEN

El aluminio es uno de los metales de mayor consumo a nivel mundial siendo la industria automovilística y de construcción las que mayormente demandan este metal. El Ecuador no es un país productor de aluminio primario por lo que se ve en la necesidad de importar este metal para su consumo interno, una vez que el aluminio cumplió su propósito se convierte en chatarra y cierta parte de la misma se recupera y es enviada hacia países que se dedican también a la recuperación de aluminio secundario lo que lleva a un círculo vicioso de recolección, exportación e importación.

Este proyecto motivó la necesidad de diseñar una planta fundidora de aluminio secundario, para ello se basó en cuatro estudios necesarios para proyectos de esta índole, tales como: estudio de mercados, técnico, organizacional y financiero.

El estudio del mercado pretende determinar la demanda y oferta de aluminio local, conocer el mercado del reciclaje de este metal así como las exportaciones e importaciones de la chatarra. Al final de este estudio se determinó que la presentación del producto a entregar son lingotes de 10 Kg y que el precio de venta de la tonelada de aluminio secundario no debe ser mayor al primario.

En el estudio técnico se propuso la mejor opción de localización de la planta para sus operaciones dando como resultado la ciudad de Guayaquil, también un diseño de su sistema de producción, los equipos de trabajo necesarios, el almacenamiento de la materia prima y producto terminado; todo lo mencionado anteriormente llevó a la conclusión que se necesita un terreno de 3360 m<sup>2</sup> para la distribución de los departamentos.

Por otro lado el estudio organizacional se expone el organigrama de la planta, así como la documentación legal y el capital humano requerido para el poder iniciar las operaciones.

Finalmente en el estudio financiero se determinó la inversión inicial es de \$3.007.647,77 USD. De igual manera los valores de la TIR y VPN de 16,84% y \$34.402,31 demostraron la factibilidad de este proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	v
ABREVIATURAS.....	viii
SIMBOLOGÍA.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1 GENERALIDADES.....	3
1.1 Diagnóstico del Problema y Justificación del Proyecto. ....	3
1.2 Objetivos .....	4
1.3 Metodología del Proyecto.....	5
1.4 Estructura del Proyecto .....	7
CAPÍTULO 2	
2 ESTUDIO DEL MERCADO .....	9
2.1 Objetivos .....	9
2.2 Proceso del reciclaje del Aluminio.....	10
2.3 Definición del Producto .....	11
2.3.1 Descripción del Producto .....	11

2.3.2	Aluminio y sus aleaciones .....	12
2.3.3	Presentación del Producto.....	13
2.4	Análisis de la Demanda.....	13
2.4.1	Proyección de la demanda .....	16
2.5	Investigación de Mercado .....	19
2.5.1	Tabulación de datos de fuentes primarias .....	22
2.6	Análisis de la Oferta .....	31
2.6.1	Características de los principales productores .....	31
2.6.2	Proyección de la oferta.....	32
2.7	Determinación de la Demanda Potencial Insatisfecha .....	34
2.8	Importaciones y Exportaciones de la chatarra de aluminio en el Ecuador.....	35
2.9	Volúmenes de Producción .....	38
2.10	Análisis de los Precios .....	40
<b>CAPÍTULO 3</b>		
3	ESTUDIO TÉCNICO.....	42
3.1	Estudio de Localización de la Planta.....	42
3.2	Análisis del Proceso Productivo .....	46
3.2.1	Diagrama y Descripción del Flujo de Proceso .....	46
3.2.2	Cálculo de Capacidad.....	48
3.2.3	Sistema de producción .....	49
3.2.4	Balanceo de línea.....	50

3.2.5	Equipo de trabajo.....	51
3.3	Manipuleo y almacenamiento de materiales .....	63
3.4	Distribución de planta.....	65
CAPÍTULO 4		
4	ESTUDIO ORGANIZACIONAL .....	74
4.1	Objetivos .....	74
4.2	Estructura Organizacional .....	75
4.3	Funciones Departamentales .....	76
4.4	Requerimiento de Personal.....	79
4.5	Descripción de Funciones .....	80
4.6	Constitución legal de la empresa .....	81
CAPÍTULO 5		
5	ESTUDIO FINANCIERO .....	86
5.1	Análisis Financiero .....	86
5.2	Análisis de Sensibilidad.....	95
CAPÍTULO 6		
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
6.1	CONCLUSIONES.....	97
6.2	RECOMENDACIONES .....	100
ANEXOS		
BIBLIOGRAFÍA		

## ABREVIATURAS

AC	Corriente Alterna
CAO	Costo Anual Operacional
CIF	Costos Indirectos de Fabricación
CNA	Consumo Nacional Aparente
COMEX	Comité de Comercio Exterior
CORPEI	Corporación de Promoción de Exportaciones e Importaciones
FOi	Factor Objetivo i
FSi	Factor Subjetivo i
I&D	Investigación y Desarrollo
MAS	Muestreo Aleatorio Simple
MD	Material Directo
MDD	Miles de Dólares
MOD	Mano de Obra Directa
MP	Materia Prima
PT	Producto Terminado
RUC	Registro Único del Contribuyente
SPL	Systematic Plan Layaout
SRI	Servicio de Rentas Internas
TIR	Tasa Interna de Retorno
TMAR	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
USD	United States Dollars

VAN	Valor Actual Neto
kW/h	Kilovatio hora
kG/h	Kilogramo hora
kcal/h	Kilocaloría hora
ug/ml	Microgramo por mililitro

## SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
\$	Dólar de los Estados Unidos de Norteamérica
°C	Grados Centígrados
°P	Grados P
Al	Aluminio
Cr	Cromo
Cu	Cobre
Fe	Hierro
Mg	Magnesio
Mn	Manganeso
Si	Silicio
Ti	Titanio
Zn	Zinc
Lb	Libra
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Diseño del lingote de aluminio	13
Figura 3.1	Matriz Producto - Proceso	49
Figura 3.2	Balanza Digital	52
Figura 3.3	Horno Reverbero Basculante	53
Figura 3.4	Máquina de Lingotado Automático	55
Figura 3.5	Espectrómetro de Absorción Atómica	57
Figura 3.6	Compresor	59
Figura 3.7	Transformador	60
Figura 3.8	Colector de polvos	61
Figura 3.9	Montacargas	61
Figura 3.10	Relaciones por razón para la distribución general de la planta	67
Figura 3.11	Representación nodal de la distribución general de la planta	68
Figura 3.12	Distribución General de la Planta	70
Figura 3.13	Propuesta de Layout 1	70
Figura 3.14	Propuesta de Layout 2	71
Figura 3.15	Propuesta de Layout 3	71
Figura 3.16	Técnica Rectilínea	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Aleaciones de aluminio	12
Tabla 2	Consumo Nacional Aparente del aluminio en el Ecuador	15
Tabla 3	Datos para la proyección de la demanda	17
Tabla 4	Proyección de la demanda	18
Tabla 5	Cantidad de aluminio reciclado	26
Tabla 6	Precio de la libra de la chatarra de aluminio	28
Tabla 7	Datos para la proyección de la oferta (regresión lineal simple)	32
Tabla 8	Proyección de la oferta	33
Tabla 9	Cálculo de la demanda insatisfecha	34
Tabla 10	Importaciones de la chatarra de aluminio al Ecuador	35
Tabla 11	Exportaciones de la chatarra de aluminio desde el Ecuador	36
Tabla 12	Empresas con licencia para exportar la chatarra de aluminio	38
Tabla 13	Proyección de los volúmenes de producción	39
Tabla 14	Precio de la chatarra de aluminio	41
Tabla 15	Norma de trabajo y norma de producción	51
Tabla 16	Claves de prioridad en tabla de relaciones	66
Tabla 17	Relaciones departamentales	67
Tabla 18	Calificaciones de relaciones para áreas generales	68
Tabla 19	Descripción general de los departamentos	69
Tabla 20	Carta From To entre departamentos	72
Tabla 21	Requerimiento de personal	80

Tabla 22	Costo total de producción	87
Tabla 23	Total de gastos administrativos	88
Tabla 24	Total de gastos de ventas	89
Tabla 25	Costo anual operacional	89
Tabla 26	Ciclos de días en efectivo	90
Tabla 27	Gastos pre operacionales	91
Tabla 28	Inversión inicial	92
Tabla 29	Gastos financieros	92
Tabla 30	Cálculo del VAN y TIR	94
Tabla 31	Análisis de sensibilidad	95

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1	Metodología del Proyecto	6
Gráfico 2.1	Consumo Nacional Aparente del Aluminio en el Ecuador	16
Gráfico 2.2	Proyección de la demanda del aluminio en el Ecuador	18
Gráfico 2.3	Ciclo de reciclaje del Aluminio	21
Gráfico 2.4	Reciclaje de aluminio	23
Gráfico 2.5	Formas de obtener la chatarra	24
Gráfico 2.6	Tipos de chatarra de aluminio	25
Gráfico 2.7	Frecuencia de recepción de chatarra	26
Gráfico 2.8	Empresas Recicladoras	27
Gráfico 2.9	Frecuencia de la entrega de la chatarra	29
Gráfico 2.10	Transporte de la chatarra de aluminio	30
Gráfico 2.11	Proyección de la Oferta	34
Gráfico 2.12	Balanza Comercial de la chatarra en el Ecuador	36
Gráfico 2.13	Mercados de la chatarra de aluminio	37
Gráfico 2.14	Proyección de la Producción de Aluminio	40
Gráfico 3.1	Flujo de Proceso de Fabricación de Lingotes de Aluminio	46
Gráfico 3.2	Flujo de materiales del proceso de la fabricación de lingotes de aluminio	64
Gráfico 3.3	Esquema de Systematic Plan Layout (Muther, 68)	65
Gráfico 4.1	Organigrama General	76

# INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Final de Graduación corresponde al diseño de una planta de fundición de aluminio reciclado y el desarrollo del mismo abarca principalmente lo siguiente:

El capítulo 1 describe las generalidades del proyecto tales como el problema y la justificación para llevarlo a cabo. También se detalla el objetivo general, los objetivos específicos, la metodología usada y la estructura del documento.

En el capítulo 2 se hace énfasis al estudio del mercado, se determina la demanda del aluminio por medio de indicador del Consumo Nacional Aparente, se lleva a cabo una investigación descriptiva con una encuesta de campo, así mismo se estima la oferta del aluminio local. También se realiza una proyección de la demanda y oferta por medio de la regresión lineal simple, por otro lado se estima el mercado potencial insatisfecho, los volúmenes de producción y para terminar con un análisis de precios de la tonelada de aluminio primario.

Por otro lado en el capítulo 3 se determina cual sería la localización de la planta por medio del Método Brown-Gibson, también se describe el diagrama

de flujo del proceso, se determina el sistema de producción, se hace un balance de línea y se detallan cuáles serían los equipos a utilizar. También se detalla la manipulación y el correcto almacenamiento de la materia prima y el producto terminado, y se muestra la distribución departamental propuesta para la planta.

En el capítulo 4 se realiza el estudio organizacional para establecer la estructura y puestos de trabajo necesarios para el funcionamiento de la planta, luego en el capítulo 5 se realizó el estudio financiero para determinar la factibilidad, viabilidad y rentabilidad de llevar a cabo este proyecto.

Finalmente en el capítulo 6 se detallan las conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados y se hacen recomendaciones finales para quien desee realizar el proyecto propuesto.

# CAPÍTULO 1

## 1 GENERALIDADES

### 1.1 Diagnóstico del Problema y Justificación del Proyecto.

El aluminio es el segundo metal más usado en el mundo gracias a sus excepcionales cualidades: ligereza, alta resistencia, facilidad de mecanizado, gran versatilidad, resistencia a la corrosión, etc.

El aluminio es 100% reciclable sin sufrir pérdida en sus propiedades y su recuperación por medio del reciclaje se ha convertido en una faceta importante de la industria del aluminio. El proceso de reciclaje del aluminio necesita poca energía, el proceso de refundido requiere solo un 5 % de la energía necesaria para producir el metal primario inicial y genera solo un 15% de emisiones (López J. M., 2010).

En el Ecuador existen pequeñas empresas, que se dedican exclusivamente a la fundición y recuperación del aluminio, en su mayoría son de construcción artesanal, por lo que las grandes

empresas que se dedican a la fabricación de partes y piezas de aluminio importan su materia prima. Al no existir este tipo de empresas lo que hace gran parte de las recicladoras es exportar la chatarra de aluminio, que luego es devuelta al país como material ya tratado y convertido en materia prima para otros productos, y esto provoca un aumento en el precio del mismo.

Según datos del COMEX en el 2014 Ecuador importó \$7.176.127,00 USD y exportó \$15.136.689,00 USD de chatarra de aluminio, e importó \$140.380.742,00 USD y exportó solo \$45.833.689,00 USD de aluminio y sus manufacturas, lo que evidencia un gran desequilibrio en la balanza comercial y una potencial oportunidad para el desarrollo de una empresa que se dedique a la recuperación del aluminio (TRADE, 2015).

## **1.2 Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar una planta de fundición de aluminio que cuente con procesos industrializados que permitan la producción en masa.

### **Objetivos Específicos**

- Efectuar un estudio de mercado para determinar la oferta y demanda de aluminio consumido como materia prima en el mercado ecuatoriano.
- Efectuar un estudio de mercado para conocer el negocio del reciclaje de la chatarra con el fin de poner en marcha el diseño de la planta de fundición de aluminio reciclado.
- Determinar la localización óptima de la planta mediante el uso del método de Brown-Gibson para disminuir los costos de producción.
- Diseñar la planta piloto de fundición de aluminio optimizando espacios y movimientos.
- Determinar la capacidad de la planta.
- Realizar un estudio financiero para demostrar la viabilidad y rentabilidad del proyecto mediante el cálculo del TIR y el VAN.

### **1.3 Metodología del Proyecto**

La metodología usada en este proyecto se describe en el Gráfico 1.1.



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 1.1 Metodología del Proyecto**

Se inicia realizando un estudio de mercado para determinar la oferta y la demanda del aluminio, y conocer las características del producto a entregar.

Luego, se realizó el estudio técnico usando el método de Brown-Gibson considerando factores objetivos y subjetivos para encontrar la localización ideal para la planta que permita reducir los costos de producción. Se usó también la metodología de Systematic Plan Layout (SPL) y Carta From To para determinar una óptima distribución de los diferentes departamentos con los que va a contar la planta; también se analizó el proceso productivo que se va a

utilizar e identificó maquinaria y mano de obra necesaria para llevarlo a cabo.

Posteriormente se realizó un estudio organizacional para determinar el talento humano idóneo para la empresa analizando los diferentes puestos de trabajo.

Finalmente, se efectuó un estudio financiero para conocer si es factible llevar a cabo el presente proyecto de creación de una planta fundidora de aluminio reciclado.

#### **1.4 Estructura del Proyecto**

La estructura del presente proyecto consta de 6 capítulos.

En el primer capítulo se presentan los antecedentes del proyecto, como son: diagnóstico del problema y justificación del proyecto, objetivos, metodología y estructura del proyecto.

En el segundo capítulo se desarrolla el estudio de mercado que permite conocer la oferta y demanda del aluminio reciclado.

En el tercer capítulo se realiza el estudio técnico necesario para un óptimo diseño de la planta.

En el cuarto capítulo se efectúa el estudio organizacional para determinar el talento humano necesario para la buena administración de la planta, se hace referencia también a los permisos legales para la constitución de la misma.

En el quinto capítulo se hizo un estudio financiero para determinar la factibilidad del proyecto.

Y en el sexto capítulo se detalla las conclusiones y recomendaciones para la creación de la planta de fundición.

# CAPÍTULO 2

## 2 ESTUDIO DE MERCADO

### 2.1 Objetivos

#### **Objetivo General**

Determinar la demanda de aluminio y la oferta de chatarra de aluminio que existe en el mercado para poder diseñar la planta de fundición.

#### **Objetivos Específicos**

- Definir el proceso de reciclaje de aluminio.
- Definir las características del producto a entregar por parte de la planta de fundición.
- Analizar la demanda y el comportamiento histórico de las importaciones y exportaciones de la chatarra de aluminio.
- Estimar la oferta de aluminio reciclado.
- Calcular los volúmenes de producción de aluminio.
- Realizar un análisis de los precios del aluminio reciclado y el precio al cliente.

## 2.2 Proceso del reciclaje del Aluminio

El proceso de reciclaje del aluminio necesita poca energía. El refundido requiere solo un 5% de la energía necesaria para producir el metal primario inicial.

Al aluminio reciclado se le conoce como aluminio secundario, pero mantiene las mismas propiedades que el aluminio primario. El aluminio secundario se produce en varios formatos y se emplea en un 80% en la elaboración de piezas por medio del proceso de inyección Die Casting. Otra aplicación importante es para la extrusión. Además de ser más baratos, los secundarios son tan buenos como los primarios.

La fundición de aluminio secundario implica su producción a partir de productos usados de dicho metal, los que son procesados para recuperar metales por pretratamiento, fundición y refinado.

Se utilizan combustibles, fundentes y aleaciones, mientras que la remoción del magnesio se practica mediante la adición de cloro, cloruro de aluminio o compuestos orgánicos clorados.

Para proceder con el reciclaje del aluminio primero hay que realizar una revisión y selección de la chatarra para luego compactarla adecuadamente, lo cual facilita su almacenamiento y transporte.

La chatarra de aluminio puede ser obtenida de distintas fuentes; ya sea doméstico o industrial, laminadas, extrusionados, moldeados, trefilados, cortes y virutas (Mendoza, 2012).

## **2.3 Definición del Producto**

### **2.3.1 Descripción del Producto**

El aluminio es un metal abundante en la corteza terrestre, sin embargo no se encuentra en estado puro en la naturaleza, sino en forma de óxidos con varios grados de hidratación con silicatos y mezclados con otros elementos como impurezas de óxidos de hierro y de silicio. El aluminio se extrae del mineral denominado bauxita (Catalunya, 2010).

El proceso productivo se inicia con la fundición del aluminio primario que contiene una riqueza del 99,7%, el cual es aleado con diferentes elementos como el magnesio, silicio, cobre, manganeso, entre otros, que le proporciona diferentes propiedades físicas y mecánicas dependiendo del uso final

(Salamanca, 2010). Para la planta fundidora se utilizará aluminio secundario que se obtiene a través del reciclado de objetos que contengan este metal.

### 2.3.2 Aluminio y sus aleaciones

Las aleaciones de aluminio se clasifican en series de acuerdo al uso final que éstas vayan a tener, tales como: 1XXX, 2XXX, 3XXX, 4XXX, 5XXX, 6XXX, 7XXX y 8XXX. La Tabla 1 muestra las aleaciones que existen en cada una de las series.

**TABLA 1**

#### **ALEACIONES DE ALUMINIO**

<b>Aluminio aleado</b>	<b>Serie</b>
Puro 99.0 pureza	1XXX
Principalmente con cobre	2XXX
Principalmente con manganeso	3XXX
Principalmente con silicio	4XXX
Principalmente con magnesio	5XXX
Principalmente con magnesio y silicio	6XXX
Principalmente con Zinc	7XXX
Con otros elementos (litio)	8XXX

**Fuente:** [http://www.metalactual.com/revista/31/materiales\\_aleaciones.pdf](http://www.metalactual.com/revista/31/materiales_aleaciones.pdf)

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

Las aleaciones propuestas para este proyecto son: 6063, 6061 y 6005 debido a su amplia gama de aplicaciones, en el

Anexo N° 1 se muestra los usos y composición química de cada una de ellas.

### 2.3.3 Presentación del Producto

El producto que ofrecerá la planta de fundición será lingotes, los cuales tendrán un peso promedio de 10 Kg, así como su tarjeta de identificación en la que se especifique las dimensiones y composición de los elementos aleantes. En la Figura 2.1 se muestra el diseño propuesto de los lingotes de aluminio.



Fuente: <http://www.materialsviews.com/casting-aluminum-composite-ingots/>

**Figura 2.1 Diseño del lingote de aluminio**

## 2.4 Análisis de la Demanda

Con el fin de establecer la demanda del aluminio se utilizará el método del Consumo Nacional Aparente (CNA), esta metodología permite medir la cantidad de producto o servicio que dispone un país o región para su consumo; se mide en términos de la

producción nacional, más las importaciones menos las exportaciones (López N. A.).

Para determinar las estadísticas de Importaciones y Exportaciones que realiza el Banco Central del Ecuador se toman como referencia los datos de las Subpartidas Nandinas 7601200000 y 7608200000 en el periodo desde Enero del 2008 hasta Diciembre del 2014 respectivamente. En un informe realizado por el Diario Hoy se estimó que la Producción Nacional de la industria del aluminio genera anualmente 5.000 toneladas y la misma crece en un 3% en el mismo periodo, siendo Guayaquil la ciudad que mayormente demanda este producto (Hoy, 2010).

En la Tabla 2 se obtiene los resultados del Consumo Nacional Aparente del Aluminio en toneladas, comprendido entre los años 2008 y 2014.

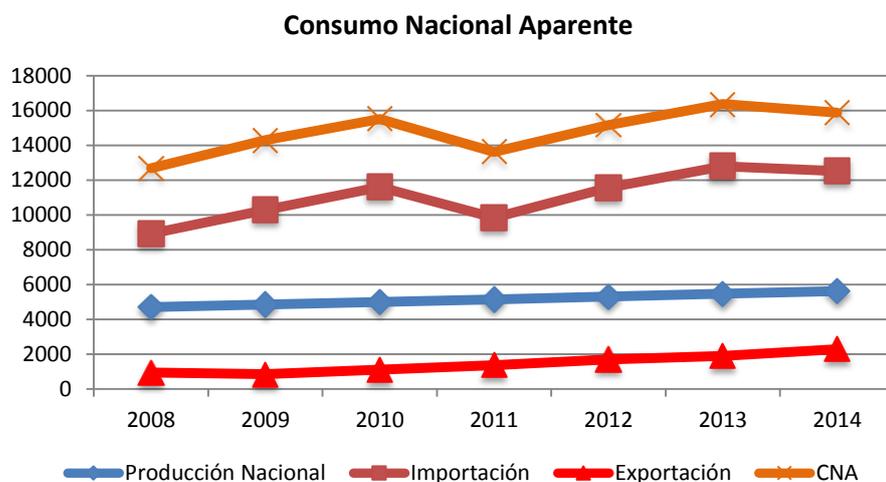
**TABLA 2**  
**CONSUMO NACIONAL APARENTE DEL ALUMINIO EN EL ECUADOR**

Año	Producción Nacional	Importación	Exportación	CNA
2008	4.704,50	8.913,69	933,51	12.684,68
2009	4.850,00	10.286,70	844,73	14.291,97
2010	5.000,00	11.606,28	1.098,12	15.508,16
2011	5.150,00	9.837,68	1.368,04	13.619,64
2012	5.304,50	11.554,72	1.699,15	15.160,07
2013	5.463,64	12.798,64	1.898,11	16.364,17
2014	5.627,54	12.525,39	2.287,02	15.865,91

**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

El Gráfico 2.1 se puede observar que las importaciones predominan sobre la producción nacional y las exportaciones de los productos obtenidos a través de este metal, esto en contraste sumado a que el Ecuador no es un país productor de este metal lo que conlleva a invertir en proyectos de plantas fundidoras de aluminio primario y secundario.



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.1 Consumo Nacional Aparente del Aluminio en el Ecuador**

#### 2.4.1 Proyección de la demanda

Para poder proyectar la demanda del mercado es necesario utilizar la información obtenida del Consumo Nacional Aparente, el método utilizado es el de la Regresión Lineal Simple. Este método considera que se tiene una variable dependiente ( $y$ ) que cambia con respecto al tiempo ( $x$ ); siendo ' $y$ ' la demanda y ' $x$ ' el tiempo tomado en años. Para este proyecto se considera una proyección de la demanda a 10 años partiendo desde el año 2015, la cual se presenta de la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x}$$

$$\beta_1 = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

La Tabla 3 detalla los cálculos para la proyección de la demanda por medio del Método de Regresión Lineal.

**TABLA 3**  
**DATOS PARA LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA**

Año	X	Y	XY	X <sup>2</sup>
2008	1	12.684,68	12.684,68	1
2009	2	14.291,97	28.583,94	4
2010	3	15.508,16	46.524,48	9
2011	4	13.619,64	54.478,56	16
2012	5	15.160,07	75.800,35	25
2013	6	16.364,17	98.184,99	36
2014	7	15.865,91	111.061,40	49
<b>Promedio</b>	4	14.784,94		
$\Sigma$			427.318,40	140

Fuente: Banco Central del Ecuador  
Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

$$N=7$$

$$\beta_1 = \frac{42.7318,40 - (7)(4)(14.784,94)}{140 - (7)(4^2)} = 476$$

$$\beta_0 = 14.784,94 - (7)(4) = 12.879$$

Una vez obtenidas las constantes  $\beta_0$  y  $\beta_1$  se describe la fórmula para proyectar la demanda, siendo esta:  $Y(X)=12879+476X$ . En la Tabla 4 se observa la proyección de la demanda en los próximos 10 años.

**TABLA 4**  
**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA**

Año	Proyección de la Demanda (Tn)
2016	17.167,09
2017	17.643,51
2018	18.119,94
2019	18.596,37
2020	19.072,80
2021	19.549,23
2022	20.025,66
2023	20.502,09
2024	20.979,52
2025	21.454,94

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

El Gráfico 2.2 se puede observar que durante los próximos 10 años la demanda aparente del aluminio en el mercado ecuatoriano irá creciendo paulatinamente.



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.2 Proyección de la demanda del aluminio en el Ecuador**

## 2.5 Investigación de Mercado

En el mercado del reciclaje se identifica a los actores que cumplen funciones específicas en el flujo de la recuperación de la chatarra del aluminio, entre los que tenemos:

**Generadores.-** es aquí en donde se inicia la actividad del reciclaje, las fuentes de generación incluyen hogares, comercios, instituciones, industrias o cualquier organización en donde se generen los desechos sólidos y contengan este material para reciclar (Meléndez, 2006).

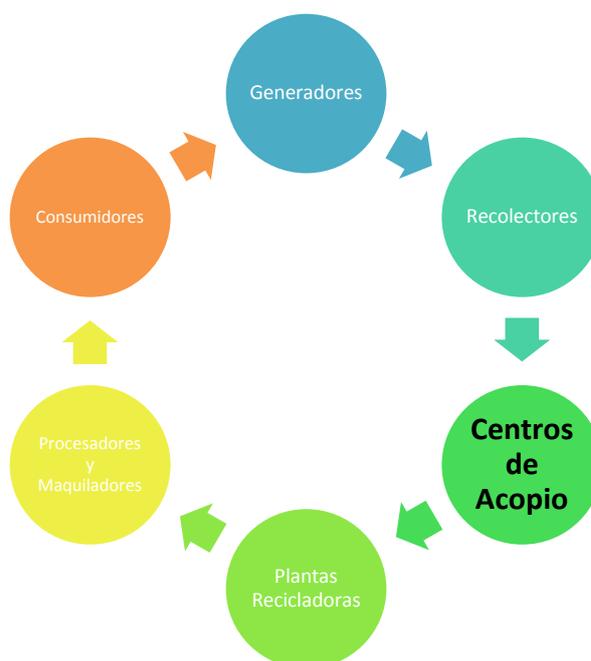
**Recolectores.-** este es el grupo de personas o empresas que se dedican a la actividad de recolección desde los puntos generadores (Meléndez, 2006).

**Centros de Acopio.-** estas son las empresas que se dedican a la compra y venta del material reciclado en cual lo obtienen desde las fuentes generadores o recolectores en volúmenes pequeños y aquí se encargan de preclasificarlo. Este grupo, al igual que el de los recolectores es difícil cuantificar por el carácter informal en el que operan y la espontaneidad o movilidad con la que aparecen y desaparecen del mercado (Meléndez, 2006).

**Plantas Recicladoras.-** aquí se encuentran las empresas que se dedican a la compra y venta, su forma de recolección es más metódica y organizada; estos centros reciben el material reciclado directamente de los generadores, recolectores y centros de acopios. Este grupo de empresas se encuentran legalmente establecidas cumpliendo todas las exigencias municipales y gubernamentales; así mismo cuentan con licencia para la exportación (Meléndez, 2006).

**Procesadores y maquiladores.-** son empresas que se dedican al procesamiento o maquila de materiales reciclables. Este es el sector que prepara los insumos que serán entregados al proceso de producción de la industria que incorpora material reciclable procesado a sus productos; por su característica se ubican en el sector formal (Meléndez, 2006).

**Consumidores.-** éstas son las empresas que utilizan materiales reciclables procesados por los maquiladores, y se convierten en parte de su materia prima como insumo en sus procesos. Es en este grupo en donde termina el ciclo del reciclado de la chatarra (Meléndez, 2006).



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015  
**Gráfico 2.3 Ciclo de reciclaje del Aluminio**

Habiendo detallado el flujo del reciclaje de la chatarra en el Gráfico 2.3, la **población objetivo** en este proyecto, son los Centros de Acopio ubicados en la ciudad de Guayaquil, a los cuales se encuestó para poder tener una visión de lo que el mercado podría ofrecer a la planta fundidora como materia prima.

Por el alcance y el tiempo que se tuvo para realizar este proyecto se eligió la técnica del **Muestreo Aleatorio Simple (MAS)**, ya que la misma ofrece una mayor facilidad al momento de obtener el **tamaño de la muestra**. Para aplicar esta técnica se considera los siguientes parámetros: el nivel de confianza deseado, el error de

estimación permitido en la muestra, las probabilidades de éxito y fracaso  $p$  y  $q$  las tendrán un valor equitativo. La fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{p * q}{e^2} * z_{\alpha}^2$$

Dónde:

$n$ : Tamaño de la muestra

$p$ : Proporción estimada de éxitos = 50%

$q$ : Proporción estimada de fracasos  $(1-p) = 50\%$

$e^2$ : Error de la muestra = 5%

$z$ : Nivel de confianza = 1,96

Bajo el supuesto que la población en estudio tiene un comportamiento normal se aplica la formula, obteniendo lo siguiente

$$n = \frac{0,50 * (1 - 0,50)}{0,05^2} * 1,96^2$$

$$n = 384$$

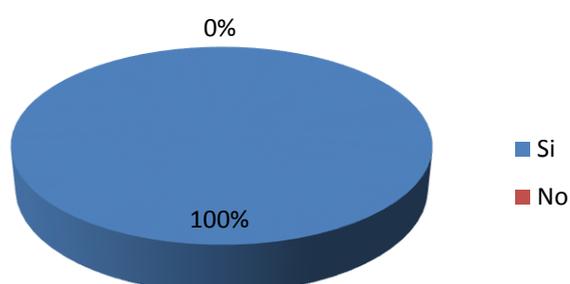
Conociendo el tamaño de la muestra se ha de encuestar a 384 centros de acopio en Guayaquil.

### 2.5.1 Tabulación de datos de fuentes primarias

La encuesta fue realizada a 384 centros de acopio entre pequeños y medianos de la ciudad de Guayaquil y sus

alrededores que entre sus actividades también se dedican al reciclaje de todo tipo de chatarra. El diseño de la misma se muestra en el Anexo N° 2.

### Pregunta 1: ¿Su empresa recicla aluminio?



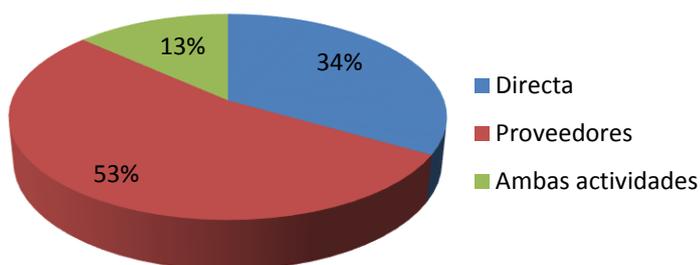
**Fuente:** Encuestas

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.4 Reciclaje de aluminio**

Como se puede apreciar en la Gráfica 2.4 el 100% de los centros de acopio encuestados reciclan aluminio, lo que permite inferir que de alguna forma todos los desechos de aluminio que son generados por distintas fuentes son reciclados. Esto permite saber que la planta de fundición tendría materia prima a disposición y no sufriría escases de la misma.

**Pregunta 2: ¿El reciclaje de la chatarra lo realizan de forma directa, por medio de proveedores o ambas actividades a la vez?**



**Fuente:** Encuestas

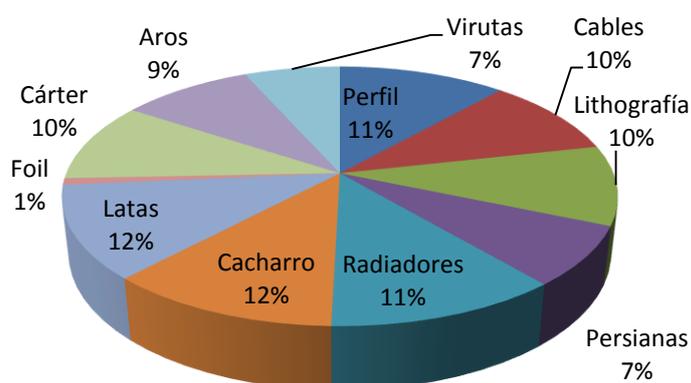
**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.5 Formas de obtener la chatarra**

En el Gráfico 2.5 se observa que el 53% de los centros de acopios obtienen la chatarra de recicladores o personas particulares que entregan sus desechos de forma directa, un 34% se transportan hacia las distintas fuentes de generación por sus propios medios y recolectan los desechos de forma directa. Mientras que el 13% restante realizan ambas actividades a la vez. Esto permite saber que al menos el 53% de la chatarra reciclada puede ser reciclada de forma directa, disminuyendo así su costo ya que se sabe a medida que un producto tenga más intermediarios a lo largo de la cadena de

comercialización hasta llegar al consumidor final su precio irá aumentando.

**Pregunta 3: ¿Cuáles son los tipos de la chatarra de aluminio reciclan en su empresa?**



**Fuente:** Encuestas

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.6 Tipos de chatarra de aluminio**

El Gráfico 2.6 muestra que se recicla todo tipo de aluminio, ya sea liviano o grueso en porcentajes similares sin haber algún tipo de aluminio que predomine sobre el resto o sobre alguno en particular, en el cual la planta de fundición dispuesta para este proyecto deba de tener preferencia alguna.

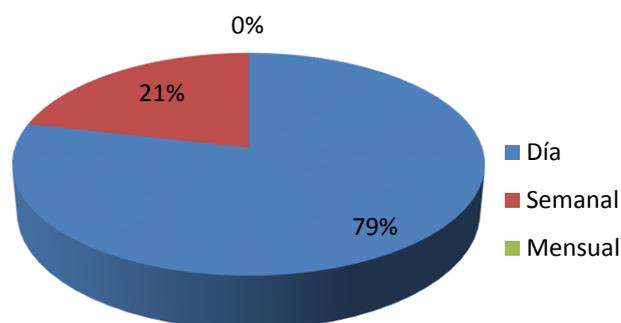
**Pregunta 4: ¿Qué cantidad de aluminio recicla su empresa y con qué frecuencia?**

**TABLA 5**  
**CANTIDAD DE ALUMINIO RECICLADO**

Media	518 lb
Moda	200 lb
Desviación estándar	276,30 lb
Varianza	76343,04
Mínimo	50 lb
Máximo	1000 lb

**Fuente:** Encuestas

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015



**Fuente:** Encuestas

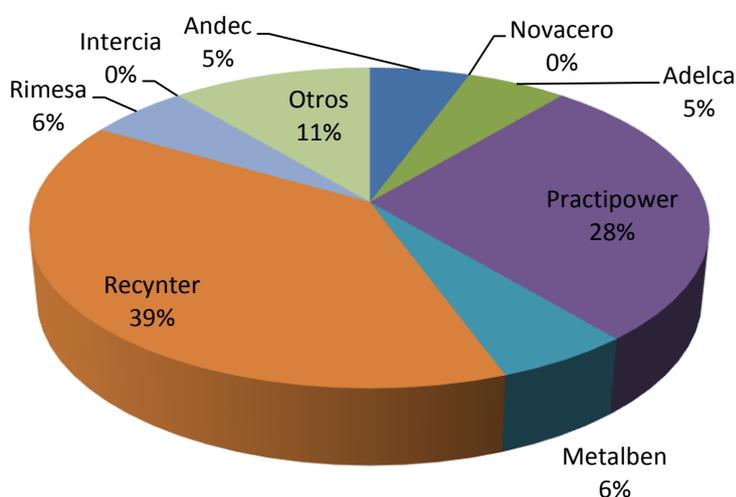
**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.7 Frecuencia de recepción de chatarra**

Como se detalla en la Tabla 5, en promedio la cantidad de chatarra reciclada por los centros de acopio en Guayaquil es de 518 lb/día, en una semana de trabajo de 6 días dichos lugares reciclan 3.108 lb, lo que al mes vendría a ser 12.432 lb, un estimado de 5,64 toneladas mensuales a disposición

de aluminio reciclado por cada centro de acopio. La frecuencia se observa en el Gráfico 2.7, donde se evidencia que la mayoría recolecta diariamente.

**Pregunta 5: ¿Quiénes son sus clientes directos del aluminio reciclado?**



**Fuente:** Encuestas

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.8 Empresas Recicladoras**

Para colocar las opciones de respuesta y saber a qué plantas recicladoras en Guayaquil, los distintos centros de acopios venden su chatarra, se obtuvo la lista del Ministerio del Ambiente. El Gráfico 2.8 muestra que quienes acaparan la mayoría de la compra de chatarra son las recicladoras

Recynter y Practipower con un 39% y 28% respectivamente; el 33% restante según la encuesta realizada lo acaparan empresas como Metalben, Rimesa, la estatal Andec, Adelca y otras recicladoras que no constan en la lista del Ministerio.

**Pregunta 6: ¿Cuál es el precio de venta en libra de la chatarra de aluminio?**

**TABLA 6**  
**PRECIO DE LA LIBRA DE LA CHATARRA DE ALUMINIO**

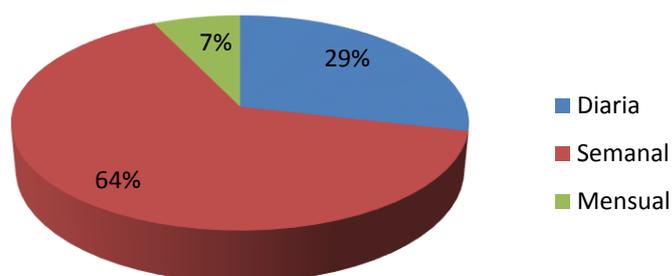
Media	\$ 0,41
Moda	\$ 0,40
Desviación estándar	\$ 0,0345
Varianza	0,0010
Mínimo	\$ 0,35
Máximo	\$ 0,46

**Fuente:** Encuestas

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

Como se observa en la Tabla 6, en promedio el precio de venta por libra de la chatarra de aluminio de parte de los centros de acopio es de \$0,41 USD indistinto del tipo de chatarra la cual se esté reciclando, ya que al momento de realizar la venta lo hacen sin clasificar detalladamente según su origen.

**Pregunta 7: ¿Con qué frecuencia entregan la chatarra reciclada?**



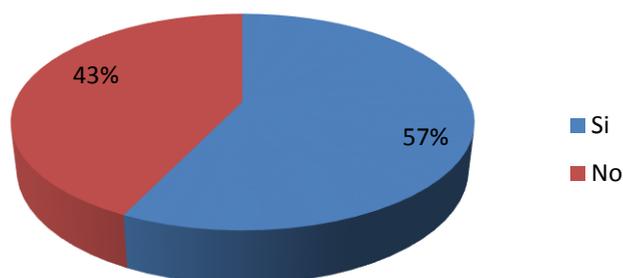
**Fuente:** Encuestas

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.9 Frecuencia de la entrega de la chatarra**

Tal como se puede ver en el Gráfico 2.9, el 64% de los recicladores venden su chatarra con una frecuencia semanal una vez que han conseguido una cantidad que a sus criterios es la adecuada para la venta; mientras que el 29% la venden de forma diaria y el 7% lo hace mensual, este valor del 7%, corresponde a los centros de acopios pequeños que no han podido posicionarse en su sector, debido a la existencia de más centros de acopios en el mismo.

**Pregunta 8: ¿Su empresa transporta por sus propios medios la chatarra de aluminio hacia las distintas Plantas Recicladoras?**



**Fuente:** Encuestas

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.10 Transporte de la chatarra de aluminio**

La información del Gráfico 2.10 muestra si los centros de acopio son los encargados de llevar la chatarra hacia las distintas recicladoras o son estas las encargadas de realizar la recolección de la misma. Un 57% dijo que ellos mismos la transportan hacia las plantas recicladoras, mientras que el 43% dijeron que son las propias recicladoras las encargadas en hacer la recolección de la misma. Esta información y con la pregunta 7 se puede realizar alguna estrategia de comercialización con el fin de poder comprar la chatarra a un precio que sea factible para la planta de fundición.

## **2.6 Análisis de la Oferta**

Este análisis permite estimar la cantidad de chatarra que se obtendría de los distintos centros de reciclaje. Hay que tener en cuenta que en el mercado de la recuperación del aluminio se comercializan varios tipos, el Anexo N° 3 clasifica estos tipos en dos grupos.

Para no desabastecer el mercado del consumo local la legislación ecuatoriana no permite exportar la chatarra de aluminio del Grupo 1 ya que estos cumplen con la pureza necesaria para ser usado como aluminio secundario. No obstante el aluminio cárter, el aluminio cobre y el aluminio foil que también son conocidos en el comercio del reciclaje como Aluminio Grueso por sus grados de pureza pueden ser vendidos como material reciclado al exterior.

### **2.6.1 Características de los principales productores**

El Ecuador no es un país productor de aluminio debido al alto costo que cuesta extraer la bauxita y producirlo, es por ello que los lingotes de aluminio son importados de países que se dedican a esta actividad, aumentando así hasta en un 35% su costo.

## 2.6.2 Proyección de la oferta

La proyección del mercado ofertante del aluminio se lo realiza por medio de la Regresión Lineal Simple, considerando que la producción nacional ha tenido una tendencia lineal del 3%, la Tabla 7 muestra los datos para el este cálculo.

**TABLA 7**  
**DATOS PARA LA PROYECCIÓN DE LA OFERTA (REGRESIÓN LINEAL SIMPLE)**

Año	X	Y	XY	x <sup>2</sup>
2008	1	4.704,50	4.704,50	1
2009	2	4.850,00	9.700,00	4
2010	3	5.000,00	15.000,00	9
2011	4	5.150,00	20.600,00	16
2012	5	5.304,50	26.522,50	25
2013	6	5.463,64	32.781,84	36
2014	7	5.627,54	39.392,78	49
<b>Promedio</b>	4	5.157,17		
$\Sigma$			148.701,62	140

**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

$$\beta_1 = \frac{148.701,62 - (7)(4)(5.157,17)}{140 - (7)(4^2)} = 154$$

$$\beta_0 = 5.157,17 - (7)(4) = 4.543$$

Una vez obtenidas las constantes  $\beta_0$  y  $\beta_1$  se tiene la fórmula para proyectar la demanda, siendo esta:  $Y(X)=4.541,75+153,60X$ . En la Tabla 8 se puede ver la proyección de la demanda en los próximos 10 años.

**TABLA 8**  
**PROYECCIÓN DE LA OFERTA**

Año	Proyección de la Oferta (Tn)
2016	5.925,19
2017	6.078,79
2018	6.232,39
2019	6.386,00
2020	6.539,60
2021	6.693,20
2022	6.846,81
2023	7.000,41
2024	7.154,02
2025	7.307,62

**Fuente:** Banco Central del Ecuador  
**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

El Gráfico 2.11 muestra que durante los próximos 10 años la oferta del aluminio en el mercado ecuatoriano irá creciendo paulatinamente.



Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.11 Proyección de la Oferta**

## 2.7 Determinación de la Demanda Potencial Insatisfecha

La demanda insatisfecha del aluminio, se obtiene a partir de la diferencia entre demanda y oferta. La Tabla 9 detalla esta información.

**TABLA 9**

### **CÁLCULO DE LA DEMANDA INSATISFECHA**

Año	Demanda (Tn)	Oferta (Tn)	Demanda Insatisfecha (Tn)
2016	17.167,09	5.925,19	11.241,90
2017	17.643,51	6.078,79	11.564,72
2018	18.119,94	6.232,39	11.887,55
2019	18.596,37	6.386,00	12.210,37
2020	19.072,80	6.539,60	12.533,20
2021	19.549,23	6.693,20	12.856,02
2022	20.025,66	6.846,81	13.178,85
2023	20.502,09	7.000,41	13.501,68
2024	20.978,52	7.154,02	13.824,50
2025	21.454,94	7.307,62	14.147,33

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

Se puede percibir que existe una brecha considerable la cual se esperaría cubrir con la creación de plantas de fundición disminuyendo así las exportaciones por desperdicios de aluminio.

## 2.8 Importaciones y Exportaciones de la chatarra de aluminio en el Ecuador

Para conocer la situación actual de la comercialización de la chatarra de aluminio la cual es de libre exportación según la Ley de Comercialización, Transporte, Fundición, Reciclaje, Exportación e Importación de chatarra ferrosa y no ferrosa (2010); se obtuvo datos comprendidos en la subpartida 7602000000 que el Banco Central del Ecuador ha realizado durante los últimos 5 años, dicha información se puede visualizar en las Tabla 10 y Tabla 11.

**TABLA 10**

### IMPORTACIONES DE LA CHATARRA DE ALUMINIO AL ECUADOR

Subpartida	7602000000		
Descripción	Desperdicios y Desechos de Aluminio		
Año	Toneladas	Valor FOB (MDD)	Valor CIF (MDD)
2008	1.950,3	\$ 4.050,68	\$ 4.261,18
2009	2.632,46	\$ 3.942,08	\$ 4.107,93
2010	3.113,27	\$ 5.913,89	\$ 6.080,11
2011	2.029,81	\$ 4.288,61	\$ 4.395,43
2012	2.926,4	\$ 5.235,04	\$ 5.419,59
2013	2.642,11	\$ 4.495,91	\$ 4.677,11
2014	3.924,56	\$ 7.208,54	\$ 7.405,72

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

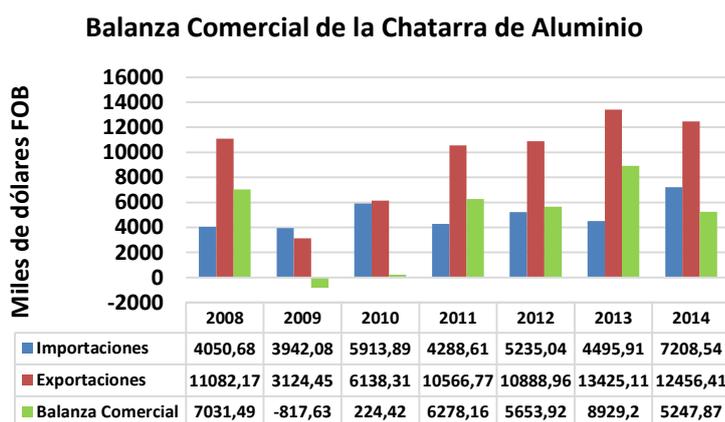
**TABLA 11**  
**EXPORTACIONES DE LA CHATARRA DE ALUMINIO DESDE EL**  
**ECUADOR**

Subpartida	7602000000	
Descripción	Desperdicios y Desechos de Aluminio	
Año	Toneladas	Valor FOB (MDD)
2008	6.344,39	\$ 11.082,17
2009	2.819,40	\$ 3.124,45
2010	4.208,40	\$ 6.138,31
2011	6.345,16	\$ 10.566,77
2012	7.185,26	\$ 10.888,96
2013	8.884,48	\$ 13.425,11
2014	8.277,20	\$ 12.456,41

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

Con esa información se realiza un análisis acerca de la Balanza Comercial de la chatarra en el Ecuador la cual se muestra en el Gráfico 2.12.

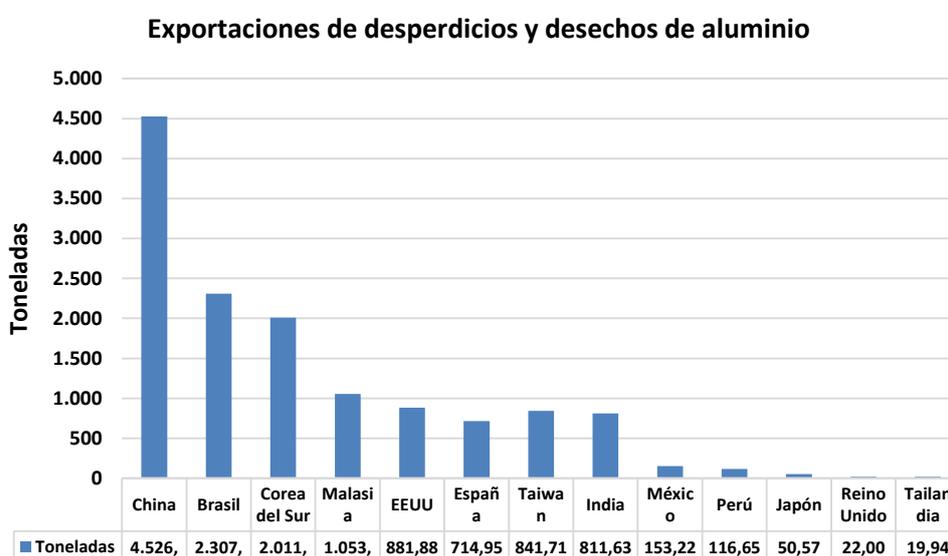


Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.12 Balanza Comercial de la chatarra en el Ecuador**

Con la información obtenida del Banco Central del Ecuador la actual balanza muestra un superávit comercial en los últimos cuatro años, lo que indica que en el país se producen desperdicios, los cuáles no reciben ningún tratamiento para su recuperación y es ahí que se ven en la necesidad de ser exportados hacia países industrializadas que hacen uso de la misma. Los mercados que reciben la chatarra de aluminio se puede apreciar en el Gráfico 2.13 a continuación:



**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.13 Mercados de la chatarra de aluminio**

La información en el gráfico anterior corresponde entre los meses de Enero del 2014 hasta Junio del 2015, según fuente del Banco Central del Ecuador. El país que mayormente demanda de este metal es China, ya que es el principalmente productor mundial de

aluminio y principal destino de los mercados de la chatarra reciclada en todo el mundo.

Actualmente en el Ecuador son seis las empresas que cuentan con licencia para la exportación de la chatarra, licencia emitida por el Ministerio de Industrias y Productividad en su Acuerdo Ministerial N° 12418, las empresas se muestran en la Tabla 12.

**TABLA 12**  
**EMPRESAS CON LICENCIA PARA EXPORTAR LA CHATARRA DE ALUMINIO**

Nombre del Exportador	Ciudad
Aceria del Ecuador C. A. "Adelca"	Quito
Metalking S.A.	Guayaquil
Practipower S.A.	Guayaquil
Reciclajes Internacionales Recynter S.A.	Guayaquil
Reciclamental Cia. Ltda.	Quito
RIMESA Recicladora Internacional de Metales S.A.	Guayaquil

**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

## 2.9 Volúmenes de Producción

La capacidad de poder producir está ligado a la disponibilidad que se tenga de materia prima, por lo tanto para poder proyectar los volúmenes de producción se tomarán los datos de la subpartida

7602000000 ya que se busca disminuir considerablemente la exportación de los desechos y chatarra de aluminio.

Por medio de regresión lineal en la Tabla 13 y Gráfico 2.14 se muestra el pronóstico de producción anual y mensual.

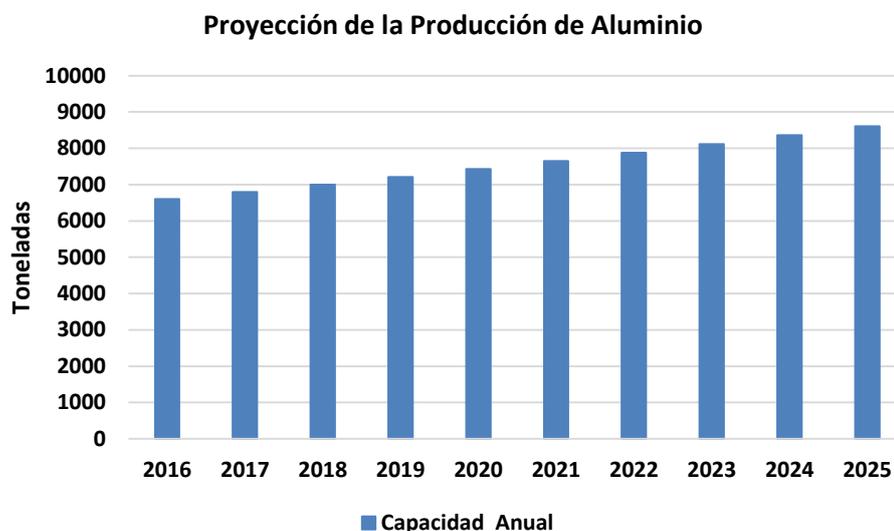
**TABLA 13**  
**PROYECCIÓN DE LOS VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN**

<b>Año</b>	<b>Producción Anual (Tn)</b>	<b>Producción Mensual (Tn)</b>
2016	6600,00	550,00
2017	6798,00	566,50
2018	7001,94	583,50
2019	7212,00	601,00
2020	7428,36	619,03
2021	7651,21	637,60
2022	7880,75	656,73
2023	8117,17	676,43
2024	8360,68	696,72
2025	8611,50	717,63

**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

Cabe recalcar que los volúmenes de producción están sujetos a las variaciones del mercado. Para poder asegurar el abastecimiento de la materia se podría realizar una carta de intención de compra con las empresas que estén dispuestos a abastecer a la planta fundidora con los precios de venta del mercado.



Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 2.14 Proyección de la Producción de Aluminio**

## 2.10 Análisis de los Precios

El precio del aluminio se cotiza de acuerdo a la Bolsa de Metales de Londres (London Metal Exchange), lo que condiciona al proceso de reciclaje ya que el precio del lingote del aluminio secundario se debe sujetar a estos cambios. El aluminio es un mercado cambiante por lo que los precios varían periódicamente; sin embargo la ley de la oferta y la demanda condicionan las pautas en este sector.

El precio de la tonelada del aluminio aleado se cotizó en \$1665,00 USD el 4 de agosto de 2015. Para poder tener una estimación del precio del aluminio aleado se tomó información de la Bolsa de

Metales de Londres entre los meses de enero y julio de 2015, lo cuales se muestran en la Tabla 14.

**TABLA 14**  
**PRECIO DE LA CHATARRA DE ALUMINIO**

<b>Mes</b>	<b>\$/Tonelada</b>
Enero	1.818,81
Febrero	1.796,50
Marzo	1.752,93
Abril	1.787,95
Mayo	1.771,29
Junio	1.755,91
Julio	1.721,74
<b>Promedio</b>	<b>1.772,16</b>

**Fuente:** London Metal Exchange.

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

El precio promedio del aluminio aleado en los 7 primeros meses del 2015 es de \$1.772,16 USD por tonelada. Hay que hacer énfasis que ese es un precio referencial a nivel mundial, al momento de establecer el precio del lingote que ofrecería la planta de fundición se debe tener en cuenta el precio de la materia prima, los insumos, costos fijos, costos directos y el margen de utilidad.

# CAPÍTULO 3

## 3 ESTUDIO TÉCNICO

### 3.1 Estudio de Localización de la Planta

La localización de una planta es una de las decisiones más importantes ya que esta marcará el futuro desempeño de la compañía. En este proyecto se analizará cual sería la mejor alternativa para la ubicación de una planta fundidora de aluminio reciclado.

#### **Macro-Localización**

El análisis para la ubicación de la planta considerará la provincia del Guayas, por ser una de las ciudades con mayor concentración de recicladoras y por conveniencia de nuestro estudio.

#### **Micro-Localización**

Se han considerado los siguientes sectores dentro de la provincia del Guayas por ser consideradas zonas industriales y estar un tanto aisladas de zonas residenciales.

- Vía a Daule (8 al 16 Km).
- Vía Durán – Tambo.
- Inmediaciones del Puerto.

Para determinar la mejor ubicación entre las tres opciones planteadas se utiliza el método de Brown-Gibson, que evalúa la localización tomando en consideración los métodos cuantitativos y cualitativos; establecemos los factores objetivos y subjetivos.

### **Factores Objetivos**

Se han considerado los factores que tienen un considerable impacto en el costo del producto final o que sufre un cambio al analizar el espacio físico y la ubicación de la empresa, los factores son los siguientes:

- **Transporte de materia prima** Este factor considera el costo de transportar la materia prima desde los diferentes proveedores hasta la ubicación de la planta.
- **Costo de terreno** este es uno de los factores de mayor impacto económico ya que es muy variable dependiendo de la zona industrial donde se va a ubicar la fábrica.

- **Impuestos prediales** Se considera este factor porque varía dependiendo de la ubicación donde se encuentra el terreno que se seleccione.

### **Factores subjetivos**

Los factores subjetivos usados en este análisis son los que no generan un impacto directo sobre el costo final del producto, pero dan ventaja a una empresa sobre otra dependiendo de la ubicación.

- **Accesos viales** La ubicación de la empresa en un lugar de fácil acceso es primordial para el traslado de la materia prima y del producto final, por lo cual se analizara este factor entre las diversas zonas industriales escogidas.
- **Disponibilidad de servicios básicos** El lugar donde se ubicará la fábrica debe contar con los servicios básicos necesarios y de forma ininterrumpida para su funcionamiento.
- **Impacto ambiental** Se debe tomar este factor en consideración ya que la planta debe estar ubicada en una zona donde no se genere un impacto ambiental significativo.

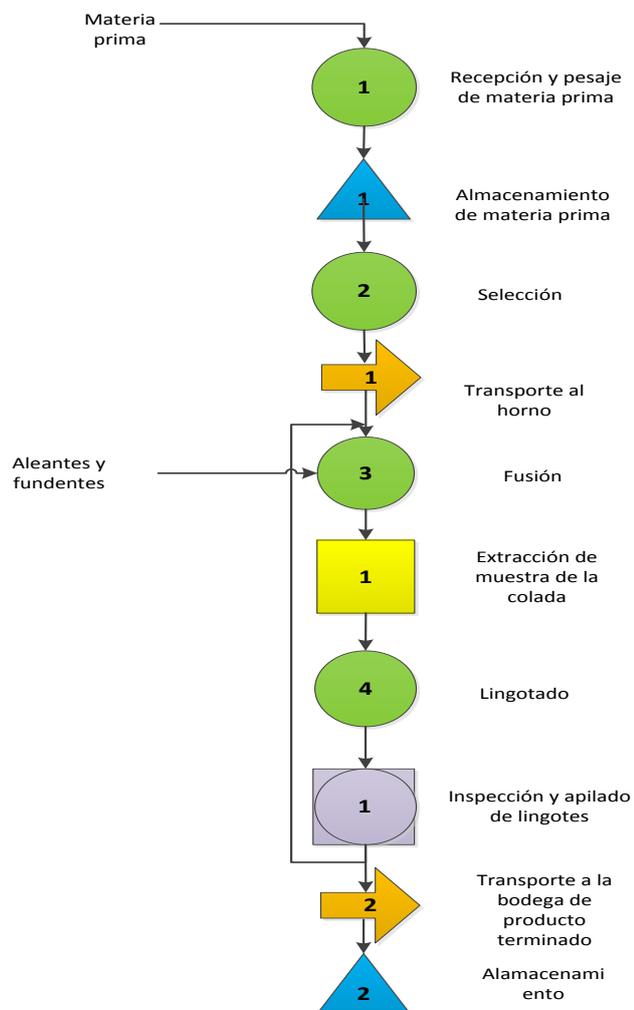
Las etapas para desarrollar el método son:

- a) Asignar un valor relativo a cada factor objetivo FO<sub>i</sub> para cada localización optativa viable.
- b) Estimar un valor relativo para cada factor subjetivo FS<sub>i</sub> para cada localización optativa viable.
- c) Combinar los factores objetivos y subjetivos, asignándoles una ponderación relativa para obtener una medida de preferencia de localización MPL.
- d) Seleccionar la ubicación que tenga la máxima medida de preferencia de localización.

Entre las tres alternativas de localización planteadas que fueron: la vía a Daule, vía Durán - Tambo y las inmediaciones del Puerto, se selecciona la ubicación con máxima medida de preferencia, que en este caso resultó ser la Vía a Daule, como se puede observar en el Anexo N° 4.

## 3.2 Análisis del Proceso Productivo

### 3.2.1 Diagrama y Descripción del Flujo de Proceso



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

### Gráfico 3.1 Flujo de Proceso de Fabricación de Lingotes de Aluminio

El proceso de fabricación de lingotes de aluminio reciclado se muestra en el Gráfico 3.1, y está conformado por los siguientes procesos:

1. **Recolección y Almacenaje.**- en esta etapa se obtiene la chatarra de aluminio, por compra directa a los centros de acopio y recolectores, la chatarra se analiza con el espectrómetro para conocer su composición química y luego ser almacenada hasta ser utilizada.
  
2. **Selección.**- se realiza una inspección visual de la chatarra que será usada en la producción y se separa objetos extraños que puedan alterar la composición química del producto.
  
3. **Fusión.**- el aluminio una vez que llega a esta etapa es introducido a un horno reverbero, donde se va fundiendo aproximadamente a una temperatura de 740°C, se agrega aluminio hasta tener la cantidad de metal líquido deseado.

Durante esta etapa se realizan una serie de procesos para asegurar la calidad del aluminio fundido:

- Adición de fundentes para separar la escoria del metal.
- Retirar la escoria de la superficie del metal fundido.
- Agitado para homogenizar la composición química acorde a las necesidades.

- Adición de aleantes o aleaciones para lograr la composición química requerida.
- Muestreo y análisis químico mediante el espectrofotómetro.

4. **Lingotado.**- una vez que se obtiene la composición química requerida y la temperatura adecuada se procede a vaciar el metal líquido en recipientes llamados lingoteras para obtener piezas de 10 Kg de peso, después de realizado el respectivo control de calidad son enviados al almacén de producto terminado.

5. **Almacenamiento.**- una vez obtenidos los lingotes estos son apilados en fardos de 1.000 Kg de peso trasladados con un montacargas al almacén, donde permanecerán hasta ser comercializados.

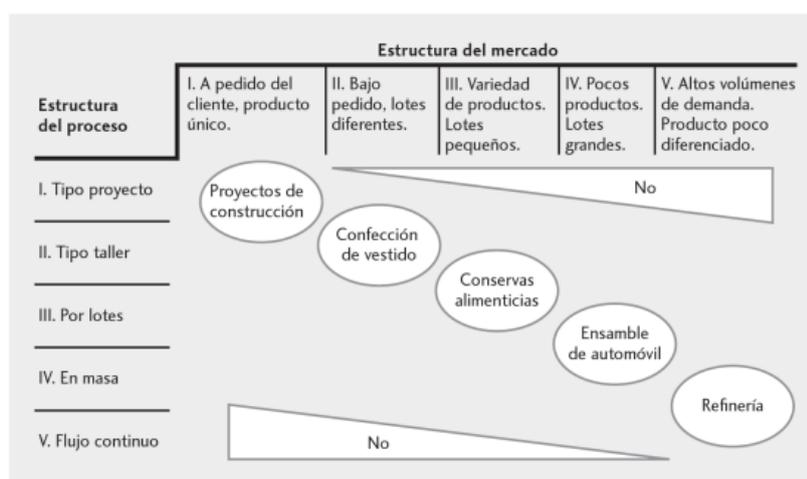
### 3.2.2 Cálculo de Capacidad

En este estudio el cálculo de la capacidad se basa en el estudio de mercado del capítulo 2, donde se utiliza el método de Consumo Nacional Aparente para las

proyecciones de la demanda, oferta y demanda insatisfecha detallado en el punto 2.8.

Para el estudio se elige como año de partida el 2016 y como mercado futuro el 2025. El mercado nacional insatisfecho para este año se proyecta en 11.241,90 Tn/año, para poder satisfacer parte de esta demanda se debe recibir alrededor de 25 Tn/día procedente de los diferentes proveedores.

### 3.2.3 Sistema de producción



Fuente: Carro, R y Gónzales, D. Diseño y selección de Proceso

**Figura 3.1 Matriz Producto - Proceso**

Como se observa en la Figura 3.1 de la Matriz Producto – Proceso la fabricación de lingotes de aluminio es un proceso de flujo continuo, y una paralización del sistema implica, por

lo general, altos costos de apertura, por ejemplo el calentamiento del horno.

### 3.2.4 Balanceo de línea

Luego de determinar la demanda proyectada, se procede con el análisis de balanceo de línea.

#### Fondo de trabajo.

En la empresa se trabajará un turno de 8 horas de lunes a viernes, el ausentismo laboral es de 1,08% según el ministerio del trabajo y el mantenimiento preventivo de las máquinas es de 0,30% según lo estipulado por el proveedor (Hormesa).

Por lo tanto el tiempo disponible es:

- **Tiempo disponible para trabajo**

$$\frac{1 \text{ turno}}{\text{día}} \times \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} \times \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}} \times \frac{4 \text{ semanas}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} \times (1 - 0,0108) = 1.899,264 \text{ h/año}$$

- **Tiempo disponible para maquina:**

$$\frac{1 \text{ turno}}{\text{día}} \times \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} \times \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}} \times \frac{4 \text{ semanas}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} \times (1 - 0,03) = 1.914,24 \text{ h/año}$$

### Norma de trabajo y norma de producción

Para la producción por turno y por las máquinas que se van a usar se ha determinado el número de personas necesarias para el área de producción detallado en la Tabla 15.

**TABLA 15**  
**NORMA DE TRABAJO Y NORMA DE PRODUCCIÓN**

Descripción de actividad		Maquinaria	Personas
1	Recepción y pesaje	Montacargas/Balanza	1
2	Clasificación		1
3	Tranporte a proceso	Montacargas	1
4	Fundición	Horno	1
5	Lingoteado y apilado	Lingotera	1
6	Transporte de PT	Montacargas	1

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

#### 3.2.5 Equipo de trabajo

Para la producción de lingotes de aluminio se requieren los siguientes equipos:

- **Balanza digital**



**Fuente:** <http://spanish.alibaba.com/products/floor-scale-digital-platform-1ton-to-5ton-electronical-customizable-60290526480.html>

**Figura 3.2 Balanza Digital**

### **Características:**

Se necesita para el pesaje tanto de la materia prima como del producto terminado, debe contar con un rango de hasta 2 toneladas, ya que la materia prima puede venir en volúmenes grandes y el producto terminado será apilado en rumas de 1100 Kg. A continuación se detallan las especificaciones de las balanzas que pueden ser utilizadas en este proyecto, obtenida del sitio [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com) y cuyo precio es de alrededor de \$ 400,00 USD. Véase la Figura 3.2.

### **Especificaciones:**

- Capacidad: 2 Tn.
- Tamaño de plataforma: 1,5 m \* 1,5 m.

- Célula de carga: 4 unidades 1 Tn.
- Exactitud: 0,5 Kg.
- Tipo de pantalla: Led/Lcd con luz de fondo de 6 dígitos.
- Alimentación eléctrica: 2 Kw/h
- Cantidad: 2

➤ **Horno Reverbero Basculante**



Fuente: Hormesa – Hornos y Metales S.A

**Figura 3.3 Horno Reverbero Basculante**

**Características:**

Horno Reverbero basculante FRLB, para fusión y mantenimiento de aluminio, con capacidades desde 8 a 15 toneladas de aluminio líquido.

Su diseño de cámara rectangular, provista de una gran puerta frontal tipo guillotina, situada sobre el lado mayor, proporciona un fondo de baño con una accesibilidad total tanto para las labores de carga de metal sólido como para las operaciones de desescoriado y limpieza. La bóveda es plana, suspendida de gruesos perfiles de acero dulce que quedarán apoyados sobre las vigas laterales de cierre. La basculación del Horno se efectúa habitualmente mediante dos cilindros hidráulicos situados a los lados del Horno.

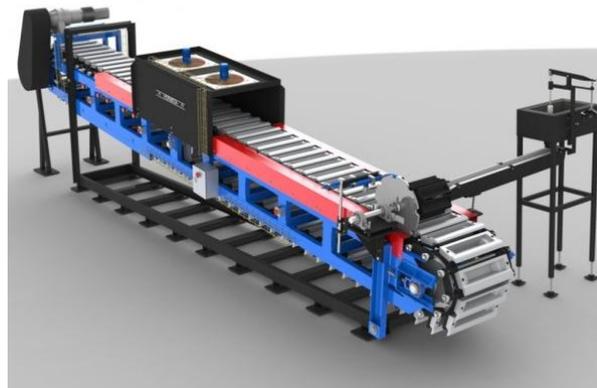
El accionamiento de apertura de la puerta también se realiza mediante cilindro hidráulico. A continuación se detallan las especificaciones del horno que puede ser utilizado en este proyecto, obtenida del sitio <http://www.hormesa-group.com/products> y cuyo precio es de \$ 354.304,08 USD. Véase la Figura 3.3.

**Especificaciones:**

- Capacidad: 8 Ton, a 735°P.S. 2,65
- Capacidad de fusión: mayor a 500 KG/H

- Combustible: PCI gas natural 8.500 Kcal./Nmc a 200 mbar.
- Tipo de material: aluminio líquido.
- Cantidad: 1

➤ **Máquina de Lingotado Automático**



Fuente: Hormesa – Hornos y Metales S.A

**Figura 3.4 Máquina de Lingotado Automático**

**Características:**

La línea de Colada se colocará en un foso para hacer el máximo uso de la gravedad durante la colada y para elevar los lingotes hasta una altura compatible con el transportador hasta la máquina de apilado o contenedor de recepción. Las lingoteras se llenan de aluminio líquido mediante una rueda de colada automática con toberas de grafito monolítico. Sistema

con refrigeración mixta; aire - agua, sistema de precalentamiento, rueda de colada o sistema de dosificación automático del metal a los moldes, sistema de marcación automática y sistema de desmolde automático. A continuación se detallan las especificaciones del horno que puede ser utilizado en este proyecto, obtenida del sitio <http://www.hormesa-group.com/products> y cuyo precio es de \$ 211.765,31 USD. Véase la Figura 3.4.

**Especificaciones:**

- Rueda de colada.
- Toberas de grafito o monolítico.
- Artesa de colada.
- Rampa de enfriamiento y toberas de aire comprimido.
- Campana de absorción de vapor.
- Caja de engranajes del motor y control de velocidad variable.
- Sistema de extracción y carrera automáticas (neumático).
- Cantidad: 1

➤ **Espectrofotómetro de absorción atómica**



**Fuente:** <http://spanish.alibaba.com/product-gs/completely-controlled-by-pc-atomic-absorption-spectrometer-with-high-quality-1870266803.html?spm=a2700.7725975.0.0.wHSq83>

**Figura 3.5 Espectrómetro de Absorción Atómica**

**Características:**

Totalmente controlado por pc, puede seleccionar de forma flexible la llama y horno de grafito atomizador (opcional), posee ocho soportes de luz, se puede cambiar de forma automática y precalentar las ocho luces. Se puede ajustar la altura de la llama del quemador y se puede configurar automáticamente la parte delantera y trasera, la longitud de onda de barrido es totalmente automatizada; tiene equipo de protección completo, puede almacenar el resultado del análisis en formato de Excel. Método de medición: método de absorción y emisión de llama. A continuación se detallan las especificaciones del

horno que puede ser utilizado en este proyecto, obtenida del sitio <http://spanish.alibaba.com/> y cuyo precio es de \$ 5.000,00 USD. Véase la Figura 3.5.

**Especificaciones:**

- Rango de longitud de onda: 190nm.
- Precisión de la longitud de onda:  $\pm 0.15\text{nm}$ .
- Receptividad de la longitud de onda:  $\leq 0.04\text{nm}$ .
- Estabilidad de la línea base:  $\leq 0.002a/30$  Min (cu).
- Viscosidad característica:  $0.02 \mu\text{g/ml}/1\%$  (cu).
- Comprobación de límite:  $0.004 \mu\text{g/ml}$  (cu).
- Precisión: 0.5%
- Tamaño y Peso: 700mm x 550mm x 450mm  
75 Kg.
- Fuente de alimentación: 220v $\pm$ 22v AC.

## Equipos auxiliares

### ➤ Compresor de aire



Fuente: [http://www.alibaba.com/product-detail/25HP-10bar-Atlas-de\\_1518515768.html?spm=a2700.7735](http://www.alibaba.com/product-detail/25HP-10bar-Atlas-de_1518515768.html?spm=a2700.7735)

**Figura 3.6 Compresor**

Equipo usado para el funcionamiento neumático de las máquinas.

Cantidad: 1

Precio aproximado de \$ 5.000,00 USD. Véase la Figura 3.6.

➤ **Transformador**



**Fuente:** [http://www.alibaba.com/product-detail/600-kva-transformador\\_60243703815.html](http://www.alibaba.com/product-detail/600-kva-transformador_60243703815.html)

**Figura 3.7 Transformador**

Para tener una mayor eficiencia del consumo de la energía eléctrica se considera contar con un transformador.

Cantidad: 1

Precio aproximado de \$ 10.000,00 USD. Véase la Figura 3.7.

➤ **Colector de polvos**



**Fuente:** <http://www2.donaldson.com/torit/es-mx/pages/torit-downflo-evolution-dust-collector.aspx>

**Figura 3.8 Colector de polvos**

Para disminuir el impacto causado por los gases y partículas generados en el horno de fusión y lingotera se requiere de un colector de polvos y humos.

Cantidad: 1

Precio aproximado de \$ 100.000,00 USD. Véase la Figura 3.8.

➤ **Montacargas**



**Fuente:** [www.google.com](http://www.google.com)

**Figura 3.9 Montacargas**

**Características:**

La planta de fundición necesita de un montacargas para el transporte del material desde la bodega de materia prima a las máquinas y del producto terminado a la bodega de almacenamiento.

La capacidad de carga debe ser de hasta 3 Tn, puede ser eléctrico, a gas o diésel. Su precio estimado es de \$ 15.200,00 USD. Véase la Figura 3.9.

**Especificaciones:**

- Marca: Toyota.
- Modelo: 7 FGU 30
- Capacidad de carga: 6,000 Lb 3 Toneladas.
- Llantas: Rudomaticas.
- Mastil: Triple.
- Altura de estiba: 5 m.
- Altura contraída: 2.20 m.
- Horquillas: 1.20 m de largo.
- Dirección: Hidráulica.
- Cantidad: 1

## Otros

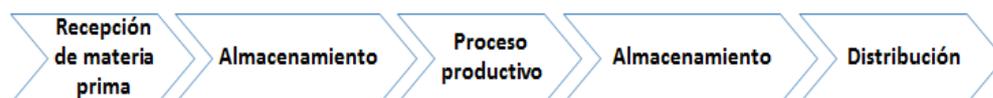
En la planta de fundición también se van a utilizar los siguientes materiales y herramientas:

- Palas.
- Kit de Herramientas.
- Manguera.
- Cuchara de vaciado.
- Bota industrial con suela antiderrapante (par).
- Casco aluminizado de alto impacto.
- Guantes de cuero (par).
- Gafas de protección industrial.
- Respirador para Partículas 3M 8233, N100.
- Orejera 3M Peltor Optime 98.
- Mandiles y polainas de carnaza.

### 3.3 Manipuleo y almacenamiento de materiales

Para diseñar un correcto sistema de manejo y almacenamiento de materiales es importante conocer el flujo de materiales del proceso.

El flujo macro de materiales para el proceso de recuperación de aluminio reciclado se representa en el Gráfico 3.2.



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

### **Gráfico 3.2 Flujo de materiales del proceso de la fabricación de lingotes de aluminio**

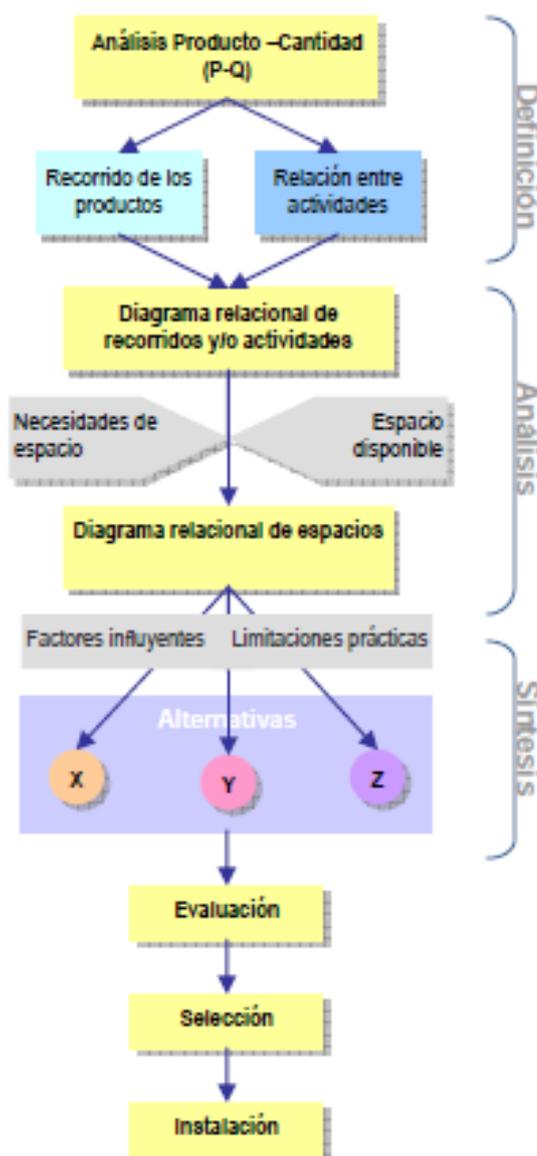
Con la ayuda de este flujo y mediante la utilización de la herramienta de la Carta From To, se puede identificar el número de movimientos entre áreas, de tal manera que en la distribución de la planta se considere aquellas áreas que requieran una mayor cercanía con el objetivo de disminuir el número de movimientos entre ellas.

**Materia Prima:** se receipta de los camiones con la ayuda del montacargas, se pesa y pasa al área de materia prima donde es clasificada y almacenada, luego pasada a fundición según las necesidades de producción.

**Producto Terminado:** Se traslada con el montacargas desde el área de producción hasta el área de producto terminado para luego ser distribuida a los diferentes clientes.

### 3.4 Distribución de planta

Para el diseño de la distribución de la planta usaremos el método de Systematic Plan Layout, cuyos pasos se describen en el Gráfico 3.3.



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 3.3 Esquema de Systematic Plan Layout (Muther, 68)**

El análisis del producto ya se realizó en capítulos anteriores, continuamos listando los departamentos con los que contará la planta, y con información de las Tablas 16 y 17 se realiza el diagrama de relaciones entre departamentos. Véase la Figura 3.10.

### Departamentos de la empresa

- Área Administrativa.
- Área de Producción.
- Baños y Vestidores.
- Comedor y Cocina.
- Bodega MP.
- Bodega PT.
- Laboratorio I&D.
- Parqueadero.

**TABLA 16**

### CLAVES DE PRIORIDAD EN TABLA DE RELACIONES

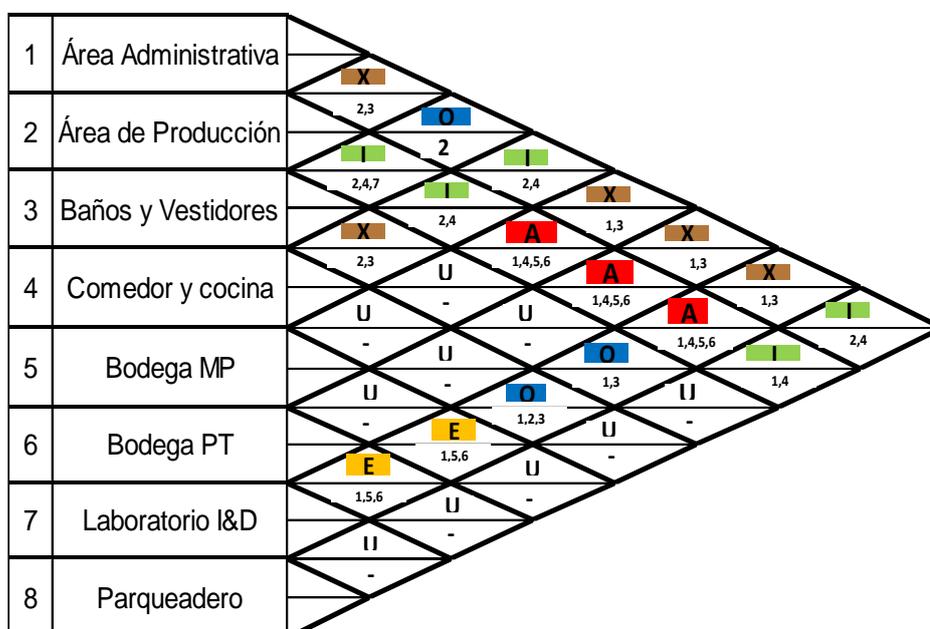
CLAVE	CERCANÍA	VALOR	COLOR
A	Absolutamente necesaria	4	Rojo
E	De especial importancia	3	Amarillo
I	Importante	2	Verde
O	Poco importante	1	Azul
U	Sin importancia	0	Blanco
X	No deseable	-1	Marrón

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**TABLA 17**  
**RELACIONES DEPARTAMENTALES**

CLAVE	RAZONES DE CERCANÍA
1	Flujo de materiales
2	Flujo de personas
3	Ruido, polvo emisiones, riesgo, contaminación
4	Fácil acceso
5	Supervisión y control
6	Contacto comunicativo o papeleo
7	Conveniencia del personal

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

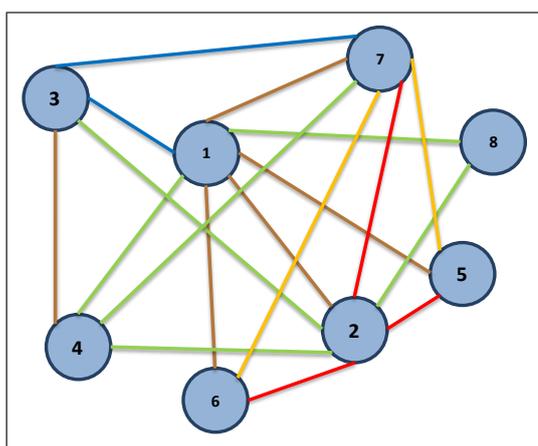


Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Figura 3.10 Relaciones por razón para la distribución general de la planta**

Posteriormente, con estas relaciones se realiza una representación nodal para observar de manera gráfica los

departamentos que tienen mayor relación entre sí. Véase la Figura 3.11.



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Figura 3.11 Representación nodal de la distribución general de la planta**

Posteriormente se realiza la calificación de relaciones entre los departamentos, mostrando los resultados en la Tabla 18.

**TABLA 18**

**CALIFICACIONES DE RELACIONES PARA ÁREAS GENERALES**

#	Área	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
1	Área Administrativa		-1	1	2	-1	-1	-1	2	1
2	Área de Producción			2	2	4	4	4	2	18
3	Baños y Vestidores				-1	0	0	1	0	0
4	Comedor y cocina					0	0	2	0	2
5	Bodega MP						0	3	0	3
6	Bodega PT							3	0	3
7	Laboratorio I&D								0	0
8	Parqueadero									

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

El área de producción obtiene la mayor calificación, por lo tanto esta área debe ser eje alrededor del cual se establezcan el resto de departamentos.

Finalmente, se determina el área necesaria para cada departamento, analizando el contenido necesario en cada uno de ellos, el detalle se muestra en la Tabla 19 y Figura 3.12.

**TABLA 19**  
**DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS DEPARTAMENTOS**

Descripción	Área (m2)
Área Administrativa	200
Área de Producción	420
Baños y Vestidores	32
Comedor y cocina	56
Bodega MP	120
Bodega PT	72
Laboratorio I&D	40
Parqueadero/garita	40
Area de construccion	980

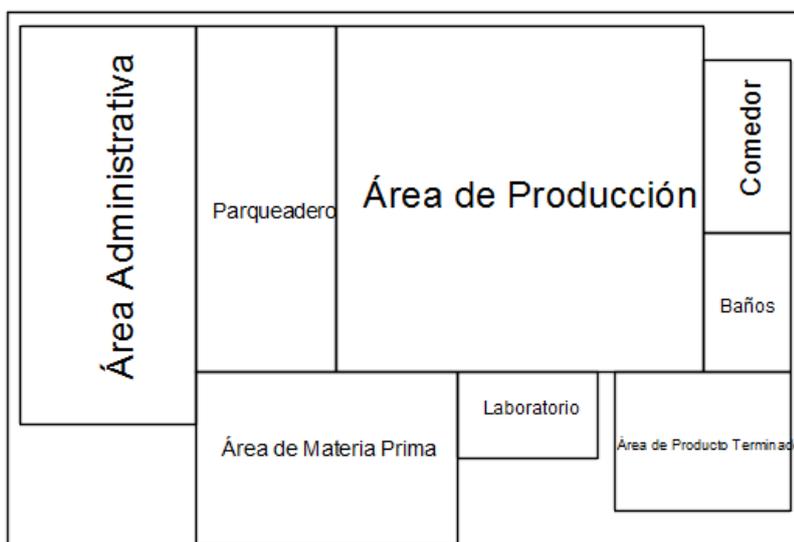
**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

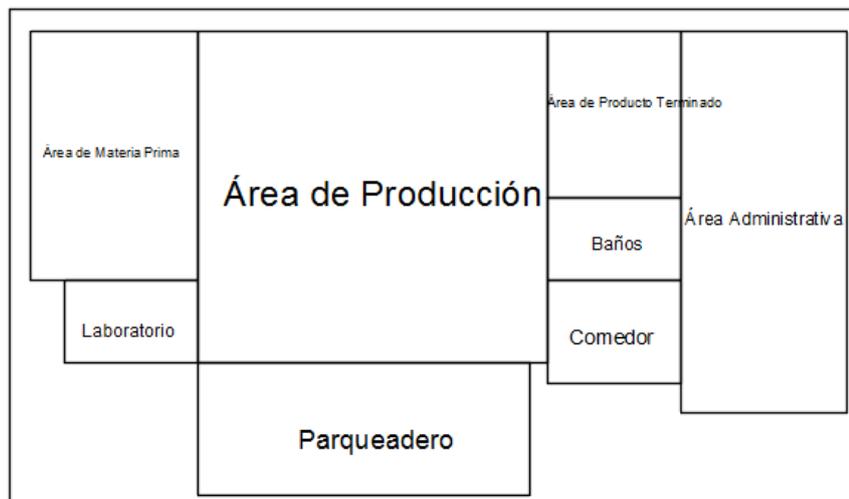
**Figura 3.12 Distribución General de la Planta**

En las Figuras 3.13, 3.14 y 3.15 se plantean tres alternativas de Layout.



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Figura 3.13 Propuesta de Layout 1**



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Figura 3.14 Propuesta de Layout 2**



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Figura 3.15 Propuesta de Layout 3**

A continuación se realiza una Carta From To con el objetivo de seleccionar la distribución que minimice el número de

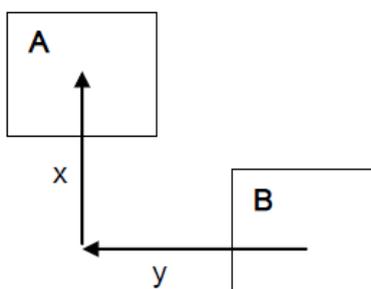
movimientos entre departamentos, los resultados se muestran en la Tabla 20.

**TABLA 20**  
**CARTA FROM TO ENTRE DEPARTAMENTOS**

Departamentos	A	B	C	D	E	F	G	H	TOTAL
A	-	-	-	-	-	-	-	-	0
B	-	-	-	-	-	25	1	-	26
C	-	-	-	-	-	-	-	-	0
D	-	-	-	-	-	-	-	-	0
E	-	8	-	-	-	-	1	-	9
F	-	-	-	-	-	-	-	-	0
G	-	-	-	-	-	-	-	-	0
H	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL	0	8	0	0	0	25	2	0	

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

Para medir la distancia entre departamentos se usa la técnica rectilínea o Manhattan, según Phillips 1977, esta técnica mide las distancias entre los centros de los departamentos pero en una distancia  $x + y$ , su fórmula es  $d_{ij} = |x_i, x_j| + |y_i, y_j|$ . Se puede apreciar la forma del cálculo en el siguiente gráfico.



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Figura 3.16 Técnica Rectilínea**

**Decisión**

Se ha elegido la segunda alternativa de layout, esta opción es la que minimiza el número de movimientos y distancias recorridas entre departamentos.

Como se puede observar en el Anexo N° 5, la primera alternativa da un resultado de 852 metros recorridos diariamente, la segunda un total de 677 y la tercera 783 metros lineales recorridos al día.

**Layout detallado**

Para ver el layout detallado de la planta de fundición d aluminio reciclado ver el Anexo N° 6.

# CAPÍTULO 4

## 4 ESTUDIO ORGANIZACIONAL

### 4.1 Objetivos

#### **Objetivo General**

Definir la estructura organizacional del talento humano requerido y la distribución de funciones de acuerdo a las necesidades del proyecto.

#### **Objetivos Específicos**

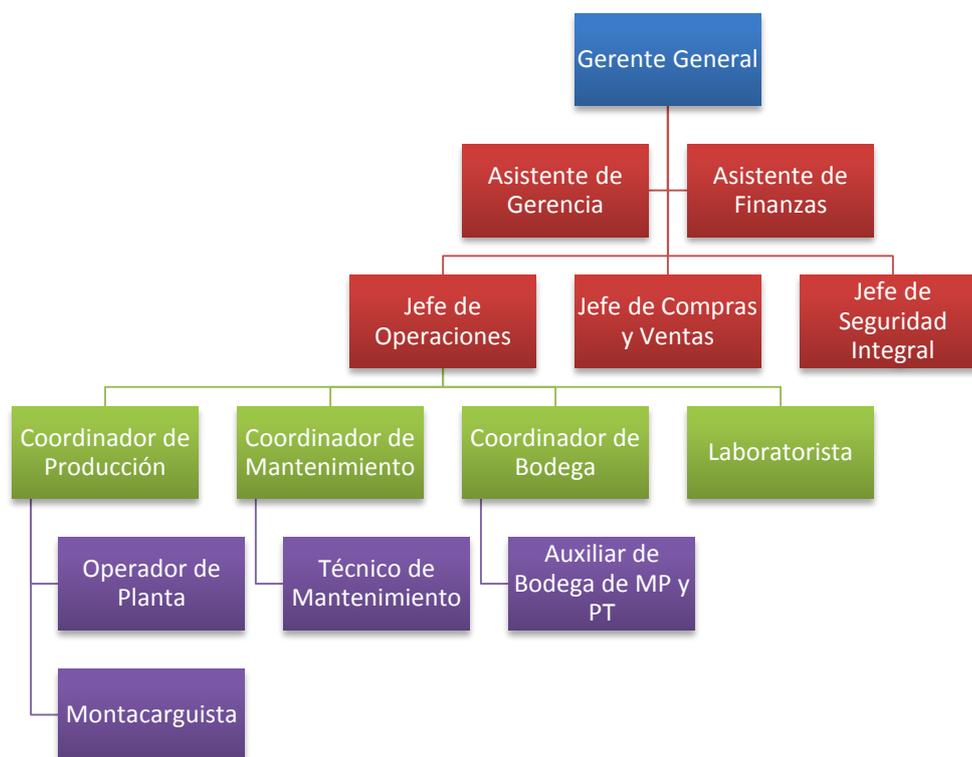
- Definir el organigrama que se empleará en la planta de fundición.
- Delinear las funciones que cada departamento llevará a cabo para el funcionamiento de la empresa.
- Establecer los requerimientos de personal necesarios para este proyecto.
- Realizar una descripción de los cargos a exigir por parte del proyecto.

## 4.2 Estructura Organizacional

La estructura organizacional es fundamental en las empresas, define muchas características de cómo se va a organizar, tiene la función principal de establecer autoridad, jerarquía, cadena de mando, organigramas y departamentalizaciones, entre otras.

Las organizaciones cuentan con una estructura organizacional de acuerdo a todas las actividades o tareas que realizan, mediante una correcta estructura que le permita establecer sus funciones, y departamentos con la finalidad de producir sus servicios o productos, mediante un orden y un adecuado control para alcanzar sus metas y objetivos (Rojas, 2012).

Para definir la estructura organizacional de este proyecto en el Gráfico 4.1 se muestra el organigrama de la planta de fundición detallando el personal administrativo y operativo que se requiere.



Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gráfico 4.1 Organigrama General**

### 4.3 Funciones Departamentales

Las tareas y funciones que realizarían cada departamento deben estar alineadas a las actividades y objetivos de la planta de fundición. Las áreas comprendidas son: Operaciones, Seguridad Industrial, Compra y Ventas. La Gerencia General quien es la encargada de realizar los planes estratégicos tendría como soporte las Asistencias de Gerencia y Finanzas.

Las funciones de cada área se detallan a continuación:

**Área de Operaciones:**

- Planificar, controlar y analizar la producción en todas las etapas de la cadena de suministros.
- Supervisar al personal de planta en todo el proceso productivo.
- Coordinar las tareas para el adecuado mantenimiento y control de los equipos.
- Controlar los niveles de inventario de materia prima, insumos y producto terminado.
- Garantizar la oportuna salida de los bienes producidos hacia los clientes.
- Analizar y controlar los estándares de calidad de los bienes producidos.
- Realizar informes de a la Gerencia del proceso productivo.
- Realizar planes de mejora continua para mejorar continuamente los métodos y estándares de trabajo.

**Área de Seguridad Industrial:**

- Velar por la seguridad de todo el personal de la planta.
- Revisar y aprobar las políticas de seguridad.
- Realizar inspecciones periódicas de seguridad en toda la planta.

- Establecer normas adecuadas de seguridad, las cuales deberán concordar con las disposiciones legales.
- Asesorar sobre el empleo y uso de los equipos de protección colectiva y personal.
- Ocuparse del control de las enfermedades ocupacionales.
- Asesorarse sobre problemas del medio ambiente.
- Identificar los riesgos contra la salud que existen.
- Diseñar y ejecutar planes de capacitación en lo referente a primeros auxilios, acciones de emergencia y prevención de accidentes.

#### **Área de Compra y Venta:**

- Realizar abastecimiento de la materia prima e insumos.
- Proveer a las áreas de soporte los suministros necesarios para sus actividades.
- Tener contacto directo y constante con los proveedores.
- Evaluar constantemente los precios de la materia prima y producto terminado.
- Realizar las compras de acuerdo a las políticas generales que la empresa impondría.
- Identificar los mercados potenciales para la venta de los productos terminados.

- Establecer contacto directo con los clientes con el fin de determinar sus necesidades.
- Gestionar y supervisar los canales de ventas.
- Realizar la publicidad y promoción de las ventas.
- Elaborar el pronóstico de ventas.
- Llevar un adecuado control y análisis de las ventas.

#### **4.4 Requerimiento de Personal**

La estructura organizacional definida y las áreas de soporte identificadas permiten conocer el número de personas que cada área tendría, esto a su vez conlleva para la cuantificación de salarios, el número de oficinas, así como el total de equipos de oficinas necesarias para el estudio financiero. En la Tabla 21 se detallan los requerimientos de personal para la planta.

**TABLA 21**  
**REQUERIMIENTO DE PERSONAL**

Departamento	Cargo	# de Personas
Gerencia General	Gerente General	1
	Asistente de Gerencia	1
	Asistente de Finanzas	1
Operaciones	Jefe de Operaciones	1
	Coordinador de Producción	1
	Coordinador de Mantenimiento	1
	Coordinador de Bodega	1
	Laboratorista	1
	Técnico de Mantenimiento	2
	Operador de Planta	2
	Auxiliar de Materia Prima	2
Montacarguista	1	
Seguridad	Jefe de Seguridad Integral	1
Compra y Ventas	Jefe de Compras y Ventas	1
<b>Total de Personal Requerido</b>		<b>17</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

#### 4.5 Descripción de Funciones

Permite describir de forma general las funciones que tendrían todos los puestos para la planta de fundición, detallando el nombre del cargo, a quién reporta, la supervisión bajo su cargo, el perfil, las competencias así como las actividades que el puesto requiera.

La descripción de funciones de todos los puestos requeridos se muestran en el Anexo N° 8.

## 4.6 Constitución legal de la empresa

En esta sección se describe de forma general los requisitos básicos aplicables para la creación de una empresa en el Ecuador, según la Ley de Compañías.

Hay cinco especies de compañías de comercio:

- Compañía en nombre colectivo.
- Compañía en comandita simple y dividida por acciones.
- Compañía de responsabilidad limitada.
- Compañía anónima.
- Compañía de economía mixta.

La compañía anónima es la forma de sociedad más usada en el Ecuador, a continuación se detallan los requisitos para su constitución.

### **Requisitos para una compañía anónima**

Según la superintendencia de Compañías del Ecuador, para constituir una empresa se requiere que sea mediante escritura pública que, previo mandato de la Superintendencia de Compañías,

será inscrita en el Registro Mercantil. La escritura de fundación contendrá:

- El lugar y fecha en que se celebre el contrato.
- El nombre, nacionalidad y domicilio de las personas naturales o jurídicas que constituyan la compañía y su voluntad de fundarla.
- El objeto social, debidamente concretado.
- Su denominación y duración.
- El importe del capital social, con la expresión del número de acciones en que estuviere dividido, el valor nominal de las mismas, su clase, así como el nombre y nacionalidad de los suscriptores del capital.
- La indicación de lo que cada socio suscribe y paga en dinero o en otros bienes; el valor atribuido a éstos y la parte de capital no pagado.
- El domicilio de la compañía.
- La forma de administración y las facultades de los administradores.
- La forma de designación de los administradores y la clara enunciación de los funcionarios que tengan la representación legal de la compañía.
- Las normas de reparto de utilidades.

- La determinación de los casos en que la compañía haya de disolverse anticipadamente.
- La forma de proceder a la designación de liquidadores.

### **Obligaciones Tributarias**

Para que una empresa en el Ecuador funcione en amparo a la ley de deben cumplir con obligaciones tributarias detalladas a continuación:

- Registro Único del Contribuyente (RUC).
- Pago de Impuestos.
- Obligaciones Laborales con los trabajadores.

El RUC corresponde a un número de identificación para todas las personas naturales y sociedades que realicen alguna actividad económica en el Ecuador, en forma permanente u ocasional o que sean titulares de bienes o derechos por los cuales deban pagar impuestos (SRI).

El pago de los impuestos son las obligaciones legales que toda empresa debe realizar a la renta, el no realizar esta actividad

conlleva repercusiones legales graves hacia la misma. Según el CORPEI los impuestos a pagar son los siguientes:

- Impuestos a la renta.
- Impuestos al Valor Agregado.
- Impuestos prediales.
- Impuestos sobre el total de activos.
- Impuesto a la Junta de Beneficencia.
- Impuesto al Hospital Universitario.
- Permisos Municipales (Aprobación del uso de suelo, Permiso de funcionamiento por parte del Ministerio de Salud Pública, Patente Municipal, Permiso del Cuerpo de Bombero, Presentación del RUC, Nombramiento del Representante Legal de la Compañía).
- Contribución a la Superintendencia de Compañías.
- Impuesto al Pago de Utilidades.

Así mismo todo empleador de cumplir con la Obligaciones Laborales con el Trabajador en apego a la legislación ecuatoriana vigente a la fecha, entre las que se tienen:

- Salarios.
- Distribución de las utilidades.
- Décimo Tercer Sueldo.
- Décimo Cuarto Sueldo.
- Contribuciones al Seguro Social.
- Contribuciones al Fondo de Reserva.
- Pago de Vacaciones.
- Compensación por accidentes laborales.
- Indemnización por despido intempestivo.

# CAPÍTULO 5

## 5 ESTUDIO FINANCIERO

### 5.1 Análisis Financiero

El estudio financiero es la fase final del proyecto, la información suministrada en esta sección es el resultado de los estudios de mercado, técnico y organizacional; dichas informaciones permiten determinar cuáles serían los gastos administrativos, gastos de ventas, gastos financieros y los costos de producción para asegurar la operación de la planta de fundición.

La viabilidad del proyecto se enfoca en un análisis de sensibilidad con base en los indicadores financieros como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). El flujo de caja fue proyectado a un horizonte de 5 años.

#### **Costos de Producción**

Los costos de producción son los que incurren directamente en la fabricación del producto, aquí se incluyen los costos de material

directo (MD), los costos de mano de obra directa (MOD) y costos indirectos de fabricación (CIF). El cálculo uno de los costos de MD, MOD y CIF se detallan en el Anexo N° 9; la Tabla 22 muestra el costo total de producción durante los 5 primeros años del proyecto.

**TABLA 22**  
**COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN**

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costo Unit. de MD	\$ 1.277,71	\$ 1.323,17	\$ 1.370,24	\$ 1.418,99	\$ 1.469,47
TN/AÑO	6.600	6.798	7.002	7.212	7.428
COSTO MD	\$8.432.907,120	\$ 8.994.895,025	\$ 9.594.335,067	\$ 10.233.723,144	\$ 10.915.721,480
COSTO MOD	\$ 36.936,06	\$ 42.056,47	\$ 45.000,40	\$ 48.150,48	\$ 51.520,98
CIF	\$ 84.720,00	\$ 87.733,91	\$ 90.855,05	\$ 94.087,22	\$ 97.434,37
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>	<b>\$ 8.554.563,18</b>	<b>\$ 9.124.685,41</b>	<b>\$ 9.730.190,52</b>	<b>\$ 10.375.960,84</b>	<b>\$ 11.064.676,82</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

### **Gastos Administrativos**

Aquí se detallan los sueldos del personal administrativo de la planta aunque no incurren de forma directa en la producción de los bienes son de vital importancia para el funcionamiento de la planta de fundición ya son el soporte del proceso productivo. Adicional se detallan los gastos por servicios prestados, servicios básicos, permisos de funcionamiento y otros, tales como suministros de oficina e internet; la Tabla 23 muestra el cálculo de los gastos administrativos para este proyecto. Los cálculos al detalle de cada

uno de los ítems que conforman el total de gastos administrativos se muestran en el Anexo N° 10.

**TABLA 23**

**TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS**

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Sueldos	\$ 112.313,10	\$ 128.143,33	\$ 137.113,34	\$ 146.711,32	\$ 156.981,08
Servicios básicos	\$ 4.200,00	\$ 4.349,42	\$ 4.504,15	\$ 4.664,38	\$ 4.830,32
Permisos de Funcionamiento	\$ 0	\$ 690,00	\$ 690,00	\$ 690,00	\$ 690,00
Otros	\$ 30.060,00	\$ 31.064,92	\$ 32.105,60	\$ 33.183,29	\$ 34.299,32
<b>TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	<b>\$ 146.573,10</b>	<b>\$ 164.247,67</b>	<b>\$ 174.413,08</b>	<b>\$ 185.248,99</b>	<b>\$ 196.800,72</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gastos de Ventas**

Los gastos de ventas son los que se estiman para la comercialización del producto final en los que se incurren los costos por transporte del producto hacia los clientes, así como la publicidad necesaria para el posicionamiento de la empresa. Se considera que al primer año de funcionamiento la planta de fundición necesitaría una fuerte campaña de publicidad para poder posicionarse en el mercado, es por ello que al año 1 el valor por este rubro es alto y al año 2 y 3 este valor disminuye, en la Tabla 24 se muestran estos gastos.

TABLA 24

## TOTAL DE GASTOS DE VENTAS

Transporte para su comercialización	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Puntos de Distribución Mensual	2	2	2	2	2
Visitas/mes	4	4	4	4	4
Costo Transporte Mensual	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00
<b>Costo Transporte Anual</b>	<b>\$ 28.800,00</b>	<b>\$ 29.824,56</b>	<b>\$ 29.861,01</b>	<b>\$ 29.862,31</b>	<b>\$ 29.862,35</b>
Costos de Publicidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Publicidad Mensual	\$ 3.000,00	\$ 2.000,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
<b>Publicidad Anual</b>	<b>\$ 36.000,00</b>	<b>\$ 24.000,00</b>	<b>\$ 18.000,00</b>	<b>\$ 18.000,00</b>	<b>\$ 18.000,00</b>
<b>TOTAL GASTOS DE VENTAS</b>	<b>\$ 64.800,00</b>	<b>\$ 53.824,56</b>	<b>\$ 47.861,01</b>	<b>\$ 47.862,31</b>	<b>\$ 47.862,35</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Costo Anual Operacional (CAO)**

El CAO corresponde a la suma de los rubros de costos de producción, los gastos administrativos y los gastos de ventas durante el primer año de operación el cual se muestra en la Tabla 25.

TABLA 25

## COSTO ANUAL OPERACIONAL

CAO	Año 1
Costos de Producción	\$ 8.554.563,18
Gastos de Ventas	\$ 64.800,00
Gastos Administrativos	\$ 146.573,10
<b>Costo Anual Operacional</b>	<b>\$ 8.765.936,28</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

### Capital de Trabajo

El capital de trabajo necesario para iniciar las operaciones de este proyecto se lo calcula a partir de la suma de los costos anuales de operación multiplicada por los ciclos de días en efectivos divididos para 360. En donde el ciclo de días en efectivo es igual a la suma de días de adquisición de materia prima y producción del producto, más el número de días que toma en venderse el producto una vez realizado, más los días de cobro en recuperar el dinero menos los días que toman en pagar a los proveedores. La Tabla 26 detalla el ciclo de días en efectivos.

**TABLA 26**

#### **CICLOS DE DÍAS EN EFECTIVO**

<b>CICLO EFECTIVO</b>	
Días de Adquisición y Producción	30
Días de Venta	30
Días de Cobro	30
(-) Días de Pago	-30
<b>CICLO EFECTIVO EN DÍAS</b>	<b>60</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

El Capital de Trabajo requerido para el proyecto es de \$ 1.460.989,38 USD.

### Gastos Pre Operacional

En los gastos pre operacionales se detallan los costos de adquisición del terreno sobre el cual operaría la planta de fundición, los costos en infraestructura y los valores por permisos legales necesarios para operar, tal como se muestran en la Tabla 27.

**TABLA 27**

#### **GASTOS PRE OPERACIONALES**

<b>GASTOS PRE OPERACIONALES</b>	
Terreno	\$ 285.430,00
Construcción/Infraestructura	\$ 526.500,00
<b>PERMISOS LEGALES</b>	
Constitución de la Compañía	\$ 1.500,00
Permiso de uso de suelo	\$ 200,00
Permiso Cuerpo de Bomberos	\$ 100,00
Ministerio Salud Pública	\$ 150,00
Registro Sanitario	\$ 1.000,00
Permiso de Funcionamiento Municipal	\$ 40,00
Patente Municipal	\$ 200,00
<b>Total Permisos Legales</b>	<b>\$ 3.190,00</b>
<b>TOTAL GASTOS PRE OPERACIONALES</b>	<b>\$ 815.120,00</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

### Inversión Inicial

La inversión inicial es la necesaria para poder poner en marcha este proyecto, esta inversión es la que obtiene sumando los valores de total del capital de trabajo, el total de gastos pre operacionales y la inversión fija necesaria. La inversión fija es que detalla en la compra

de activos fijos tanto para el área de producción como para el área administrativa los cuales se detallan en el Anexo N° 11. La Tabla 28 muestra la inversión que se requiere para iniciar las operaciones de la planta.

**TABLA 28**

**INVERSIÓN INICIAL**

Capital de Trabajo	\$	1.460.989,38
Gastos Pre Operacionales	\$	815.120,00
Inversión Fija	\$	731.538,39
<b>INVERSIÓN INICIAL</b>	<b>\$</b>	<b>3.007.647,77</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

**Gastos Financieros**

El capital requerido es de \$3.007.647,77 USD por lo cual para este proyecto la composición del capital tendría un 30% de capital propio y el 70% con préstamo a entidades gubernamentales con una tasa de interés del 12% y devengado a 5 años plazo, en el Anexo N° 12 se detalla la Tabla de Amortización del préstamo requerido. En la Tabla 29 se muestra los costos capitales necesarios.

**TABLA 29**

**GASTOS FINANCIEROS**

<b>Capital Requerido</b>	\$ 3.007.647,77	100%
<b>Capital Inversionistas</b>	\$ 902.294,33	30%
<b>Préstamo</b>	\$ 2.105.353,44	70%
<b>Meses de pago</b>	60	
<b>Tasa de interés</b>	12%	

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

### **Flujo de Caja**

El flujo de caja muestra la proyección de las toneladas vendidas, el ingreso por ventas, los costos y gastos detallados anteriormente, la depreciación de los activos, la amortización del préstamo que se realizaría; también se detallan la participación del 15% de utilidades por parte de los empleados y el pago del 23% del impuesto a la renta. El flujo de caja proyectado es de 5 años, todos estos datos se muestran en una tabla del Anexo N° 13.

Al momento de proyectar el flujo de caja, una de ella es que para el cálculo de la inflación se tomó en cuenta una inflación promedio de los últimos dos años (desde septiembre del 2013 hasta agosto del 2015), según el Banco Central del Ecuador esta es del 3,56%. Para el cálculo de los gastos administrativos se proyecta que el incremento anual del salario básico unificado para los próximos años sería del 7%.

### **Rentabilidad del proyecto**

Con el fin de determinar qué tan rentable sería el proyecto la decisión se la tomará con respecto al Valor Actual Neto (VAN) y el

Tasa Interna de Retorno (TIR), para ello la TIR será comparada con una TMAR Mixta.

Para considerar que el proyecto sea financieramente viable la TIR del mismo deberá ser mayor a la TMAR Mixta y además que el rendimiento del dinero a la actualidad por medio del VAN sea mayor a cero; con ello tenemos lo siguiente en la Tabla 30.

**TABLA 30**  
**CÁLCULO DEL VAN Y TIR**

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Producción Año 1</b>	25	Tonelada/Día
	550	Tonelada/Mes
	6600	Tonelada/Año
<b>Precio de Venta</b>	\$ 1.580,00	Tonelada
<b>Punto de Equilibrio</b>	462,34	Tonelada/Mes
<b>TMAR MIXTA</b>		<b>13,30%</b>
<b>VAN</b>		<b>\$ 34.402,31</b>
<b>TIR</b>		<b>16,84%</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

Como se puede observar el proyecto es rentable en un 16,84%; para esto se requiere que la planta produzca 25 toneladas de aluminio secundario al día y a un precio de venta mínimo de \$1580,00 USD por tonelada. Además para poder los suplir los gastos de operación la planta deberá procesar el primer año 462,34 toneladas por mes.

## 5.2 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad permite determinar en qué medida se ven afectados el VAN y la TIR si una o más variables del proyecto se alteran durante la ejecución del proyecto, para ello se ha propuesto tres escenarios: el pesimista, normal y optimista. Las variables sensibles a este proyecto son el precio de compra de la chatarra de aluminio, la cantidad de producción necesaria para mantener la planta operando y el precio de venta por tonelada del aluminio ya tratado; la Tabla 31 detalla cada uno de los escenarios propuestos.

**TABLA 31**

### ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Escenarios	Variables	Valores	Unidades	VAN	TIR
<b>Pesimista</b>	Precio de compra de la chatarra	0,45	\$/Lb		
	Cantidad de Producción	25	Tn/Día	\$ 13.872,73	14,76%
	Precio de Venta	1.678,00	\$/Tn		
<b>Normal</b>	Precio de compra de la chatarra	0,41	\$/Lb		
	Cantidad de Producción	25	Tn/Día	\$ 34.402,31	16,84%
	Precio de Venta	1.580,00	\$/Tn		
<b>Optimista</b>	Precio de compra de la chatarra	0,35	\$/Lb		
	Cantidad de Producción	17	Tn/Día	\$ 75.660,99	20,18%
	Precio de Venta	1.500,00	\$/Tn		

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

En el escenario pesimista se considera un valor de compra de la chatarra por \$0,45 USD la libra, teniendo una TIR del 14,76%, sin

embargo para que le proyecto siga siendo rentable el precio de venta la tonelada de aluminio debe ser al menos de \$1678,00 USD. El escenario normal es el ya descrito en la Rentabilidad del Proyecto con una tasa interna de retorno del 16,84%, para tener un valor actual neto positivo la libra de chatarra se debería manejar en \$0,41 USD. Por otra parte en el escenario optimista la rentabilidad del proyecto es del 20,18% cuando la compra de la chatarra de aluminio sería de \$0,35 USD la libra esto a su vez llevaría a vender la tonelada de aluminio en al menos \$1500,00 USD; así mismo en este escenario la cantidad de aluminio que necesitaría la planta para cubrir sus gastos sería de 17 Tn/Mes, una cantidad menor a la necesitada en los escenarios anteriores.

# CAPÍTULO 6

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

1. El aluminio es un metal versátil el cual tiene diferentes aplicaciones, que van desde la industria aeronáutica hasta usos en el hogar, debido a sus propiedades físicas y mecánicas es uno de metales de mayor demanda a nivel mundial.
2. Puede ser reciclado infinita veces sin perder sus propiedades físicas y mecánicas, el reciclaje del aluminio ahorra hasta en un 95% de energía con respecto a la producción del aluminio primario lo que genera un impacto positivo al medioambiente.
3. El reciclaje de la chatarra de aluminio genera fuentes directas de empleo, que a su vez impacta de forma positiva en la economía del país, ya que en la cadena de recuperación intervienen varias personas.

4. El país al no ser un productor de aluminio primario se ve en la necesidad de importar aluminio de primera fusión de países industrializados que se dedican a esta actividad y esto produce un impacto negativo a la balanza comercial.
5. Dado que la oferta no satisface la demanda se motiva la creación de este proyecto.
6. Al realizar el estudio de mercados se evidenció que el precio de venta de la chatarra varía entre cada uno de los puntos de compra, esto puede ser una desventaja al momento de adquirir la materia prima frente a las grandes recicladoras que acaparan la mayoría de este metal.
7. Se definió la ubicación de la planta fundidora de aluminio reciclado usando el método de Brown-Gibson, una vez establecidos los valores objetivos y subjetivos adecuados para el análisis se concluyó que la ubicación adecuada estaría en la Vía a Daule.
8. Se optimizó los espacios utilizables a través de la metodología Systematic Plan Layout (SPL), este algoritmo nos generó una

solución óptima para la distribución de la planta, la cual se detalla en el layout final del proyecto de la planta fundidora de aluminio reciclado.

9. La clave principal del proceso de la planta de fundición es la selección adecuada de la chatarra, ya que esto permite menos desperdicio de material, y además, permite la obtención de un producto de alta calidad.
10. Los indicadores financieros del VAN y TIR demostraron que el proyecto es financieramente factible.
11. En condiciones normales para que la planta de fundición pueda cubrir los gastos operativos el punto de equilibrio indica que se deben producir y vender al menos 462 Tn/mes en el primer año.
12. Los ingresos para este proyecto están directamente relacionados a la cantidad de materia prima que se consiga y al precio que la pueda adquirir; como se pudo demostrar en el análisis de sensibilidad una ligera variación en el precio y la cantidad de compra determinan la rentabilidad del proyecto.

## 6.2 RECOMENDACIONES

1. Para tener a disposición la materia prima, se debe diseñar un programa que permita la recolección de la misma en cada uno de los centros de acopio.
2. Para tener disponibilidad de materia prima, se debe establecer una estrategia de compra que nos asegure contar con proveedores comprometidos.
3. Diseñar un departamento de investigación y desarrollo que permita agregar valor a nuestro producto y así posicionarnos en el mercado.
4. A futuro se puede usar la línea de producción propuesta para incursionar en el otro mercado ofreciendo un producto elaborado a base de aluminio, adquiriendo nueva maquinaria.
5. Como recomendación adicional se puede buscar otras ofertas en lo que respecta a maquinaria, es decir horno y lingotera que representan un gran porcentaje de la inversión y de esta manera disminuir costos.

**ANEXOS**

## ANEXO N° 1

### ALEACIONES PROPUESTAS PARA EL PROYECTO

Aleación	Usos	Composición Química en %										
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros	Al	
6063	Cañerías, barandas, muebles, perfiles de carpintería, camiones y pisos para trailers, puertas, ventanas, tubos para riego.	0,20				0,45						
		-	0,35	0,10	0,10	-	0,10	0,10	0,10	0,15	Resto	
6061	Componentes de chapa conformada y/o soldada, piezas mecánicas, industria del plástico, camiones, torres, canoas, vagones, muebles, cañerías y otras aplicaciones estructurales donde se requiera soldabilidad y resistencia a la corrosión y mecánica.	0,40		0,15		0,80	0,04					
		-	0,70	-	0,15	-	-	0,25	0,15	0,15	Resto	
6005	Carpinterías con exigencias especiales y/o estructurales (carp. Blindadas, fachadas con exigencias en características, etc.). Otras aplicaciones que necesiten una aleación de resistencia media (transporte, automoción, const. Navales, escaleras, etc.).	0,50				0,40						
		-	0,35	0,30	0,50	-	0,30	0,20	0,10	0,05	Resto	
		0,90				0,70						

**Fuente:** <http://www.capalex.co.uk/>

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

## ANEXO N° 2

### DISEÑO DE LA ENCUESTA

Empresa: _____		
¿Ustedes reciclan aluminio?		
<input type="radio"/> Si	<input type="radio"/> No	
¿Su empresa recicla aluminio?		
<input type="radio"/> Si	<input type="radio"/> No	
¿El reciclaje de la chatarra lo realizan de forma directa, por medio de proveedores ó ambas actividades a la vez?		
Forma directa <input type="radio"/>	Por medio de proveedores <input type="radio"/>	Ambas actividades <input type="radio"/>
¿Cuáles son los tipos de la chatarra de aluminio reciclan en su empresa? <span style="float: right;">(Puede seleccionar varios)</span>		
Aluminio Perfil <input type="radio"/>	Radiadora de aluminio <input type="radio"/>	Aluminio foil <input type="radio"/>
Cables de Aluminio <input type="radio"/>	Aluminio cacharro <input type="radio"/>	Aluminio cárter <input type="radio"/>
Lithografía <input type="radio"/>	Aluminio latas <input type="radio"/>	Aluminio de llantas <input type="radio"/>
Persianas de Aluminio <input type="radio"/>	Virutas de aluminio <input type="radio"/>	
¿Qué cantidad de aluminio recicla su empresa y con qué frecuencia?		
_____ Libras	<input type="radio"/> Día	
_____ Kilogramos	<input type="radio"/> Semanal	
_____ Toneladas	<input type="radio"/> Mensual	
¿Quiénes son sus clientes directos del aluminio reciclado? <span style="float: right;">(Puede seleccionar varios)</span>		
Andec <input type="radio"/>	Metaiben <input type="radio"/>	Comercial Orellana <input type="radio"/>
Novacero <input type="radio"/>	Comdamet <input type="radio"/>	Intecia <input type="radio"/>
Practipower <input type="radio"/>	Recynter <input type="radio"/>	Otro (especifique) _____
¿Cuál es el precio de venta en libra de la chatarra de aluminio?		
\$ _____	<input type="radio"/> Lb	<input type="radio"/> Kg <input type="radio"/> Tn
¿Con qué frecuencia entregan la chatarra reciclada?		
<input type="radio"/> Diaria	<input type="radio"/> Semanal	<input type="radio"/> Mensual
¿Su empresa transporta por sus propios medios la chatarra de aluminio hacia los distintos Centros de Acopios o Plantas Recicladoras?		
<input type="radio"/> Si	<input type="radio"/> No	

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

## ANEXO N° 3

### CLASIFICACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO

GRUPO 1			GRUPO 2		
Tipo	Origen	Especificación	Tipo	Origen	Especificación
Perfil lacado, anodizado/natural	Metal aplicado en carpintería de aluminio.	Ventana, mampara, puertas, etc. En barras largas o cortas. Recorte perfiles de taller con laca o pintura. Sin mermas de cristal, hierro, goma, puente térmico ni plástico.	Cárter	Metal procedente de automoción, fontanería, maquinaria.	Chatarra de trozos de aluminio fundido, cárter, cajas de cambio, chasis maquinaria, etc. Libre de aceites. Merma admitida hasta 2% en hierro, plástico o goma.
Perfil de obra o demolición	Material procedente de desmontaje en obras (puertas, ventanas, etc.)	Ventana, mampara y puerta, etc. En barras largas o cortas. Recorte perfiles y chapa de aluminio de obras con tornillo de hierro (hasta 5%), tiras de goma y/o puente térmico. Sin mermas de cristal o hierro.	Radiador aluminio cobre	Material procedente de climatización, industria y automoción. Chatarra de aluminio de condensadores.	Radiador libre de aceites y gases. Con merma o sin merma de plástico y/o hierro.
Recorte de chapa lacado, anodizado/natural	Metal aplicado en carpintería de aluminio, cartelería, etc.	Chapa en bruto. Sin merma de hierro, goma, pintura o laca.	Foil	Metal que procede en utensilios de uso cotidiano: cacerolas, sartenes, botes, etc.	Chatarra de aluminio viejo en bruto o pintado. Con una o más aleaciones. Tolerancia hasta el 4% de hierro.
Viruta de aluminio	Material sobrante de mecanizados de aluminio.	Chatarra resultante del proceso de mecanizado o fresado. En limpio sin o con merma de plástico o rotura. Admite merma.			
Persiana	Material encontrado en construcción, desmontajes, etc.	Cierres, persianas venecianas y de inyección de espuma.			

Fuente: <http://www.elchattarrero.com/productos/chatarra-de-aluminio>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

## ANEXO N° 4

A= Vía a Daule

B= Durán

C= Inmediaciones del Puerto

FACTORES OBJETIVOS						
Localización	Transporte MP (\$)	Impuestos municipales (\$m2/año)	Terreno (\$m2)	Total (Ci)	Recíproco (1/Ci)	FO
A	3600	7	90	3697	0,00027049	0,34588013
B	4200	7	85	4292	0,00023299	0,29793077
C	3480	10	100	3590	0,00027855	0,3561891
TOTAL					0,000782033	1

Factor (J)	Comparaciones pareadas			Suma de preferencia	Indice Wj
	A.V	I.A	S.B		
A.V		1	1	2	67%
I.A	0		1	1	33%
S.B	0	0		0	0%
TOTAL				3	

FACTORES SUBJETIVOS															
FACTOR	Accesos Viales					Impacto Ambiental					Servicios Básicos				
	Comparaciones pareadas			Suma de preferencia	Ri1	Comparaciones pareadas			Suma de preferencia	Ri1	Comparaciones pareadas			Suma de preferencia	Ri1
LOCALIDAD	A	B	C			A	B	C			A	B	C		
A		1	0	1	50%		1	1	2	67%		1	1	2	67%
B	0		0	0	0%	0		1	1	33%	0		0	0	0%
C	0	1		1	50%	0	0		0	0%	0	1		1	33%
TOTAL				2					3					3	

Factor (J)	Puntaje Relativo Rij			Indice Wj
	A	B	C	
Disp. MP	0,50	0,00	0,50	0,67
Disp. T	0,67	0,33	0,00	0,33
Disp. MO	0,67	0,00	0,33	0,00

FS<sub>A</sub>= 0,5556

FS<sub>B</sub>= 0,1111

FS<sub>C</sub>= 0,3333

K=0,75

**MPL<sub>A</sub> = 0,39829899**

**MPL<sub>B</sub> = 0,251225854**

**MPL<sub>C</sub> = 0,350475156**

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

## ANEXO N° 5

Medición de distancias recorridas en Layout # 1

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	625	13	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-
E	-	200	-	-	-	-	14	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
G	-	-	-	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de movimientos				852				

Medición de distancias recorridas en Layout # 2

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	500	23	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-
E	-	144	-	-	-	-	10	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
G	-	-	-	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de movimientos				677				

Medición de distancias recorridas en Layout # 3

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	550	15	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-
E	-	208	-	-	-	-	10	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
G	-	-	-	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de movimientos				783				

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015



## ANEXO N° 7

### OPCIONES GEOGRÁFICAS DE TERRENOS





Fuente: Google Earth

## ANEXO N° 8

### DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

**Cargo** Gerente General

**Reporta a** No Aplica

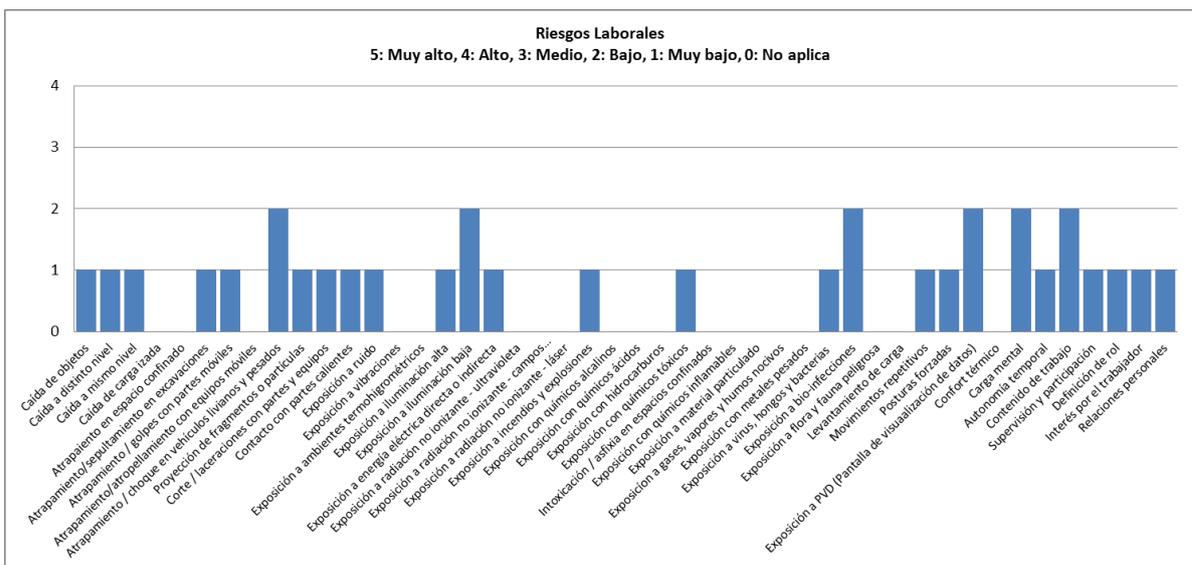
**Supervisión** Jefe de Operaciones, Jefe de Compra y Venta, Coordinador de Seguridad Integral, Asistente de Gerencia, Asistente de Finanzas.

**Perfil** Profesional en Administración de Empresas de preferencia Título de Cuarto Nivel.

**Competencias** Trabajo en equipo, enfoque al cliente, orientación a la acción, flexibilidad al cambio, desarrollo de subalternos.

- Funciones:**
- Responsable de la administración de la fábrica.
  - Planificar, organizar, dirigir y controlar estratégicamente todas las actividades de la fábrica.
  - Implementar y optimizar los procesos de la fábrica.
  - Mantener y mejorar la organización de trabajo y de la producción.
  - Determinar los niveles de inventarios de materia prima y producto terminado.
  - Evaluar periódicamente las funciones administrativas de las diferentes áreas.
  - Fomentar una actitud preventiva que impacten en la calidad del producto, el ambiente y tanto los riesgos y salud laboral en toda la organización.

#### Riesgos Laborales



**Cargo** Asistente de Gerencia

**Reporta a** Gerente General

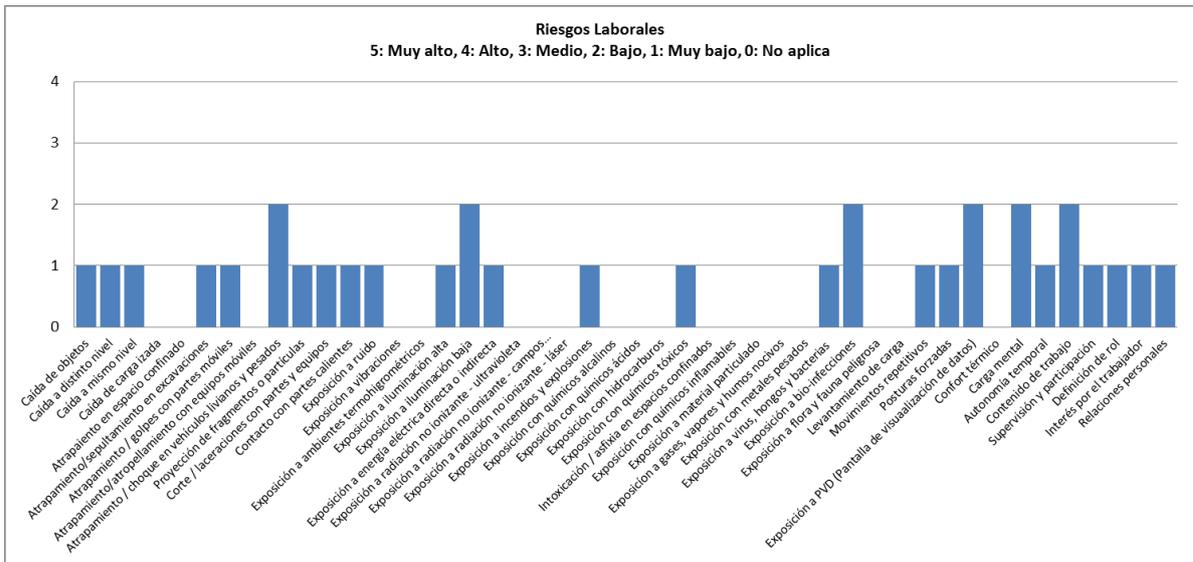
**Supervisión** No Aplica

**Perfil** Secretariado Ejecutivo

**Competencias** Orientación al cliente, orientación a la acción, planificación y organización, comunicación, trabajo en equipo.

- Funciones:**
- Solicitar y Controlar los suministros de oficinas y limpieza.
  - Atender requerimientos de los colaboradores.
  - Reporte mensual de gastos de alimentación, transporte.
  - Coordinación en asuntos de Recursos Humanos.
  - Reporte mensual de permisos, faltas justificadas e injustificadas.

**Riesgos Laborales**





**Cargo** Jefe de Operaciones

**Reporta a** Gerente General

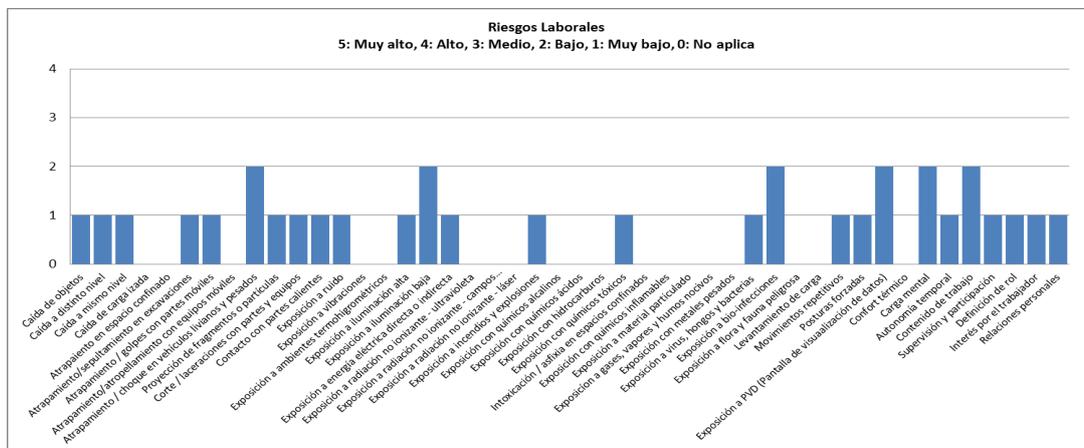
**Supervisión** Coordinador de Producción, Coordinador de Mantenimiento, Coordinador de Bodega y Laboratorista

**Perfil** Ingeniero Industrial, Mecánico o Eléctrico

**Competencias** Trabajo en equipo, enfoque al cliente, orientación a la acción, flexibilidad al cambio, facilidad para aprender, desarrollo de subalternos.

- Funciones:**
- Responsable del proceso de fabricación.
  - Ejecutar las órdenes de producción para garantizar la disponibilidad de productos y cumplimiento de fechas de despacho.
  - Optimizar la rotación de inventarios.
  - Administrar y actualizar las tasas de producción de todo el proceso.
  - Conservar y promover un buen ambiente laboral.
  - Mantener las instalaciones de la fábrica en un adecuado estado de orden y limpieza acorde a la naturaleza de las actividades.
  - Mantener un sistema adecuado de inspección y análisis de la calidad de las materias primas y productos terminados.
  - Mantener actualizadas las especificaciones para materias primas, procesos y productos elaborados.
  - Liderar la implementación de acciones correctivas, preventivas y mejora de no conformidades.

**Riesgos Laborales**



**Cargo** Jefe de Compras y Ventas

**Reporta a** Gerente General

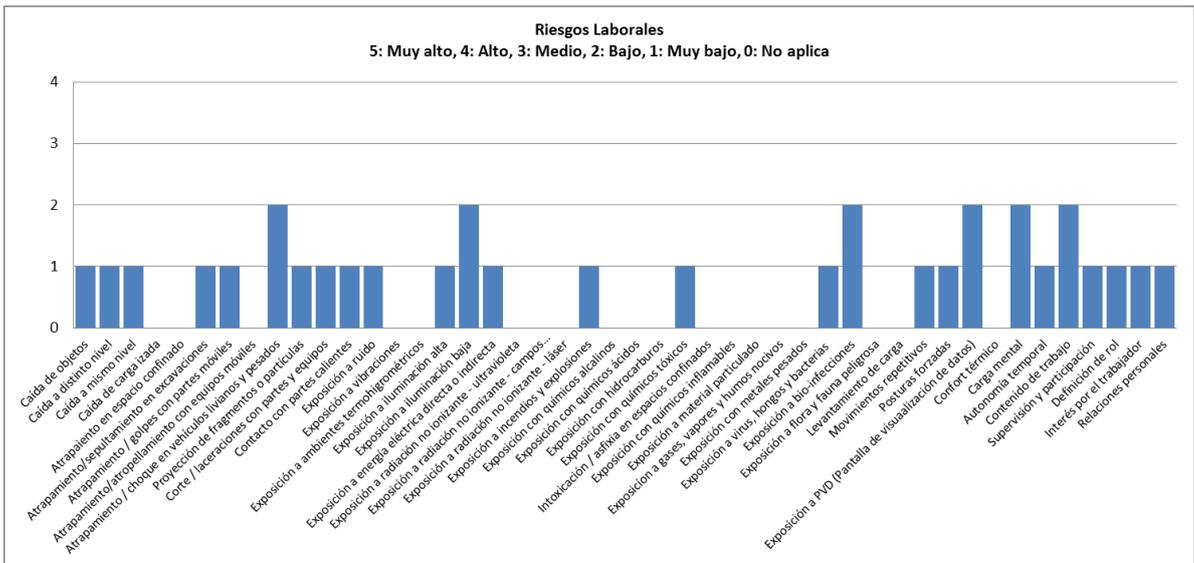
**Supervisión** No aplica

**Perfil** Ingeniero Industrial, Ingeniería Comercial, Economista

**Competencias** Trabajo en equipo, enfoque al cliente, orientación a la acción, poder de negociación, flexibilidad al cambio, facilidad para aprender.

- Funciones:**
- Coordina y planifica la gestión de compra requerida por la empresa.
  - Responsable del abastecimiento continuo de la materia prima a la empresa.
  - Administrar y mantener actualizado el proceso de evaluación de proveedores.
  - Mantener actualizadas las cotizaciones previas a la selección de proveedores.
  - Analizar las estadísticas de compra – venta y emitir los respectivos informes.
  - Ejecutar la identificación y calificación de proveedores.
  - Realizar la promoción del producto.
  - Realizar una búsqueda constante de nuevos clientes.

**Riesgos Laborales**



**Cargo****Jefe de Seguridad Integral****Reporta a**

Gerente General

**Supervisión**

No aplica

**Perfil**

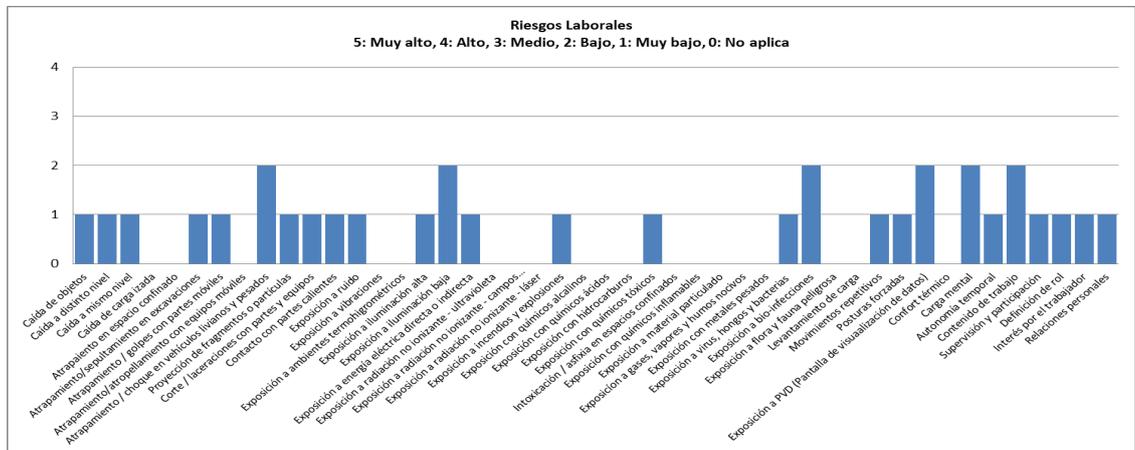
Ingeniero Industrial, Ingeniería en Procesos o afines

**Competencias**

Trabajo en equipo, enfoque al cliente, orientación a la acción, flexibilidad al cambio, facilidad para aprender.

**Funciones:**

- Responsable de la inducción general para personal propio y personal contratista.
- Elaborar planes de simulacros y elaborar reportes de los mismos.
- Gestionar el diseño y requerimiento de compra de la señalética necesaria.
- Responsable de inspecciones en sistemas de emergencia y contingencia.
- Apoyar en la gestión de investigación de accidentes laborales y registros de reportes.
- Realizar la evaluación técnica de nuevos Equipos de Protección Personal.
- Apoyar en la documentación y registro de puestos de trabajo.
- Realizar los monitoreos ambientales determinados en el plan de manejo ambiental de las plantas.
- Comunicar variaciones en las matrices de impacto ambiental en función de los monitoreos ambientales de los sitios de trabajo.
- Apoyar en los sitios de trabajo la gestión de seguridad física de ser requerido.
- Documentación de la evaluación de riesgos de los sitios de trabajo.
- Autoridad para detener un trabajo en planta que esté incumpliendo normativas de seguridad y salud laboral.

**Riesgos Laborales**

**Cargo** **Coordinador de Producción**

**Reporta a** Jefe de Operaciones

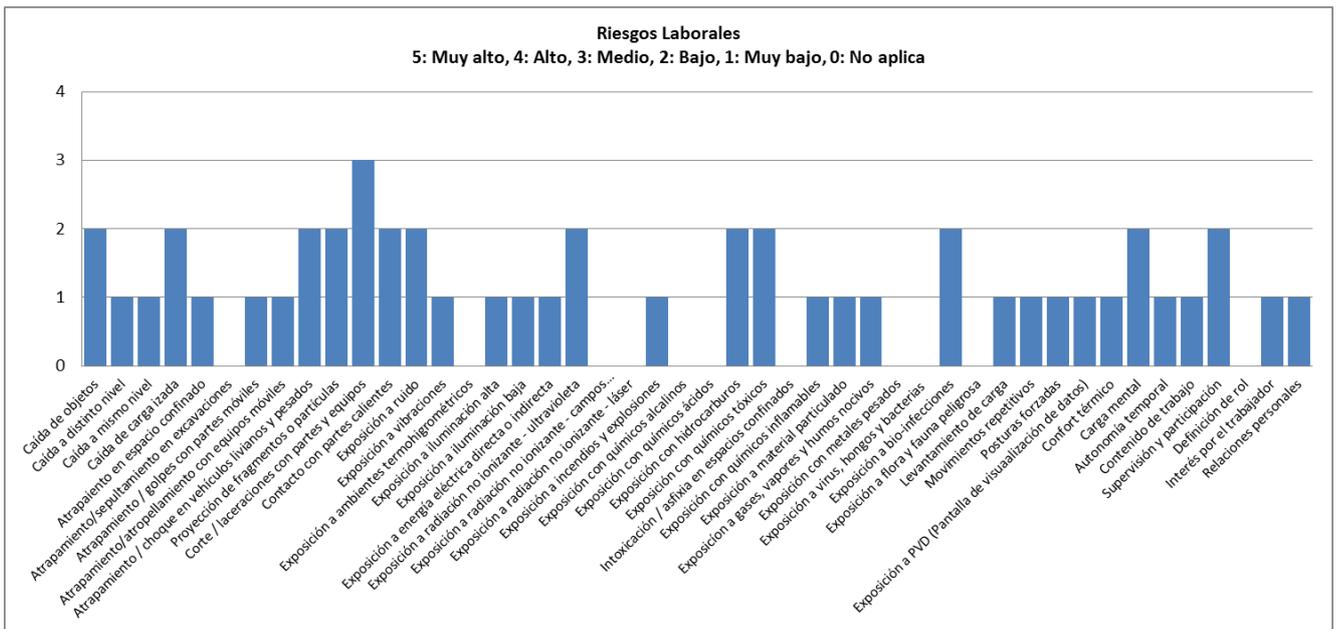
**Supervisión** Operador de Planta y Montacarguista

**Perfil** Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico o Ingeniero en Procesos

**Competencias** Trabajo en equipo, liderazgo, orientación al cambio, proactividad, toma de decisiones.

- Funciones:**
- Coordinar y ejecutar todas las actividades del proceso productivo.
  - Ordenar y garantizar la entrega del producto terminado.
  - Ejecutar las órdenes de producción y asegurar el flujo de la misma.
  - Optimizar el uso de los recursos de la empresa.
  - Responder por el orden y la limpieza del personal a su cargo.

**Riesgos Laborales**



## Cargo

Coordinador de Mantenimiento

## Reporta a

Jefe de Operaciones

## Supervisión

Técnico de Mantenimiento

## Perfil

Ingeniero Mecánico, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero Industrial

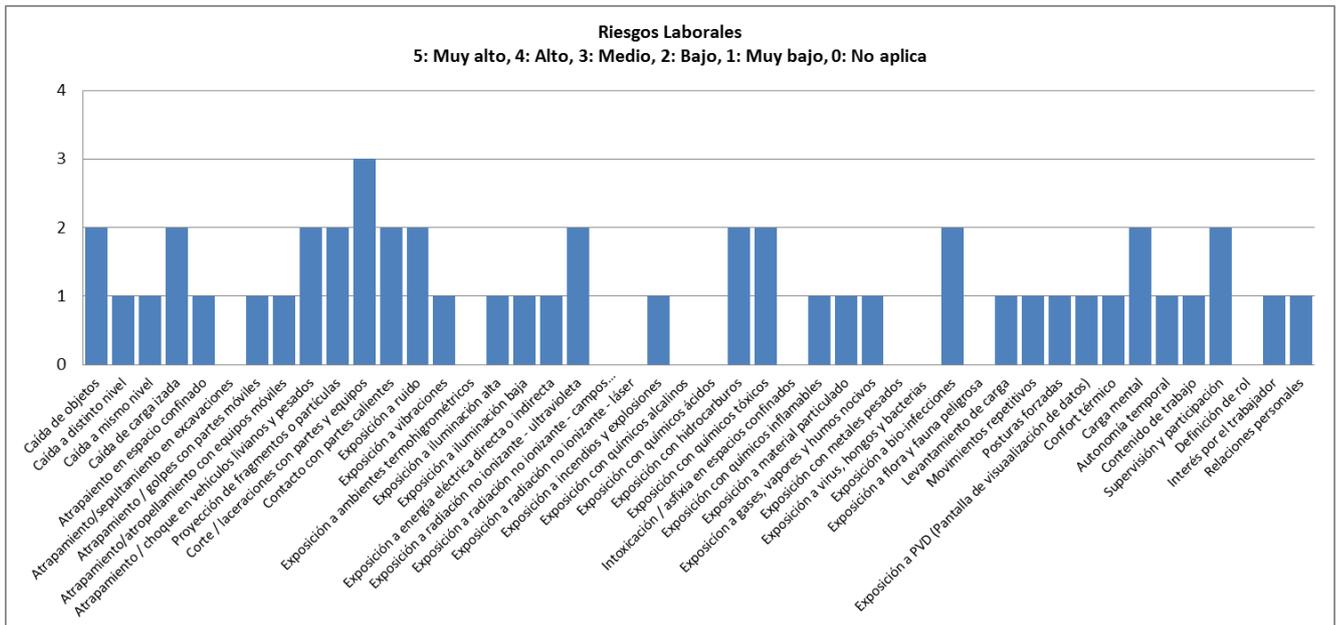
## Competencias

Trabajo en equipo, liderazgo, orientación al cambio, proactividad, toma de decisiones.

## Funciones:

- Elaborar los planes de mantenimiento Preventivo y Predictivo.
- Manejar indicadores de gestión de mantenimiento.
- Garantizar el funcionamiento de los equipos de planta.
- Elaborar estrategias para mejorar la eficiencia de los equipos de la planta.
- Gestionar la compra de repuestos de los equipos de la planta.

## Riesgos Laborales



**Cargo** **Coordinador de Bodega**

**Reporta a** Jefe de Operaciones

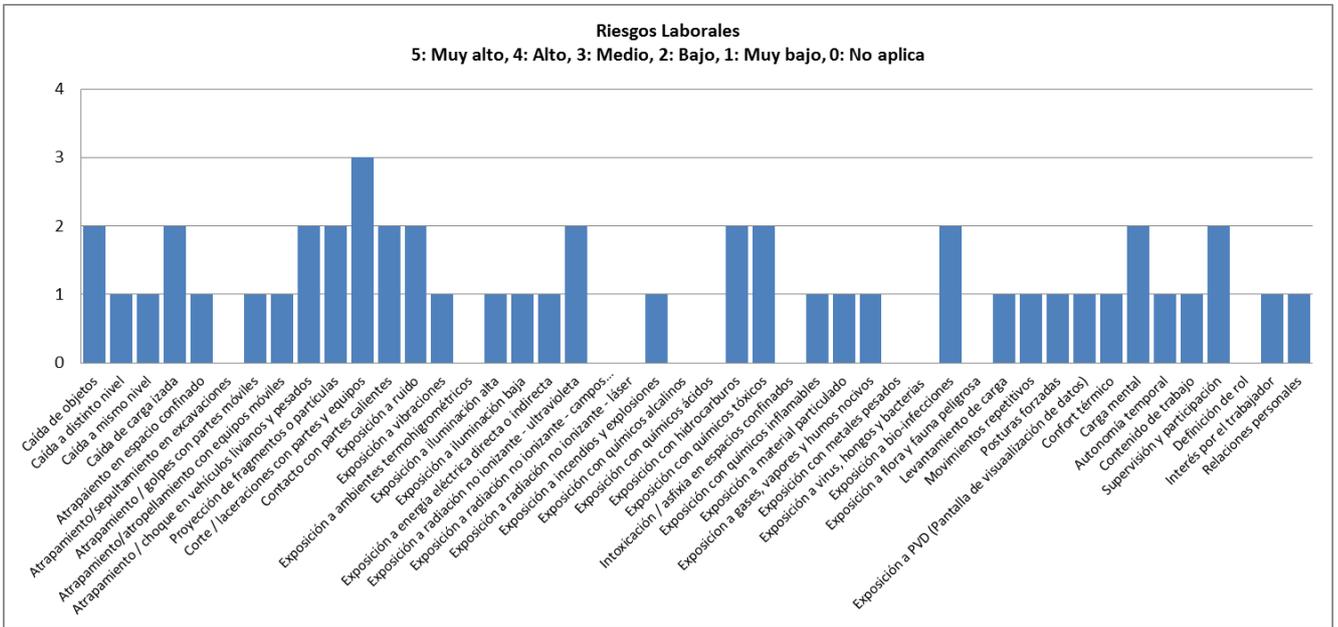
**Supervisión** Auxiliar de Bodega de MP y PT

**Perfil** Ingeniería Industrial, Ingeniería en Logística, Ingeniería Comercial

**Competencias** Trabajo en equipo, liderazgo, orientación al cambio, proactividad, toma de decisiones

- Funciones:**
- Responsable de la recepción y despacho de la materia prima, producto terminado e insumos.
  - Coordinar y controlar los niveles de stock en bodega y respectiva rotación.
  - Mantener y cumplir con los requisitos legales y ambientales para el almacenamiento de los productos bajo su custodia.
  - Coordina los despachos de producto terminado hacia los clientes externos.
  - Organizar ruta de compra de materia prima y entrega de producto terminado.

**Riesgos Laborales**



**Cargo** **Laboratorista**

**Reporta a** Jefe de Operaciones

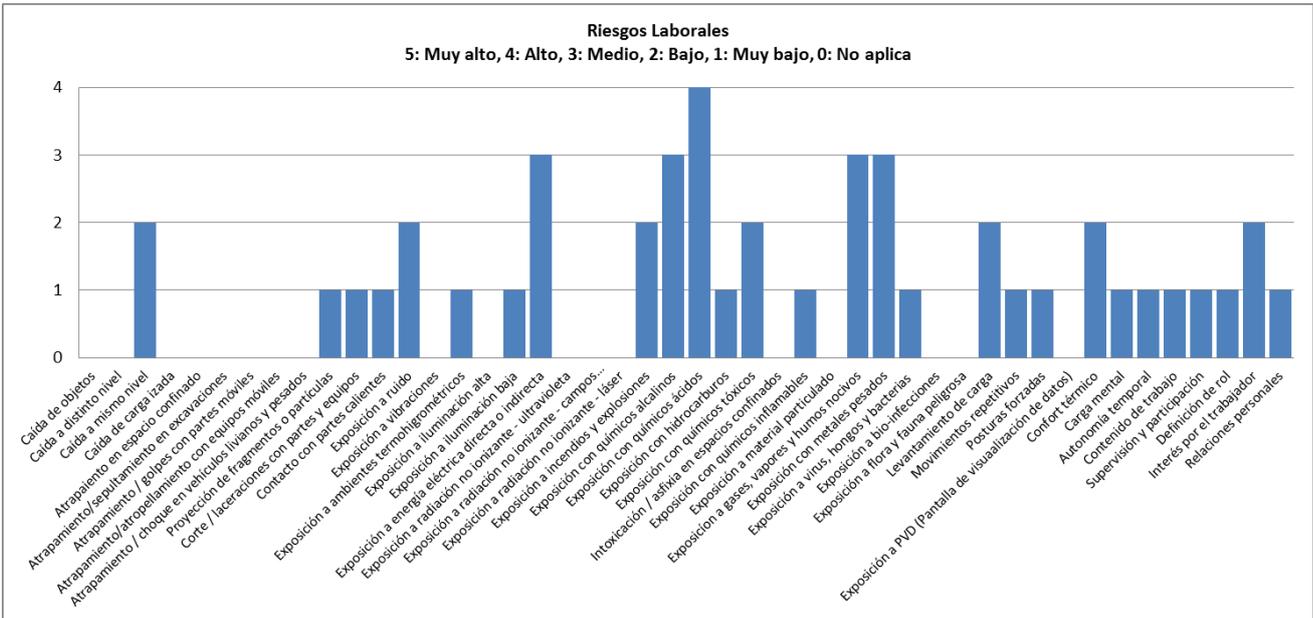
**Supervisión** No Aplica

**Perfil** Ingeniería Química

**Competencias** Trabajo en equipo, liderazgo, orientación al cambio, proactividad, toma de decisiones

- Funciones:**
- Realizar el análisis de materias primas, pruebas físicas y químicas en el producto terminado.
  - Elaborar reportes de los ensayos y pruebas.
  - Monitorear el proceso de fundición de la planta.
  - Realizar tareas adicionales asignadas.

**Riesgos Laborales**



**Cargo****Técnico de Mantenimiento****Reporta a**

Coordinador de Mantenimiento

**Supervisión**

No Aplica

**Perfil**

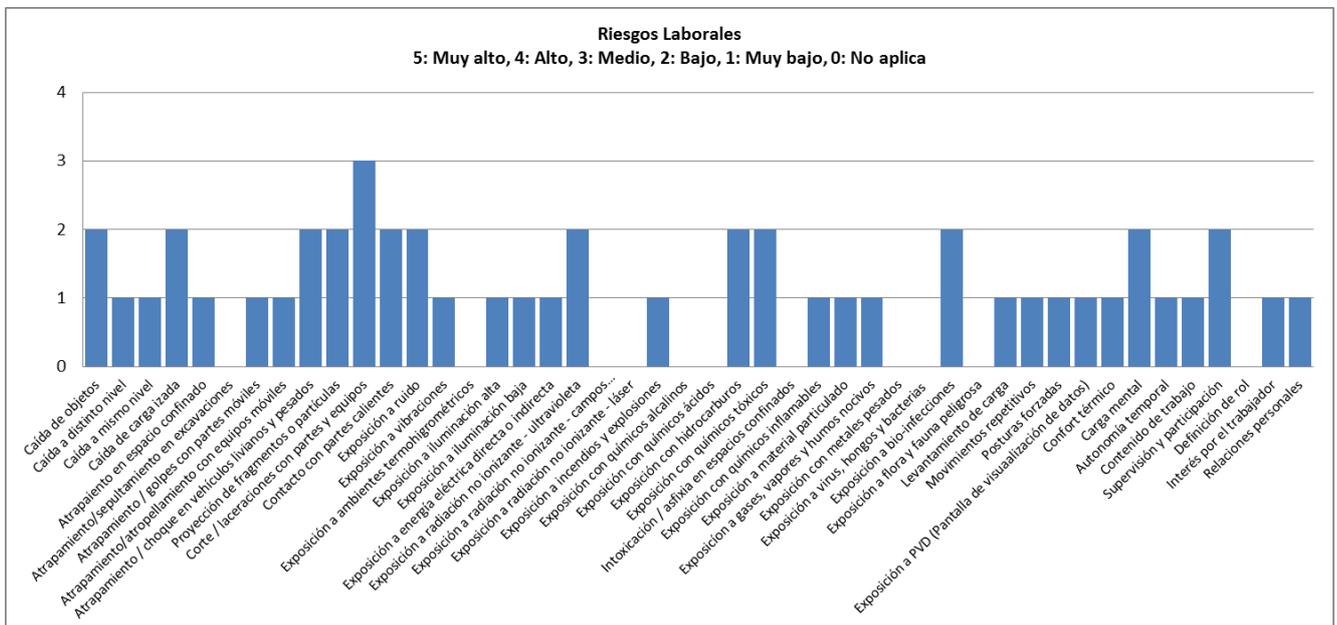
Bachiller técnico en Electricidad o Mecánica Industrial

**Competencias**

Trabajo en equipo, enfoque al cliente, orientación a la acción, flexibilidad al cambio, facilidad para aprender.

**Funciones:**

- Realizar en montajes de máquinas, equipos y dispositivos.
- Realizar los mantenimientos programados y atender eficazmente los mantenimientos correctivos.
- Mantener el orden y cuidado de los equipos y herramientas.
- Realizar trabajos de mantenimiento correctivo en los equipos.
- Entregar informes de los trabajos realizados a jefe inmediato de los trabajos realizados.

**Riesgos Laborales**

**Cargo** **Operador de Planta**

**Reporta a** Coordinador de Producción

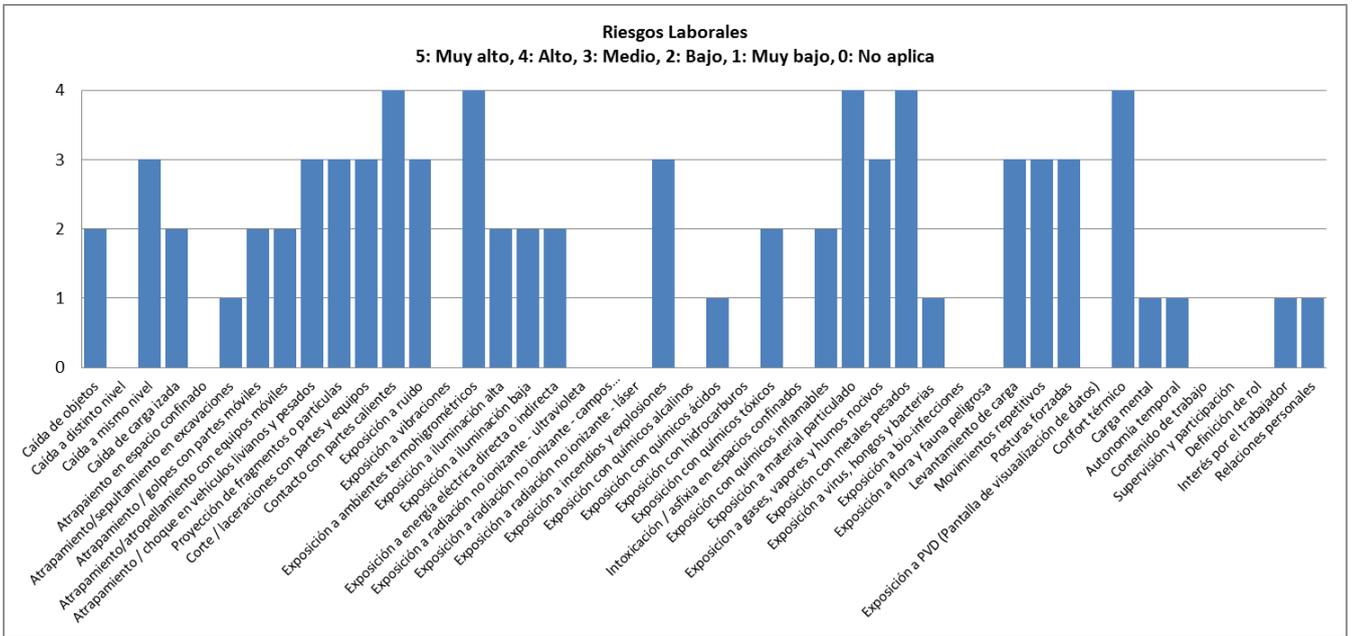
**Supervisión** No Aplica

**Perfil** Bachiller técnico en Electricidad o Mecánica Industrial

**Competencias** Trabajo en equipo, enfoque al cliente, orientación a la acción, flexibilidad al cambio, facilidad para aprender.

- Funciones:**
- Cumplir con las funciones asignadas.
  - Mantener limpio el lugar de trabajo.
  - Mantener el orden y cuidado del equipo y herramientas a su cargo.
  - Utilizar, cuidar y mantener en buen estado los equipos de Protección Personal.
  - Realizar las tareas adicionales asignados por su superior inmediato.

**Riesgos Laborales**



**Cargo Montacarguista**

**Reporta a** Coordinador de Producción

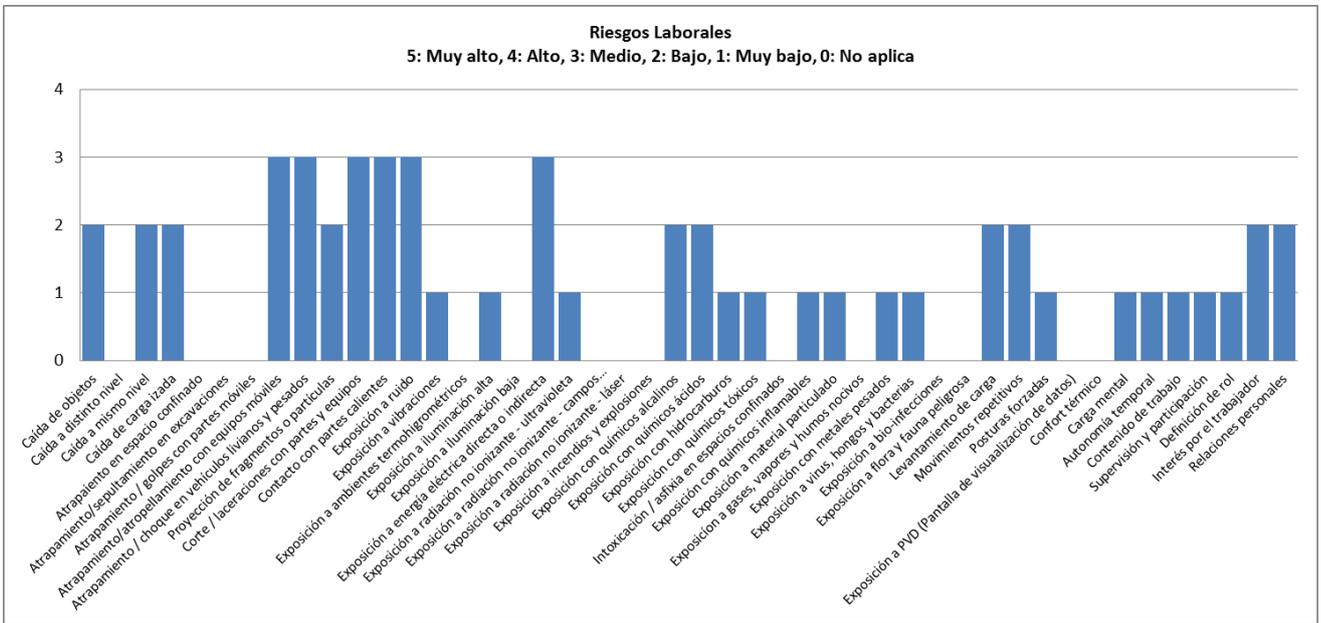
**Supervisión** No Aplica

**Perfil** Bachiller, Licencia de conducir Tipo G

**Competencias** Trabajo en equipo, enfoque al cliente, orientación a la acción, flexibilidad al cambio, facilidad para aprender.

- Funciones:**
- Cumplir con las funciones asignadas y los volúmenes de producción establecidos
  - Realizar el transporte y almacenamiento de materia prima y producto terminado.
  - Realizar el mantenimiento rutinario de montacargas
  - Realizar el mantenimiento general de instalaciones
  - Realizar las tareas adicionales asignados por su superior inmediato.

**Riesgos Laborales**



**Cargo** Auxiliar de Bodega de MP y PT

**Reporta a** Coordinador de Producción

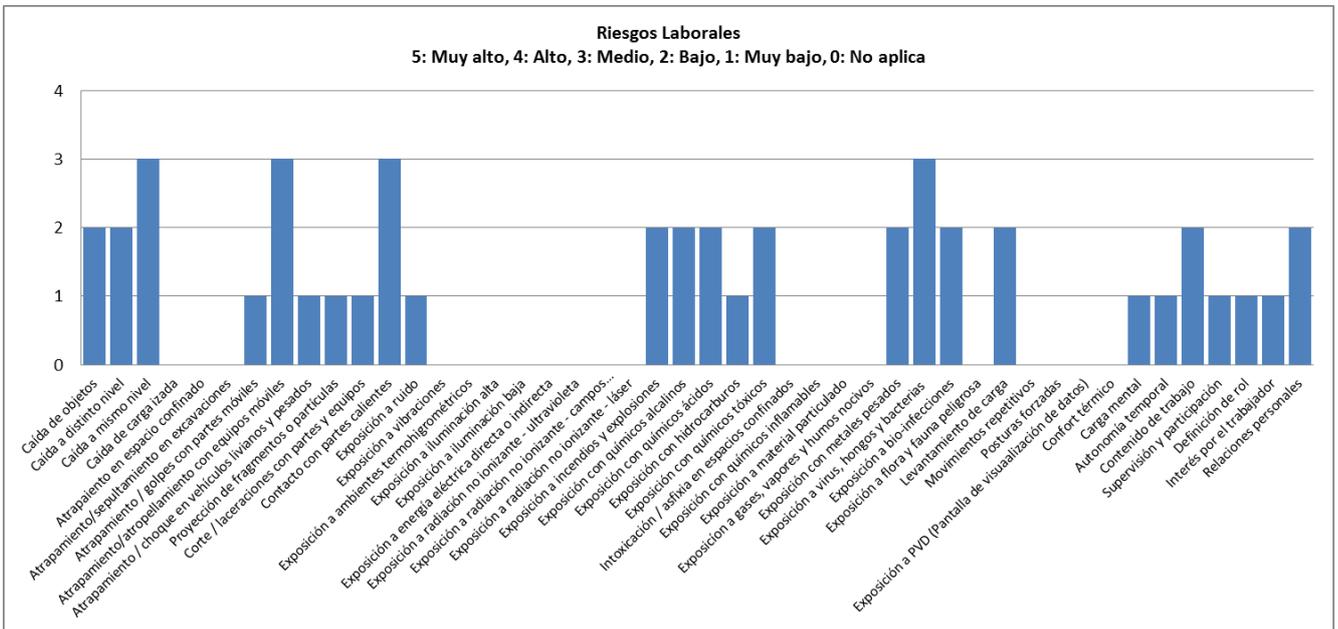
**Supervisión** No Aplica

**Perfil** Bachiller

**Competencias** Trabajo en equipo, enfoque al cliente, orientación a la acción, flexibilidad al cambio, facilidad para aprender.

- Funciones:**
- Realizar la recepción de materia prima.
  - Ubicar y estibar materia prima y producto terminado.
  - Mantener limpia y ordenada las Bodegas.
  - Despachos de Materiales solicitados en condiciones adecuadas.
  - Abastecimiento oportuno de las máquinas con la Materia Prima solicitada.

**Riesgos Laborales**



## ANEXO N° 9

### COSTOS DE PRODUCCIÓN

COSTO DE MATERIAL DIRECTO						
Cantidad de Producción (Toneladas)	Costo de procesamiento para una tonelada de chatarra (1000Kg)					
Materia Prima	Cant. al por mayor	Unidad	Precio al por mayor	Cant. Requerida por tonelada	Unidad	Costo unitario/tonelada
Chatarra	1	Kg	\$ 0,770	1000	Kg	\$ 770,00
GLP	1	kg	\$ 1,00	150	kg	\$ 150,00
Fundente	50	Kg	\$ 410,00	Kg		\$ -
Aleante Silicio	1000	kg	\$ 1.000,00	9	kg	\$ 9,00
Aleante Hierro	1000	kg	\$ 55,00	7	kg	\$ 0,39
Aleante Cobre	1000	kg	\$ 5.127,30	4	kg	\$ 20,51
Aleante Manganeso	1000	kg	\$ 1.000,00	1,5	kg	\$ 1,50
Aleante Magnesio	1000	kg	\$ 400,00	12	kg	\$ 4,80
Aleante Cromo	1	kg	\$ 40,00	3,5	kg	\$ 140,00
Aleante Zinc	1000	kg	\$ 1.807,60	2,5	kg	\$ 4,52
Aleante Titanio	1	kg	\$ 30,00	1,5	kg	\$ 45,00
<b>Costo de Material Directo</b>						<b>\$ 1.145,71</b>

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	Cantidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Operador de Planta	3	\$ 1.498,11	\$ 1.704,59	\$ 1.823,91	\$ 1.951,58	\$ 2.088,19
Coordinador de Producción	1	\$ 1.080,53	\$ 1.231,92	\$ 1.318,16	\$ 1.410,43	\$ 1.509,16
Montacarguista	1	\$ 499,37	\$ 568,20	\$ 607,97	\$ 650,53	\$ 696,06
Toneladas Mensuales		374	385	397	409	421
<b>Costo de Mano de Obra Directa</b>		<b>\$ 3.078,01</b>	<b>\$ 3.504,71</b>	<b>\$ 3.750,03</b>	<b>\$ 4.012,54</b>	<b>\$ 4.293,41</b>
<b>Costo MOD Anual</b>		<b>\$ 36.936,06</b>	<b>\$ 42.056,47</b>	<b>\$ 45.000,40</b>	<b>\$ 48.150,48</b>	<b>\$ 51.520,98</b>
<b>Costo Unitario de MOD</b>		<b>\$ 8,23</b>	<b>\$ 9,10</b>	<b>\$ 9,45</b>	<b>\$ 9,82</b>	<b>\$ 10,20</b>

COSTO INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Agua	\$ 1.000,00	\$ 1.035,58	\$ 1.072,42	\$ 1.110,57	\$ 1.150,08
Electricidad	\$ 5.760,00	\$ 5.964,91	\$ 6.177,11	\$ 6.396,86	\$ 6.624,43
Mantenimiento	\$ 300,00	\$ 310,67	\$ 321,72	\$ 333,17	\$ 345,02
Costo Mensual de CIF	\$ 7.060,00	\$ 7.311,16	\$ 7.571,25	\$ 7.840,60	\$ 8.119,53
<b>Costo CIF anual</b>	<b>\$ 84.720,00</b>	<b>\$ 87.733,91</b>	<b>\$ 90.855,05</b>	<b>\$ 94.087,22</b>	<b>\$ 97.434,37</b>
<b>Costo Unitario CIF</b>	<b>\$ 18,8770</b>	<b>\$ 18,9792</b>	<b>\$ 19,0819</b>	<b>\$ 19,1852</b>	<b>\$ 19,2890</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

## ANEXO N° 10

### GASTOS ADMINISTRATIVOS

Cargo	C	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gerente General	1	\$ 44.868,00	\$ 51.217,48	\$ 54.802,69	\$ 58.638,89	\$ 62.743,61
Asistente de Gerencia	1	\$ 9.256,80	\$ 10.546,52	\$ 11.284,77	\$ 12.074,71	\$ 12.919,94
Asistente de Finanzas	1	\$ 9.998,70	\$ 11.393,83	\$ 12.191,39	\$ 13.044,80	\$ 13.957,93
Jefe de Operaciones	1	\$ 25.578,60	\$ 29.187,37	\$ 31.230,49	\$ 33.416,63	\$ 35.755,79
Jefe de Compras y Ventas	1	\$ 22.611,00	\$ 25.798,13	\$ 27.603,99	\$ 29.536,28	\$ 31.603,81
Coordinador de Seguridad Integral	1	\$ 11.482,50	\$ 13.088,45	\$ 14.004,64	\$ 14.984,98	\$ 16.033,92
Coordinador de Mantenimiento	1	\$ 12.966,30	\$ 14.783,08	\$ 15.817,89	\$ 16.925,15	\$ 18.109,90
Coordinador de Bodega	1	\$ 11.482,50	\$ 13.088,45	\$ 14.004,64	\$ 14.984,98	\$ 16.033,92
Laboratorista	1	\$ 9.256,80	\$ 10.546,52	\$ 11.284,77	\$ 12.074,71	\$ 12.919,94
Técnico de Mantenimiento	2	\$ 21.481,20	\$ 24.482,28	\$ 26.196,04	\$ 28.029,78	\$ 29.991,85
<b>TOTAL SUELDOS ADM</b>		<b>\$ 112.313,10</b>	<b>\$ 128.143,33</b>	<b>\$ 137.113,34</b>	<b>\$ 146.711,32</b>	<b>\$ 156.981,08</b>

Servicios Prestados	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Limpieza	\$ 354,00	\$ 366,59	\$ 379,64	\$ 393,14	\$ 407,13
Vigilancia/Guardianía	\$ 1.500,00	\$ 1.553,36	\$ 1.608,62	\$ 1.665,85	\$ 1.725,11
Servicios Informáticos	\$ 200,00	\$ 207,12	\$ 214,48	\$ 222,11	\$ 230,02
<b>Mensual</b>	<b>\$ 2.054,00</b>	<b>\$ 2.127,07</b>	<b>\$ 2.202,74</b>	<b>\$ 2.281,10</b>	<b>\$ 2.362,25</b>
<b>Anual</b>	<b>\$ 24.648,00</b>	<b>\$ 25.524,85</b>	<b>\$ 26.432,90</b>	<b>\$ 27.373,25</b>	<b>\$ 28.347,05</b>

Servicios Básicos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Electricidad	\$ 150,00	\$ 155,34	\$ 160,86	\$ 166,59	\$ 172,51
Agua	\$ 100,00	\$ 103,56	\$ 107,24	\$ 111,06	\$ 115,01
Teléfono	\$ 100,00	\$ 103,56	\$ 107,24	\$ 111,06	\$ 115,01
<b>Gastos Serv. Básicos/mes</b>	<b>\$ 350,00</b>	<b>\$ 362,45</b>	<b>\$ 375,35</b>	<b>\$ 388,70</b>	<b>\$ 402,53</b>
<b>Gastos Serv. Básicos anual</b>	<b>\$ 4.200,00</b>	<b>\$ 4.349,42</b>	<b>\$ 4.504,15</b>	<b>\$ 4.664,38</b>	<b>\$ 4.830,32</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

Otros	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Suministros Oficina	\$ 300,00	\$ 310,67	\$ 321,72	\$ 333,17	\$ 345,02
Internet	\$ 151,00	\$ 151,00	\$ 151,00	\$ 151,00	\$ 151,00
<b>Mensual</b>	<b>\$ 451,00</b>	<b>\$ 461,67</b>	<b>\$ 472,72</b>	<b>\$ 484,17</b>	<b>\$ 496,02</b>
<b>Anual</b>	<b>\$ 5.412,00</b>	<b>\$ 5.540,07</b>	<b>\$ 5.672,70</b>	<b>\$ 5.810,04</b>	<b>\$ 5.952,27</b>

Permisos de Funcionamiento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Constitución	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Permiso de Uso de Suelo	\$ -	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00
Registro IESS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
SRI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Cuerpo de Bomberos	\$ -	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00
MSP	\$ -	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00
Registro Sanitario	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Permiso de Funcionamiento Municipal	\$ -	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00
Código de Barras	\$ -				
Patente Municipal	\$ -	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00
Patente de Producto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>TOTAL PERMISOS</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 690,00</b>	<b>\$ 690,00</b>	<b>\$ 690,00</b>	<b>\$ 690,00</b>

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

## ANEXO N° 11

### INVERSIÓN INICIAL

ACTIVO NO CORRIENTE	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Vida Útil	Valor Residual	Depreciación Anual	Depreciación Mensual
<b>ÁREA DE PRODUCCIÓN</b>							
Horno Reverbero Basculante	1	\$ 354.304,08	\$ 354.304,08	10	\$ 35.430,41	\$ 31.887,37	\$ 2.657,28
Espectrómetro de absorción atómica	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	5	\$ 500,00	\$ 900,00	\$ 75,00
Máquina de Lingoteado Automático	1	\$ 211.765,31	\$ 211.765,31	10	\$ 21.176,53	\$ 19.058,88	\$ 1.588,24
Lavador de Gases	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00	15	\$ 10.000,00	\$ 6.000,00	\$ 500,00
Balanza Digital	2	\$ 400,00	\$ 800,00	5	\$ 80,00	\$ 144,00	\$ 12,00
Compresor de Aire	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	5	\$ 500,00	\$ 900,00	\$ 75,00
Transformador	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00	10	\$ 2.500,00	\$ 2.250,00	\$ 187,50
Montacargas Toyota de 3 Toneladas a Gas	1	\$ 15.200,00	\$ 15.200,00	10	\$ 1.520,00	\$ 1.368,00	\$ 114,00
Palas	3	\$ 25,00	\$ 75,00	0,5	\$ 7,50	\$ 135,00	\$ 11,25
Kit de Herramientas	2	\$ 8,00	\$ 16,00	0,5	\$ 1,60	\$ 28,80	\$ 2,40
Manguera	1	\$ 8,00	\$ 8,00	0,5	\$ 0,80	\$ 14,40	\$ 1,20
Cuchara de vaciado	3	\$ 5,00	\$ 15,00	5	\$ 1,50	\$ 2,70	\$ 0,23
Bota industrial con suela antiderrapante (p	10	\$ 50,00	\$ 500,00	0,5	\$ 50,00		\$ -
Casco aluminizado de alto impacto	10	\$ 20,00	\$ 200,00	2	\$ 20,00	\$ 90,00	\$ 7,50
Guantes de cuero (par)	10	\$ 2,50	\$ 25,00		\$ 2,50		\$ -
Gafas de protección industrial	10	\$ 6,00	\$ 60,00		\$ 6,00		\$ -
Respirador para Partículas 3M 8233, N100	1	\$ 30,00	\$ 30,00		\$ 3,00		\$ -
Orejera 3M Peltor Optime 98	10	\$ 25,00	\$ 250,00		\$ 25,00		\$ -
Mandiles y polainas de carnaza	10	\$ 10,00	\$ 100,00		\$ 10,00		\$ -
Extintores de 10 libras	4	\$ 35,00	\$ 140,00	1	\$ 14,00	\$ 126,00	\$ 10,50
Estantería de metal (90x189x40 cm)	1	\$ 80,00	\$ 80,00	5	\$ 8,00	\$ 14,40	\$ 1,20
<b>Sub Total</b>			<b>\$ 718.568,39</b>			<b>\$ 62.919,55</b>	<b>\$ 5.243,30</b>
<b>ÁREA ADMINISTRATIVA</b>							
Computadora de escritorio	10	\$ 650,00	\$ 6.500,00	5	\$ 650,00	\$ 1.170,00	\$ 97,50
Impresora Multifunción Samsung Laser	4	\$ 320,00	\$ 1.280,00	5	\$ 128,00	\$ 230,40	\$ 19,20
Teléfono convencional	10	\$ 15,00	\$ 150,00	10	\$ 15,00	\$ 13,50	\$ 1,13
Sillas giratorias	10	\$ 110,00	\$ 1.100,00	5	\$ 110,00	\$ 198,00	\$ 16,50
Sillas para visitas	5	\$ 20,00	\$ 100,00	10	\$ 10,00	\$ 9,00	\$ 0,75
Escritorios de oficinas	10	\$ 200,00	\$ 2.000,00	10	\$ 200,00	\$ 180,00	\$ 15,00
Archivadores	2	\$ 135,00	\$ 270,00	10	\$ 27,00	\$ 24,30	\$ 2,03
Mesa de reuniones	1	\$ 280,00	\$ 280,00	10	\$ 28,00	\$ 25,20	\$ 2,10
Sillas para reuniones	9	\$ 60,00	\$ 540,00	10	\$ 54,00	\$ 48,60	\$ 4,05
Proyector Benq 3000 Lumines	1	\$ 630,00	\$ 630,00	5	\$ 63,00	\$ 113,40	\$ 9,45
Pantalla de proyección	1	\$ 100,00	\$ 100,00	5	\$ 10,00	\$ 18,00	\$ 1,50
Cestos de Basura	10	\$ 2,00	\$ 20,00	5	\$ 2,00	\$ 3,60	\$ 0,30
<b>Sub Total</b>			<b>\$ 12.970,00</b>			<b>\$ 2.034,00</b>	<b>\$ 169,50</b>

<b>TOTAL</b>			<b>\$ 731.538,39</b>			<b>Depreciación \$ 64.953,55</b>	
--------------	--	--	----------------------	--	--	----------------------------------	--

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

## ANEXO N° 12

### TABLA DE AMORTIZACIÓN

Mes	Debo	Pago	Interés	Capital	SALDO
1	\$ 1.721.409,71	(\$ 38.291,81)	\$ 17.214,10	(\$ 21.077,71)	\$ 1.700.332,00
2	\$ 1.700.332,00	(\$ 38.291,81)	\$ 17.003,32	(\$ 21.288,49)	\$ 1.679.043,51
3	\$ 1.679.043,51	(\$ 38.291,81)	\$ 16.790,44	(\$ 21.501,37)	\$ 1.657.542,13
4	\$ 1.657.542,13	(\$ 38.291,81)	\$ 16.575,42	(\$ 21.716,39)	\$ 1.635.825,75
5	\$ 1.635.825,75	(\$ 38.291,81)	\$ 16.358,26	(\$ 21.933,55)	\$ 1.613.892,20
6	\$ 1.613.892,20	(\$ 38.291,81)	\$ 16.138,92	(\$ 22.152,89)	\$ 1.591.739,31
7	\$ 1.591.739,31	(\$ 38.291,81)	\$ 15.917,39	(\$ 22.374,42)	\$ 1.569.364,90
8	\$ 1.569.364,90	(\$ 38.291,81)	\$ 15.693,65	(\$ 22.598,16)	\$ 1.546.766,74
9	\$ 1.546.766,74	(\$ 38.291,81)	\$ 15.467,67	(\$ 22.824,14)	\$ 1.523.942,60
10	\$ 1.523.942,60	(\$ 38.291,81)	\$ 15.239,43	(\$ 23.052,38)	\$ 1.500.890,21
11	\$ 1.500.890,21	(\$ 38.291,81)	\$ 15.008,90	(\$ 23.282,91)	\$ 1.477.607,31
12	\$ 1.477.607,31	(\$ 38.291,81)	\$ 14.776,07	(\$ 23.515,74)	\$ 1.454.091,57
13	\$ 1.454.091,57	(\$ 38.291,81)	\$ 14.540,92	(\$ 23.750,89)	\$ 1.430.340,68
14	\$ 1.430.340,68	(\$ 38.291,81)	\$ 14.303,41	(\$ 23.988,40)	\$ 1.406.352,28
15	\$ 1.406.352,28	(\$ 38.291,81)	\$ 14.063,52	(\$ 24.228,29)	\$ 1.382.123,99
16	\$ 1.382.123,99	(\$ 38.291,81)	\$ 13.821,24	(\$ 24.470,57)	\$ 1.357.653,42
17	\$ 1.357.653,42	(\$ 38.291,81)	\$ 13.576,53	(\$ 24.715,27)	\$ 1.332.938,15
18	\$ 1.332.938,15	(\$ 38.291,81)	\$ 13.329,38	(\$ 24.962,43)	\$ 1.307.975,72
19	\$ 1.307.975,72	(\$ 38.291,81)	\$ 13.079,76	(\$ 25.212,05)	\$ 1.282.763,67
20	\$ 1.282.763,67	(\$ 38.291,81)	\$ 12.827,64	(\$ 25.464,17)	\$ 1.257.299,50
21	\$ 1.257.299,50	(\$ 38.291,81)	\$ 12.573,00	(\$ 25.718,81)	\$ 1.231.580,69
22	\$ 1.231.580,69	(\$ 38.291,81)	\$ 12.315,81	(\$ 25.976,00)	\$ 1.205.604,69
23	\$ 1.205.604,69	(\$ 38.291,81)	\$ 12.056,05	(\$ 26.235,76)	\$ 1.179.368,93
24	\$ 1.179.368,93	(\$ 38.291,81)	\$ 11.793,69	(\$ 26.498,12)	\$ 1.152.870,81
25	\$ 1.152.870,81	(\$ 38.291,81)	\$ 11.528,71	(\$ 26.763,10)	\$ 1.126.107,71
26	\$ 1.126.107,71	(\$ 38.291,81)	\$ 11.261,08	(\$ 27.030,73)	\$ 1.099.076,98
27	\$ 1.099.076,98	(\$ 38.291,81)	\$ 10.990,77	(\$ 27.301,04)	\$ 1.071.775,94
28	\$ 1.071.775,94	(\$ 38.291,81)	\$ 10.717,76	(\$ 27.574,05)	\$ 1.044.201,89
29	\$ 1.044.201,89	(\$ 38.291,81)	\$ 10.442,02	(\$ 27.849,79)	\$ 1.016.352,10
30	\$ 1.016.352,10	(\$ 38.291,81)	\$ 10.163,52	(\$ 28.128,29)	\$ 988.223,81
31	\$ 988.223,81	(\$ 38.291,81)	\$ 9.882,24	(\$ 28.409,57)	\$ 959.814,24
32	\$ 959.814,24	(\$ 38.291,81)	\$ 9.598,14	(\$ 28.693,67)	\$ 931.120,58
33	\$ 931.120,58	(\$ 38.291,81)	\$ 9.311,21	(\$ 28.980,60)	\$ 902.139,97
34	\$ 902.139,97	(\$ 38.291,81)	\$ 9.021,40	(\$ 29.270,41)	\$ 872.869,57

35	\$ 872.869,57	(\$ 38.291,81)	\$ 8.728,70	(\$ 29.563,11)	\$ 843.306,45
36	\$ 843.306,45	(\$ 38.291,81)	\$ 8.433,06	(\$ 29.858,74)	\$ 813.447,71
37	\$ 813.447,71	(\$ 38.291,81)	\$ 8.134,48	(\$ 30.157,33)	\$ 783.290,38
38	\$ 783.290,38	(\$ 38.291,81)	\$ 7.832,90	(\$ 30.458,90)	\$ 752.831,47
39	\$ 752.831,47	(\$ 38.291,81)	\$ 7.528,31	(\$ 30.763,49)	\$ 722.067,98
40	\$ 722.067,98	(\$ 38.291,81)	\$ 7.220,68	(\$ 31.071,13)	\$ 690.996,85
41	\$ 690.996,85	(\$ 38.291,81)	\$ 6.909,97	(\$ 31.381,84)	\$ 659.615,01
42	\$ 659.615,01	(\$ 38.291,81)	\$ 6.596,15	(\$ 31.695,66)	\$ 627.919,35
43	\$ 627.919,35	(\$ 38.291,81)	\$ 6.279,19	(\$ 32.012,61)	\$ 595.906,74
44	\$ 595.906,74	(\$ 38.291,81)	\$ 5.959,07	(\$ 32.332,74)	\$ 563.574,00
45	\$ 563.574,00	(\$ 38.291,81)	\$ 5.635,74	(\$ 32.656,07)	\$ 530.917,93
46	\$ 530.917,93	(\$ 38.291,81)	\$ 5.309,18	(\$ 32.982,63)	\$ 497.935,30
47	\$ 497.935,30	(\$ 38.291,81)	\$ 4.979,35	(\$ 33.312,46)	\$ 464.622,85
48	\$ 464.622,85	(\$ 38.291,81)	\$ 4.646,23	(\$ 33.645,58)	\$ 430.977,27
49	\$ 430.977,27	(\$ 38.291,81)	\$ 4.309,77	(\$ 33.982,04)	\$ 396.995,23
50	\$ 396.995,23	(\$ 38.291,81)	\$ 3.969,95	(\$ 34.321,86)	\$ 362.673,38
51	\$ 362.673,38	(\$ 38.291,81)	\$ 3.626,73	(\$ 34.665,07)	\$ 328.008,30
52	\$ 328.008,30	(\$ 38.291,81)	\$ 3.280,08	(\$ 35.011,73)	\$ 292.996,58
53	\$ 292.996,58	(\$ 38.291,81)	\$ 2.929,97	(\$ 35.361,84)	\$ 257.634,73
54	\$ 257.634,73	(\$ 38.291,81)	\$ 2.576,35	(\$ 35.715,46)	\$ 221.919,27
55	\$ 221.919,27	(\$ 38.291,81)	\$ 2.219,19	(\$ 36.072,62)	\$ 185.846,66
56	\$ 185.846,66	(\$ 38.291,81)	\$ 1.858,47	(\$ 36.433,34)	\$ 149.413,32
57	\$ 149.413,32	(\$ 38.291,81)	\$ 1.494,13	(\$ 36.797,67)	\$ 112.615,64
58	\$ 112.615,64	(\$ 38.291,81)	\$ 1.126,16	(\$ 37.165,65)	\$ 75.449,99
59	\$ 75.449,99	(\$ 38.291,81)	\$ 754,50	(\$ 37.537,31)	\$ 37.912,68
60	\$ 37.912,68	(\$ 38.291,81)	\$ 379,13	(\$ 37.912,68)	\$ 0,00

Elaboración: Alava, E. y Villamar, P. 2015

## ANEXO N° 13

### FLUJO DE CAJA

FLUJO DE CAJA PROYECTADO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Toneladas Vendidas</b>		4488,00	4622,64	4761,32	4904,16	5051,28
<b>Ingresos</b>		\$ 6.732.000,00	\$ 6.933.960,00	\$ 7.141.978,80	\$ 7.356.238,16	\$ 7.576.925,31
<b>Venta de Activos</b>						
<b>Costos de Producción</b>		\$ (5.263.616,90)	\$ (5.614.423,07)	\$ (5.985.996,39)	\$ (6.382.245,19)	\$ (6.804.810,98)
<b>Gastos de Ventas</b>		\$ (64.800,00)	\$ (53.824,56)	\$ (47.861,01)	\$ (47.862,31)	\$ (47.862,35)
<b>Gastos Administrativos</b>		\$ (146.573,10)	\$ (164.247,67)	\$ (174.413,08)	\$ (185.248,99)	\$ (196.800,72)
<b>Depreciación</b>		\$ (64.953,55)	\$ (64.953,55)	\$ (64.953,55)	\$ (64.953,55)	\$ (64.953,55)
<b>Amortización</b>		\$ (192.183,56)	\$ (158.280,93)	\$ (120.078,60)	\$ (77.031,26)	\$ (28.524,43)
<b>Valor libro</b>						
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>		\$ 999.872,89	\$ 878.230,23	\$ 748.676,18	\$ 598.896,88	\$ 433.973,28
<b>Participación de los trabajadores 15%</b>		\$ (149.980,93)	\$ (131.734,53)	\$ (112.301,43)	\$ (89.834,53)	\$ (65.095,99)
<b>Impuesto a la renta 23%</b>		\$ (195.475,15)	\$ (171.694,01)	\$ (146.366,19)	\$ (117.084,34)	\$ (84.841,78)
<b>Utilidad Neta</b>		\$ 654.416,81	\$ 574.801,69	\$ 490.008,56	\$ 391.978,00	\$ 284.035,51
<b>Depreciación</b>		\$ 64.953,55	\$ 64.953,55	\$ 64.953,55	\$ 64.953,55	\$ 64.953,55
<b>Capital del préstamo</b>		\$ (267.318,13)	\$ (301.220,76)	\$ (339.423,10)	\$ (382.470,44)	\$ (430.977,27)
<b>Flujo</b>		\$ 452.052,22	\$ 338.534,47	\$ 215.539,00	\$ 74.461,11	\$ (81.988,21)
<b>Capital Inversionistas</b>	\$ 737.747,02					
<b>Préstamo</b>	\$ 1.721.409,71					
<b>Inversión Inicial</b>	\$ (1.546.658,39)					
<b>Flujo Acumulado</b>	\$ 912.498,33	\$ 1.364.550,55	\$ 1.703.085,02	\$ 1.918.624,02	\$ 1.993.085,13	\$ 1.911.096,92
<b>Flujo de Caja del Inversionista</b>	\$ (737.747,02)	\$ 452.052,22	\$ 338.534,47	\$ 215.539,00	\$ 74.461,11	\$ (81.988,21)

<b>TMAR MIXTA</b>	13,20%
<b>VAN</b>	\$ 75.660,99
<b>TIR</b>	20,18%

<b>Inflación</b>	3,56%
<b>TMAR</b>	12%
<b>TMAR con inflación</b>	15,98%

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>PAYBACK</b>	\$ 403.618,05	\$ 302.262,92	\$ 192.445,54	\$ 66.483,13	\$ (73.203,76)

\$ 403.618,05	\$ 705.880,97	\$ 898.326,51	\$ 964.809,64	\$ 891.605,88
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

<b>Inversión</b>	\$ (737.747,02)
<b>Recuperación</b>	\$ 898.326,51
<b>Año</b>	3

**Elaboración:** Alava, E. y Villamar, P. 2015

## BIBLIOGRAFÍA

1. CATALUNYA, G. d. (2010). Reciclaje del Aluminio. Retrieved Junio 2015, from [http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits\\_dactuacio/educacio\\_i\\_sostenibilitat/educacio\\_per\\_a\\_la\\_sostenibilitat/suport\\_educatiu/recursos\\_educatius/residus/recialu/reciclatge\\_de\\_l\\_alumini.pdf](http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/educacio_i_sostenibilitat/educacio_per_a_la_sostenibilitat/suport_educatiu/recursos_educatius/residus/recialu/reciclatge_de_l_alumini.pdf)
2. DEGARMO P., SULLIVAN W., WICKS E. Y LUXHOJ J., Ingeniería Económica, México: Prentice Hall, 2004.
3. GUITÉRREZ, M. S. (2012). Método de unión y desunión de elementos fijos estructurales. Málaga: IC Editorial.
4. HEREGU. S., Facilities Design. University of Louisville, Universe Inc NY Lincoln Shanghai, 2006.
5. HOY, D. (2010, diciembre 9). La industria del aluminio crece 3% al año. Retrieved from <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/la-industria-del-aluminio-crece-3-al-ano-en-el-pais-446313.html>
6. KINNEAR T. Y TAYLER J., Investigación de Mercados, Bogotá: McGraw-Hill, 2003.
7. LÓPEZ, J. M. (2010). Prensado Automatizado de latas de aluminio. Retrieved Junio 2015, from <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1837/1/Tesis%20I.%20M>.

%2047%20-

%20L%C3%B3pez%20Escobar%20Jos%C3%A9%20Miguel.pdf

8. LÓPEZ, N. A. (N.D.). Técnicas Indirectas para calcular la demanda potencial. Retrieved from <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010039/Lecciones/CAPITULO%20II/tecnicas.htm>
9. MELÉNDEZ, C. E. (2006, Enero). Estudio sobre el Mercado Potencial del reciclaje en El Salvador. Retrieved from [http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=210:estudio-sobre-el-mercado-potencial-del-reciclaje-en-el-salvador&id=10](http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=210:estudio-sobre-el-mercado-potencial-del-reciclaje-en-el-salvador&id=10).
10. MENDOZA, J. D. (2012, Febrero 6). Obtención de policloruro de aluminio a partir de la chatarra para uso de potabilización de agua. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/448/1/Jazm%C3%ADm%20Mendoza.pdf>
11. ROJAS, C. V. (2012, Octubre 23). Estructura organizacional, tipos de organización y organigramas. Retrieved from <http://www.gestiopolis.com/estructura-organizacional-tipos-organizacion-organigramas/>

12. SALAMANCA, U. D. (2010). Aluminio. Retrieved from <http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/METALES%202.pdf>
13. SRI. (n.d.). Retrieved from <http://www.sri.gob.ec/web/10138/92>
14. TRADE. (2015). Trade statistics for international business development. Retrieved Junio 2015, from Comercio Exterior Mundial de Todas las posiciones arancelarias: <http://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-Exportacion/Ecuador>
15. URBINA G. V., Evaluación de Proyectos, México: McGraw-Hill, 2010.