

**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas  
Licenciatura en Ingeniería Industrial



**Sistema de Almacenamiento para Optimizar el Espacio Físico de una  
Recicladora de Chatarra**

Tesis de Licenciatura

Kevin Rodrigo Barillas Castillo

Guatemala, abril 2024

**Sistema De Almacenamiento Para Optimizar El Espacio Físico De Una  
Recicladora de Chatarra**

Tesis de Licenciatura

Kevin Rodrigo Barillas Castillo, ID 0000013700

Ingeniera María Lorena González Velásquez (**Asesora**)

Licenciada María de los Ángeles Martínez Yac de Flores (**Revisora de Forma**)

Guatemala, abril 2024

## **Autoridades Universidad Panamericana**

**M.Th. Mynor Augusto Herrera Lemus**

Rector

**Dra. HC. Alba Aracely Rodríguez de González**

Vicerrectora Académica

**M.A. César Augusto Custodio Cobar**

Vicerrector Administrativo

**EMBA. Adolfo Noguera Bosque**

Secretario General

## **Autoridades de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas**

**Ingeniero César Augusto Cuevas Guerra M. Sc MBA**

Decano

**Licenciada María de los Ángeles Martínez Yac**

Coordinadora

## **Carta de Responsabilidad de Derechos de Autor**

En la ciudad de Retalhuleu en el departamento y municipio de Retalhuleu  
a los 25 días del mes de noviembre de 2022

Por medio de la presente YO **Kevin Rodrigo Barillas Castillo** y en lo sucesivo “LA PERSONA AUTORA”, hago constar que soy el único titular intelectual de la obra denominada **“Sistema De Almacenamiento Para Optimizar El Espacio Físico De Una Recicladora de Chatarra”**, en lo sucesivo “LA OBRA”, en virtud de lo cual autorizo Universidad Panamericana de Guatemala, “EL ORGANISMO” para que efectué resguardo físico y/o electrónico mediante copia digital e impresa con la finalidad de garantizar su disponibilidad, divulgación, comunicación pública, distribución, transmisión, reproducción, así como digitalización de la misma sin fines de lucro y con el objetivo de divulgarla.

“LA PERSONA AUTORA” autoriza a “EL ORGANISMO” y/o a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la mencionada casa de estudios “LA OBRA” de forma exclusiva en los términos y condiciones aquí expresados, sin que ello implique que se le concede licencia o autorización alguna o algún tipo de derecho distinto al mencionado respecto a la “propiedad intelectual” de la misma obra; incluyendo todo tipo de derechos patrimoniales sobre obras y creaciones protegidas por derechos de autor y demás formas de propiedad industrial o intelectual reconocida o que lleguen a reconocer las leyes correspondientes.

Al reutilizar, reproducir, transmitir y/o distribuir “LA OBRA” se debe reconocer y dar crédito de autoría de la obra intelectual en los términos especificados por el autor, y el no hacerlo implica el término de uso de esta licencia para los fines estipulados. Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos patrimoniales y morales de “LAPERSONA AUTORA”.

De la misma manera, se hace manifiesto que el contenido artístico y/o intelectual de cualquier parte de “LA OBRA” son responsabilidad de “LA PERSONA AUTORA”, por lo que se deslinda a “EL ORGANISMO” por cualquier violación a los derechos de autora o autor, de

acuerdo con lo establecido en la Ley Guatemalteca y/o tratados internacionales, así como cualquier responsabilidad relacionada con la misma frente a terceros.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kevin Barillas', with a horizontal line extending to the right from the end of the signature.

---

**Kevin Rodrigo Barillas Castillo**

### DICTAMEN DEL ASESOR DE TESIS

**Nombre del estudiante:** Kevin Rodrigo Barillas Castillo

**Título de la tesis:** Sistema de Almacenamiento para Optimizar el Espacio Físico en una Recicladora de Chatarra

**Asesora de la tesis:** Inga. María Lorena González Velásquez

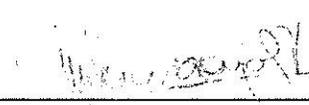
Considerando,

**Primero:** Que previo a la otorgársele el grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial el estudiante **Kevin Rodrigo Barillas Castillo** quien se identifica con ID **000013700**, ha desarrollado el trabajo de Tesis denominado "**Sistema de Almacenamiento para Optimizar el Espacio Físico en una Recicladora de Chatarra**".

**Segundo:** Que la profesional Ingeniera María Lorena González Velásquez, ha leído el informe de tesis donde consta que el trabajo de investigación realizado por el estudiante en mención reúne las cualidades necesarias de un trabajo profesional universitario de Licenciatura.

Por tanto,

En su calidad de asesor del proyecto de tesis se emite **DICTAMEN FAVORABLE** para que continúe con los trámites de rigor.



**Ingeniera María Lorena González Velásquez**  
**Asesora de Contenido de Tesis**



UNIVERSIDAD  
PANAMERICANA  
"Sabiduría ante todo, adquiere sabiduría"

Guatemala, 13 de junio de 2024

Ref. FICA-068/2024

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Campus Central, Guatemala

### CARTA DE ACUSE

Por este medio hago constar que previo a la otorgársele el grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial, el estudiante, **Kevin Rodrigo Barillas Castillo** quien se identifica con ID **000013700**, ha desarrollado el Proyecto de Tesis denominado "**Sistema de Almacenamiento para Optimizar el Espacio Físico en una Recicladora de Chatarra**".

Aunado a ello, posterior a la lectura del informe de Licenciatura, se hace constar que el trabajo realizado por el estudiante en mención reúne las cualidades necesarias de un trabajo profesional universitario de Licenciatura.

Por tanto,

En calidad de Decano de Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas se emite **DICTAMEN FAVORABLE** para que continúe con los trámites de rigor.



Ing. César Augusto Cuevas Guerra  
Decano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

**Ingeniero César Augusto Cuevas Guerra M. Sc., MBA**

**Decano**

**Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas**





UNIVERSIDAD  
PANAMERICANA

"Sabiduría ante todo, adquiere sabiduría"

Guatemala, 13 de junio de 2024

Ref. FICA-069/2024

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Campus Central, Guatemala

De acuerdo con el dictamen rendido por la Ingeniera María Lorena González Velásquez, asesora de la tesis denominada **Sistema de Almacenamiento para Optimizar el Espacio Físico en una Recicladora de Chatarra**, presentado por el estudiante **Kevin Rodrigo Barillas Castillo** quien se identifica con ID **000013700** y, habiendo optado el alumno por la opción de egreso por maestría, en la Escuela de Alto Nivel – ENAN –; se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN**, previo a conferirle el título de Licenciado en Ingeniería Industrial.



*Ing. César Augusto Cuevas Guerra*  
Decano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas



**Ingeniero César Augusto Cuevas Guerra M. Sc., MBA**

**Decano**

**Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas**

## DICTAMEN DEL REVISOR DE FORMA DE LICENCIATURA

**Nombre del estudiante:** Barillas Castillo, Kevin Rodrigo

**Título de la Tesis:** Sistema de Almacenamiento para Optimizar el Espacio Físico de una Recicladora de Chatarra

**Revisora de forma de Tesis:** Licda. Ma. de los Angeles Martínez Yac de Flores

### Considerando,

**Primero:** Que previo a la otorgársele el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial, el estudiante **Kevin Rodrigo Barillas Castillo** quien se identifica con ID 000013700 ha desarrollado el trabajo de Tesis denominado “**Sistema de Almacenamiento para Optimizar el Espacio Físico de una Recicladora de Chatarra**”.

**Segundo:** Que he leído el trabajo de Tesis, donde consta que el estudiante en mención realizó el proyecto investigativo de egreso atendiendo a un método y técnicas propias de esta modalidad académica.

**Tercer:** Que ha realizado todas las correcciones de redacción y estilo que le fueron planteadas en su oportunidad.

**Cuarto:** Que dicho trabajo reúne las calidades necesarias de un trabajo de licenciatura.

### Por tanto,

En su calidad de revisora de forma del proyecto de Tesis de licenciatura se emite **DICTAMEN FAVORABLE** para que continúe con los trámites de rigor.

*María Martínez de Flores*  
**Licda. Ma. de los Angeles Martínez Yac de Flores**  
*Revisora Metodológica de Licenciatura*

## **Dedicatoria**

**A:**

**Dios:** Por darme la fortaleza y sabiduría para poder lograr las metas en esta etapa de mi vida.

**Mis padres:** Vittorio Barillas Rozotto por ser mi sustento y una fuente esencial .de apoyo; a mi madre Gladys Magaly Castillo Funes por ser mi apoyo incondicional y por haberme instruido desde niño valores éticos y morales

**Mis hermanos:** Brian Barillas por apoyarme durante la carrera universitaria; Sofía Barillas por ser una mujer amorosa y ser fuente de motivación para culminar mi carrera; a cada uno los amo con todas mis fuerzas.

**Mi familia:** Por su tiempo y apoyo sincero en cada una de las etapas de mi vida personal y profesional a quienes amo sin condiciones.

**Mis amigos:** Kevin Guerrero, Cristian Gutiérrez y Luis por su amistad sincera y mutua ayuda en los momentos difíciles para culminar nuestra carrera.

**Mi novia:** Ligia Maldonado por su apoyo incondicional en mis estudios y por haber estado a mi lado durante todo tiempo.

## Tabla de Contenido

Resumen.....	i
Abstract.....	ii
Introducción .....	iii
Capítulo I.....	18
Marco Contextual .....	18
1.1.    Antecedentes del problema.....	18
1.1.1. <i>Antecedentes de Investigación</i> .....	18
1.1.2. <i>Antecedentes de la Empresa</i> .....	21
1.2.    Justificación del Problema.....	25
1.3.    Planteamiento del Problema.....	26
Capítulo II.....	28
Marco Teórico .....	28
2.1    Chatarra .....	28
2.1.1 <i>Chatarra Ferrosa</i> .....	29
2.1.2 <i>Chatarra No Ferrosa</i> .....	29
2.1.3 <i>Chatarra Metálica Industrial o de Generación Directa</i> .....	29
2.1.4 <i>Chatarra de Acero al Carbono</i> .....	29
2.1.5 <i>Chatarra de Fundición</i> .....	29
2.1.6 <i>Chatarra Electrónica</i> .....	30
2.1.7 <i>Chatarra Doméstica</i> .....	30
2.1.8 <i>Reciclaje de Chatarra</i> .....	30
2.1.9 <i>Trituración de la Chatarra</i> .....	36
2.1.10 <i>Cribado de la Chatarra</i> .....	36
2.1.11 <i>Separación de la Chatarra</i> .....	36

2.1.12	<i>Procesos de una Empresa de Reciclaje</i>	36
2.1.12.1	<i>Control</i>	37
2.1.13	<i>Proceso de Almacenamiento de Chatarra</i>	38
2.2	<b>Maquinaria para el Proceso de Recepción, Almacenamiento y Transporte de Chatarra</b>	39
2.2.1	<i>Báscula Fija de Cien Toneladas de Capacidad</i>	39
2.2.2	<i>Grúa o Excavadora con Garra</i>	40
2.2.3	<i>Grúa con Electroimán</i>	40
2.2.5	<i>Minicargador Frontal</i>	41
2.2.6	<i>Prensa Compactadora</i>	42
2.2.7	<i>Ventajas y Desventajas del Uso de Maquinaria en el Proceso de Almacenamiento de Chatarra</i>	43
2.2.7.1	<i>Ventajas del Uso de Maquinaria en el Proceso de Almacenamiento de Chatarra</i>	43
2.2.8	<i>Vehículos para el Transporte de Chatarra</i>	48
2.2.9	<i>Volumen</i>	50
2.2.10	<i>Densidad</i>	51
2.2.10.1	<i>Menudo</i>	51
2.2.10.2	<i>Fragmentable</i>	51
2.2.10.3	<i>Paca</i>	52
2.2.10.4	<i>Plataforma</i>	52
2.2.11	<i>Guantes Industriales</i>	52
2.3	<b>Procesos para la Optimización de Espacios Físicos en una Bodega de Almacenamiento</b>	52
2.3.1	<i>Proceso de Recepción de Chatarra</i>	52
2.3.2	<i>Proceso de Compactación de Chatarra</i>	55

2.3.2	<i>Proceso de Almacenamiento de Chatarra</i> .....	58
2.3.3	<i>Análisis de Correlación entre la Capacidad de Bodega y el Volumen de la Chatarra</i> .....	59
2.3.4	<i>Análisis de Correlación entre la Capacidad de la Bodega y la Densidad de la Chatarra</i> .....	59
<b>Capítulo III</b>	.....	<b>61</b>
<b>Marco Metodológico</b>	.....	<b>61</b>
<b>3.1</b>	<b>Problemática Por Investigar</b> .....	<b>61</b>
3.3.1	<i>Temporal</i> .....	62
3.3.2	<i>Geográfico</i> .....	62
<b>3.4</b>	<b>Justificación de la Investigación</b> .....	<b>62</b>
<b>3.5</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>63</b>
3.5.1	<i>Objetivo General</i> .....	63
3.5.2	<i>Objetivos Específicos</i> .....	63
<b>3.6</b>	<b>Pregunta de Investigación</b> .....	<b>63</b>
<b>3.7</b>	<b>Operacionalización de la Variables</b> .....	<b>64</b>
<b>3.8</b>	<b>Definición Operativa</b> .....	<b>67</b>
3.8.1	<i>Definición de Variables</i> .....	67
<b>3.9</b>	<b>Delimitación</b> .....	<b>69</b>
<b>3.10</b>	<b>Unidades de Análisis y/o Sujetos de Investigación</b> .....	<b>69</b>
<b>3.11</b>	<b>Técnicas de Investigación</b> .....	<b>69</b>
3.11.1	<i>Técnicas de Recolección de Información</i> .....	69
3.11.2	<i>Técnicas de Investigación Documental</i> .....	70
3.11.3	<i>Técnicas de Investigación de Campo</i> .....	70
<b>3.12</b>	<b>Instrumentos</b> .....	<b>70</b>
3.12.1	<i>Investigación Documental</i> .....	70

3.12.2	<i>Observación</i> .....	70
3.12.3	<i>Censo</i> .....	70
3.13	<b>Factibilidad</b> .....	71
3.14	<b>Cronograma</b> .....	71
Capítulo IV	.....	72
Propuesta de Mejora	.....	72
4.1	<b>Nombre de la Propuesta</b> .....	72
4.2	<b>Descripción de la Propuesta</b> .....	72
4.3	<b>Objetivos</b> .....	73
4.3.1	<i>Objetivo General</i> .....	73
4.3.2	<i>Objetivos Específicos</i> .....	73
4.4	<b>Resultados Esperados</b> .....	74
4.5	<b>Actividades</b> .....	74
4.6	<b>Cronograma de Actividades</b> .....	76
4.7	<b>Recursos</b> .....	76
4.8	<b>Presupuesto</b> .....	77
Capítulo V	.....	79
Presentación y Discusión de Resultados	.....	79
5.1	<b>Presentación de Resultados</b> .....	79
5.1.1	<i>Análisis Financiero de la Inversión</i> .....	79
5.1.2	<i>Análisis de Funcionalidad del Proceso de Optimización de Espacios</i> .....	89
5.2	<b>Discusión de Resultados</b> .....	90
5.3	<b>Conclusiones</b> .....	94
5.4	<b>Recomendación</b> .....	95
Anexos	.....	105

## **Resumen**

La bodega “Recicladora y Transportes Barillas”, actualmente ha sido afectada dado el reducido espacio que genera la cantidad de chatarra que ingresa diariamente; derivado de esta situación los responsables de la empresa desean reducir el espacio ocupacional por medio de maquinaria compactadora industrial de chatarra con el fin de ampliar en un setenta por ciento (70%) la zona ocupacional, generando así oportunidad de ingreso de nueva mercadería, y con ello, aumento de utilidades, reduciendo a su vez costos de transporte de chatarra. Para ello se realiza un estudio financiero y de proveedores para determinar el tipo de maquinaria que cumpla con las necesidades de la empresa y de respuesta a los objetivos generales y específicos.

**Palabras Clave:** *Bodega, espacio físico, chatarra.*

## **Abstract**

### **Storage System to Optimize the Physical Space of a Scrap Recycler**

The “Recicladora y Transportes Barillas” warehouse has currently been affected given the reduced space generated by the amount of scrap metal that enters daily; As a result of this situation, those responsible for the company wish to reduce the occupational space by means of industrial scrap compaction machinery in order to expand the occupational area by seventy percent (70%), thus generating the opportunity for the entry of new merchandise, and thereby increasing profits, while reducing scrap transportation costs. For this purpose, a financial and supplier study is carried out to determine the type of machinery that meets the needs of the company and responds to the general and specific objectives.

**Keywords:** *Warehouse, physical space, scrap metal.*

## **Introducción**

El sector ambiental es una sección que, en los últimos años, ha crecido rápidamente, por eso el reciclaje e impacto ambiental son objetivos organizacionales de las empresas. La entidad Recicladora y Transportes Barillas almacena toneladas de chatarra para comercialización, sin embargo, la falta de espacio y el acondicionamiento inadecuado de las bodegas afecta el almacenamiento de la demanda, por lo que se perciben pérdidas de oportunidad al no contar con la capacidad de incrementar las ventas derivada la falta de capacidad instalada en las bodegas.

La formulación de la problemática parte de la recolección de información documental que soporta y amplía las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación; por otro lado, el análisis de la bibliografía está sustentada en diferentes técnicas de investigación tales como el análisis de espacios y procesos de producción ejecutados por la organización, además del empleo de la observación y censo para la obtención de datos específicos que faciliten la comprensión de procesos y su eficiencia.

La Gerencia de la empresa Recicladora y Transportes Barillas analizó el incremento en la demanda de materiales de chatarra para reciclar y reutilizar, por lo que decidió aprovechar esa ventaja competitiva del negocio. Desde lo expuesto, se realizó un análisis financiero, técnico y de proveedores para adquirir la maquinaria industrial compresora de chatarra que supla las necesidades de la organización.

En los aspectos fundamentales encontrados por el análisis realizado, las ventas anuales se han mermado en comparación a períodos anteriores, pero los gastos han aumentado durante el último ciclo afectando directamente la utilidad neta, relacionado con la pérdida de ventas en un setenta por ciento (70%) por falta de espacio, provocando pérdida en pagos en alquiler y traslado de mercadería.

A raíz de la problemática expuesta, se plantea a la empresa Recicladora y Transportes Barillas la adquisición de maquinaria compactadora para chatarra tipo escuadra.

# Capítulo I

## Marco Contextual

### 1.1. Antecedentes del problema

#### 1.1.1. Antecedentes de Investigación

Inicialmente, la falta de conocimiento sobre el tipo de chatarra no permite una clasificación correcta de los materiales de acuerdo con las características como densidad o composición química, lo que hace necesario ejecutar una nueva categorización, sin embargo, al no tener un espacio adecuado o maquinaria que comprima el manejo y distribución de chatarra a diferentes clientes, esto resulta sumamente difícil. Por otro lado, en la observación se pudo ver que existen incidencias en la gestión de ubicaciones, posiblemente provocadas por el desbordamiento de pasillos, precargas, áreas de clasificación y ventas, dada la forma en cómo se emplea el espacio de almacenaje, permanentemente improvisado, afectando directamente a otros departamentos y aspecto de la empresa. La problemática dificulta, a su vez, el transporte del inventario de chatarra de manera interna para la venta, provocando la pérdida de clientes potenciales por el mismo desbordamiento de materiales.

Algunos autores indican que los sistemas de almacenamiento se encuentran presentes en distintas industrias, fábricas y empresas que requieren organizar la mercadería de manera segura; además, éstos, poseen diversas funciones, por lo que existen diferentes tipos ideados según las necesidades de los productos o espacios disponibles. Cabe mencionar que expertos afirman que un adecuado sistema de almacenamiento cumple un rol esencial en la cadena de suministros, logística del almacén y optimización de procesos de despacho, entrega, carga y descarga de productos.

Por su parte Mecalux (2017), menciona:

Optimizar el espacio de almacenaje efectivo es uno de los objetivos primordiales de todo el almacén. La mayor demanda de naves logísticas y su creciente ocupación está llevando a muchas empresas a hacer frente a una escasez de suelo que limita las opciones de ampliación de la superficie de almacenamiento.

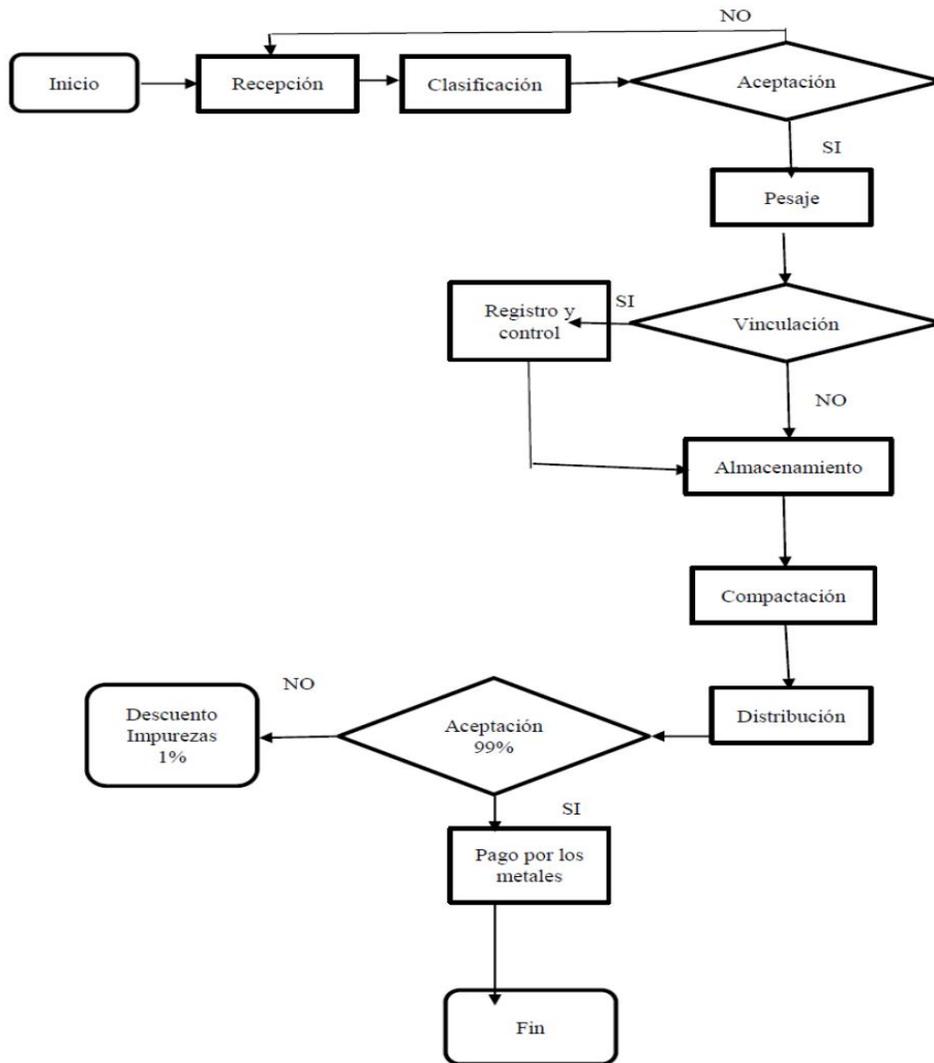
A partir de lo anteriormente abordado, es factible afirmar que un adecuado sistema de almacenamiento consiste en una solución que permitirá mantener el control del flujo de los materiales y/o información asociada a ellos, además de posicionarse como herramienta clave en la optimización de espacio dentro de las empresas. Además, se resalta que una gestión logística es importante si el objetivo es alcanzar un negocio exitoso mediante el control del recorrido y manejo de productos que ingresan a bodega como los despachados.

Investigadores, mediante estudios realizados, afirman que, en las funciones que esgrimen las chatarrerías, se encasilla la correcta recolección, clasificación y tratamiento, en plantas de reciclaje y gestión industrial, para alargar el ciclo de vida y la reutilización para crear nuevos materiales que no contaminen el medio ambiente. Aunado a ello, se afirma que la recepción de chatarra, según un alto porcentaje de guatemaltecos, está vinculada como estrategia empresarial de las organizaciones para proteger el medio ambiente, beneficiando, a su vez, la economía de Guatemala a través de la generación de fuentes de empleo; protección de la salud de los ciudadanos al reducir los niveles de contaminación y; la preservación de los recursos naturales mediante la extracción y procesamiento.

Por otro lado, es importante abordar que el término chatarra engloba metales de desecho que pueden ser ferrosos o no ferrosos como el plomo, cobre, aluminio, zinc, estaño y/o bronce, los cuales son destinados para reciclaje para ser empleados como materia prima. Tal como explica AZA (2019) “en la actualidad, se producen más de 1,300 millones de toneladas anuales de acero en el mundo, de los cuales 500 millones de toneladas provienen de la chatarra”. De igual forma Torres & Lesmes (2018) explican “es de suma importancia clasificar y reciclar la chatarra, con el fin de establecer un sistema de comercialización orientado a mejorar las condiciones y calidad de vida del segmento social, ambiental y económico de la empresa”.

**Figura 1**

*Ciclo de recepción, clasificación y comercialización de la chatarra.*



*Nota.* La figura muestra el diagrama como se recibe, clasificación y comercialización de la chatarra. Obtenido de Torres, J., & Lesmes, J. (2018). *Plan de negocio para la creación de una empresa dedicada al manejo, clasificación y reciclaje de residuos metálicos (ECA), posterior comercialización en la ciudad de Villavicencio* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Santo Tomás].

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/13535/2018juantorres.pdf?sequence=3&is>

[Allowed=y](#)

Tal como explica el blog Proceso de Reciclaje de Chatarra (s.f), enfocado en la gestión de residuos, las fases del proceso de reciclaje de la chatarra son los a continuación descritos:

- Entrada de chatarra a la planta: Los vehículos cargados con la chatarra entran en la planta de reciclaje y se pesan con una báscula homologada para saber la cantidad de residuos férricos que se procesarán.
- Descarga de la chatarra. Una vez se han pesado los residuos, se introducen en las instalaciones para su descarga en las secciones correspondientes.
- Revisión e inspección de la chatarra. Los profesionales de la empresa se encargan de hacer una revisión de todo el material férrico del que se dispone. Se tasa y se valoran sus posibilidades de compra y venta.
- Clasificación de la chatarra. Una vez completados los procesos anteriores, la chatarra se clasifica en tres tipos diferentes: férrica, no férrica o mixta. Tras la clasificación, se manipula y se acumula en pilas para que vuelvan a salir.
- Salida de la chatarra. Cuando el material ya está reciclado, se vuelve a cargar en los camiones y se transporta a las fundiciones para convertirse en materiales nuevos.

### ***1.1.2. Antecedentes de la Empresa***

Recicladora y Transportes Barillas, es una organización autorizada como centro de acopio de residuos de desempeño particular, asimismo, ofrece servicios de transporte de residuos para el sector público, tales como dependencias del Estado o municipales; dentro de los materiales que manipula es factible resaltar cartón, papel, chatarra metálica ferrosa y no ferrosa y vidrio. Actualmente, la institución está inscrita como Sociedad Anónima ante el Registro Mercantil y, bajo el régimen de utilidades ante la Superintendencia de Administración Tributaria – SAT –, realizando el pago de Impuesto al Valor Agregado – IVA –, de manera mensual.

A nivel financiero, se resalta que la empresa es estable y posee sumas importantes en activos fijos, además de contar con estructurada base de datos de proveedores y cartera de clientes, garantizando así, la oportunidad de ampliar su radio de operaciones dada la capacidad de

endeudamiento y, recurrir a financiamiento externo derivado que el mercadeo de materiales ferrosos y no ferrosos ha cobrado auge a nivel nacional e internacional.

Cabe mencionar que la mayoría de la población guatemalteca percibe a las organizaciones de reciclaje para proteger el medio ambiente, pero el abanico de oportunidades y beneficios es extenso. Hoy en día, en Guatemala, los materiales de reciclaje poseen un valor alto, pues favorecen a la economía, sector salud y mantienen los propios recursos, además que, es fuente de empleo.

Es importante resaltar que actualmente, las organizaciones, indiferentemente el tamaño y sector económico al que pertenece, se inclinan hacia la administración ambientalmente responsable; en Guatemala, tal como lo explica el blog Guatemala.com (s.f), existen múltiples entidades dedicadas al sector de reciclaje, por ejemplo:

- Ecotoner: Empresa líder en servicios de impresión y reciclado de insumos en Centroamérica.
- Eco Bolsas: Organización dedicada a la elaboración de bolsas con bases recicladas y de fácil destrucción.
- Europlast: Entidad con más de veinte años (20 años) de experiencia en reciclaje de productos plásticos.
- Eco Reprocesos: Empresa que, a través de hornos incineradores, cumplen con altos estándares internacionales de control para eliminación, de manera segura, de desechos respaldados con licencia ambiental y técnicos especializados con alta experiencia.
- Edeca: Institución que manipula desechables con productos reciclables.
- Ecolumnne: Entidad pionera en proveer energía solar en Guatemala.

Por otro lado, es fundamental hacer mención que Guatemala, además de empresas dedicadas al sector de reciclaje, posee el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, conocido también por sus siglas CGL+L; éste, fue establecido en el año de 1,999 como una institución técnica sin fines de lucro y, posteriormente, fue constituida como fundación según el Acuerdo Ministerial No. 1345-2007. Históricamente, la organización fue creada por la Organización de las Naciones Unidas – ONU –, la Secretaría de Asuntos Económicos de Suiza y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA –, con apoyo de la Cámara de Industria de Guatemala, para el desarrollo industrial; el fin principal de la entidad estaba

enfocado en apoyar a empresas en el desarrollo y promoción de condiciones necesarias para la producción sin dañar el medio ambiente y aumentar los niveles de eficiencia, competitividad y desarrollo social.

Desde el sector económico, autores enfatizan que el trabajo de desperdicios metálicos, como materia prima de la industria nacional, coopera a la preservación, sostenibilidad ambiental y desarrollo científico y tecnológico del sector involucrado; y la preparación de productos terminados o intermedios, desde esos residuos consumidos en el mercado guatemalteco, contribuye a generar empleo.

Por otro lado, para reconocer los antecedentes de la empresa, se enfatizó inicialmente en la logística, para ello se planificó los diferentes factores de la organización, como ubicación geográfica, tipo de proveedores, cantidad de material que entrega semanalmente, etcétera, a partir de ello, se consideró dividir las variables en sectores, considerando que cada uno recibe mínimo cinco toneladas (5T) de material, adicionalmente, se consideró la optimización de tiempo, por lo que se desarrolló la estrategia de establecimiento de rutas diarias.

Parte esencial de la empresa son los proveedores, dado que son las rutas que se recorren diariamente para la recolección de material; el proceso inicia en primer paso con el establecimiento de comunicación, donde éstos contactan a la entidad para recolectar material en un lugar específico, en este rubro, se consideran elementos como la distancia y el tránsito que puede incurrir en la recolección, en especial por las horas estipuladas, estableciendo un rango de dos horas (2hrs.) por atrasos derivados a afluencia vehicular, obstáculos en la vía, accidentes u otros; aunado a ello, en la logística de la organización, los proveedores individuales son de gran beneficio para la empresa, ya que éstos acuden a las instalaciones ofreciendo la materia prima, por lo que el pesaje se realiza en dicho momento y la información es actualizada instantáneamente para ejecutar los pagos al contado, ahorrando así, tiempo y riesgo que suponen los recolectores.



Respecto a los procesos de la empresa, hay que resaltar cuatro fases, la primera corresponde al pesaje de materiales; la segunda, el desmontaje de los componentes y almacenamiento; la tercera, la extracción del producto correspondiente a la clasificación y, en último estadio, el pago de materiales recibidos.

Por otro lado, como se abordó anteriormente, la empresa posee estabilidad económica, pero es cierto que existen factores que pueden afectar directamente la economía, como la fluctuación de precios en la industria de material con que se trabaja, ya que transmite inseguridad para la organización y para los clientes; de igual forma, la temática del combustible es sensible, ya que mediante este es factible movilizar el transporte de la empresa a proveedores y/o clientes. Con relación al aspecto económico de la organización, es fundamental abordar el cumplimiento de las atribuciones tributarias, por lo que los ingresos y egresos son declarados ante la Superintendencia de Administración Tributaria – SAT –, manteniendo así transparencia de las operaciones ante el Estado de la República de Guatemala; adicionalmente, se utilizan los libros autorizados por la SAT

Para establecer un adecuado control sobre la parte financiera de la empresa, se desarrolla la Jefatura de Finanzas, mediante la Sección de Contabilidad, realizan las operaciones correspondientes para establecer ingresos, egresos, utilidades, flujos de efectivo, balances generales, entre otros; estos son auditados para asegurar y resguardar las finanzas de la organización. Dentro de los procesos de auditoría se analizan y evalúan los movimientos de compras y ventas según los precios estandarizados industrialmente en las fechas en que se ejecutan las transacciones, dada la oscilación de precios; adicionalmente, se verifica la correcta utilización de los libros contables con el propósito de prevenir el correcto uso o validación que la información esté correcta y actualizada, minimizando así errores del personal y asegurando el control absoluto de la data financiera, la cual es presentada a la Junta Directiva para toma de decisiones según los ingresos, egresos, inversiones, utilidades, entre otros.

## **1.2. Justificación del Problema**

Los materiales clasificados para reutilización y/o reciclaje han aumentado exponencialmente en los últimos años, llegando a convertirse en uno de los sectores más importantes en la economía de cada país. En Guatemala, materia prima como chatarra, aluminio, cobre y otros materiales ferrosos y no ferrosos han aumentado considerablemente, sin embargo,

paralelamente, las sociedades se han concientizado y formado la cultura de reciclaje, haciendo que este sector posea un factor económico de impacto en los futuros mercados.

A partir de lo expuesto, se denota la importancia de adquirir tecnología industrial especializada en reciclaje por la complejidad de los procesos que conlleva este mercado para los intermediarios que compran materiales a pequeños y/o medianos recolectores, para poder almacenar y compactar la materia prima para luego venderla a plantas expertas y obtener un porcentaje de utilidad mayor.

### **1.3. Planteamiento del Problema**

La falta de espacio de almacenamiento y acondicionamiento óptimo en la bodega de la empresa “Recicladora y Transportes Barillas” es una problemática fundamental para el desarrollo de la organización, dado que dicha área recibe materiales para reciclaje, como por ejemplo chatarra, cobre, aluminio, etcétera. Actualmente, la empresa está en un escenario de pérdidas monetarias por la incapacidad para almacenar más materia prima en el área de bodega, lo que resulta en la imposibilidad de incrementar las ventas.

La propuesta de implementación de un Sistema de Almacenamiento para Optimizar el Espacio Físico de una Recicladora de Chatarra se deriva, dado que, en la actualidad la empresa “Recicladora y Transportes Barillas” esgrime un espacio físico para almacenamiento de productos de reciclaje de 216.84m<sup>3</sup>, lo cual es sumamente reducido en comparación del volumen de materiales que se reciben diariamente. Como se ha abordado, el proceso de recepción se ejecuta funcionalmente para la corporación, pero dado que la chatarra se encuentra en diferentes formas, a veces ocupa gran cantidad del espacio físico, aunado a que la organización no tiene maquinaria específica que permita compactar la materia prima, resultando en el sobreuso de espacio de almacenamiento, complicando el transporte y traslado para el punto de venta. A raíz de la problemática expresada, la empresa actualmente se encuentra perdiendo utilidades y generando mayores costos innecesarios dada la falta de capacidad para poder almacenar una mayor cantidad de chatarra en bodega y, así, incrementar las ventas.

Al analizar los aspectos que contribuyen en la problemática, se determina que el diseño de la bodega es antiguo y la distribución no es adecuada dado que no posee una correcta división del espacio físico para cada producto que almacena la empresa, generando complicaciones para

desarrollar un adecuado control de ingreso y/o egresos de materiales, dificultado, a su vez, la contabilización para inventarios. Otro factor que agrava el problema es que la empresa no posee maquinaria para compactar los materiales, ante ello, la gerencia de Recicladora y Transportes Barillas, por el incremento de la demanda de materia prima, analizó la situación actual y decidió invertir para la compactación y traslado de chatarra, adquiriendo el equipo industrial requerido, pero la compra realizada fue de una máquina usada o de segunda mano, por lo que la vida útil fue breve.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### 2.1 Chatarra

La palabra chatarra, etimológicamente, se deriva del vasco “*xtarra*” que básicamente se relega a “lo viejo”. El Diccionario de la Real Academia Española (2021):

Acoge como principal acepción a la escoria que deja el mineral de hierro y también lo describe como el conjunto de trozos de meta viejo o de desecho, así como las máquinas o aparatos que ya no funcionan y las monedas metálicas que se han depreciado.

Por su parte, Adelca (2020) explica que, en general, “la chatarra no se considera un residuo de riesgo, a menos que, se incinere a cielo abierto o se derramen los líquidos de los equipos obsoletos como transformadores o baterías”

#### Figura 2

*Imagen de chatarra.*



*Nota.* La imagen muestra los objetos, residuos o materiales que son considerados chatarra.

Obtenido de Castelo, R. (2022). Más de 11 millones de toneladas de chatarra recicladas en 2021.

En *Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID)*. <https://unesid.org/blog/mas-11-millones-toneladas-chatarra-recicladas-2021/>

### ***2.1.1 Chatarra Ferrosa***

Tal como explica Derichebourg España (2019), la chatarra ferrosa “es aquella que entre sus componentes se encuentra el hierro, en otras palabras, son los residuos metálicos de derivados ferrosos de distinta procedencia... Es preciso señalar que entra en esta categoría tanto metales ferrosos como aleaciones de metales ferrosos”.

### ***2.1.2 Chatarra No Ferrosa***

Ésta, se caracteriza por estar constituida por metales no ferrosos como, por ejemplo, plomo, cobre, aluminio, zinc, estaño, bronce, calamina, radiadores, acero inoxidable, entre otros. El blog Fundireciclar (s.f) aporta que este tipo de chatarra “son residuos típicamente más maleables y livianos que los residuos ferrosos”.

### ***2.1.3 Chatarra Metálica Industrial o de Generación Directa***

Es aquella donde se engloban los residuos, recortes y productos fuera de especificaciones y desechos de materiales metálicos originarios de procesos de producción, así como maquinaria obsoleta o en desuso.

### ***2.1.4 Chatarra de Acero al Carbono***

Son aquellos desperdicios de acero resultantes de la producción y/o transformación del acero al carbono o producto de acero al carbono en desuso. Tal como explica AZA Acero Sostenible (s.f) “la chatarra de acero al carbono proviene de desechos industriales con grandes espesores; normalmente se presenta en formas de planchas gruesas y perfiles pesados con un diámetro mayor a 15 mm”.

### ***2.1.5 Chatarra de Fundición***

Se considera chatarra de fundición a los desperdicios provenientes de procesos de fabricación y/o transformación del hierro o acero, tales como, torneaduras, limaduras, despuntes de lingotes, palanquillas, barras o perfiles; por otro lado, dentro de este espectro se engloban las manufacturas de fundición en desuso por roturas, cortes, desgastes, entre otros.

### **2.1.6 Chatarra Electrónica**

Ésta, también conocida como basura tecnológica, abarca aquellos desechos de computadoras, dispositivos móviles, televisores y electrodomésticos electrónicos. El blog Chatarra Electrónica Ecuador (2022) expresa “cabe destacar que el crecimiento es muy acelerado debido a la rápida obsolescencia que están adquiriendo los dispositivos electrónicos y por el aumento exponencial de su demanda a nivel mundial”

### **2.1.7 Chatarra Doméstica**

Ésta, es considerada, en ocasiones, como la chatarra compuesta por electrodomésticos no electrónicos y/o muebles metálicos; por otro lado, engloba “residuos que se generan al interior de la planta siderúrgica por medio de recortes de bordes y rechazos y que, generalmente se devuelve al horno”. (Glosarios Siderurgia, 2015)

### **2.1.8 Reciclaje de Chatarra**

El reciclaje de chatarra es aquel que tiene como principio la separación de residuos de metal para la transformación de materia prima que permita la incorporación al ciclo de producción; la característica principal de ésta, según Recytrans (2014) “se realizan etapas de trituración, cribado y separación para conseguir cada metal por un lado y las impurezas como plásticos o textiles por otro”.

Estudios afirman que derivado del volumen elevado de chatarra que se produce en los deshuesaderos como, por ejemplo, maquinaria caducada, cableado obsoleto, vehículos, trenes, barcos, etcétera en desuso, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, entre otros, la chatarra adquiere un valor relevante en el sector del reciclaje dado que el acero, metales y demás materiales pueden reciclarse, prácticamente, de forma ilimitada sin perder calidad y sin importar la procedencia de éste. Por su parte Adelca (2020) expresa:

Esta particularidad de reciclaje casi ilimitado de la chatarra contribuye de manera significativa a disminuir los costos para disposición final de chatarra; genera materias primas de alto valor como acero, aluminio, cobre, zinc y plomo mientras permite conservar y preservar los recursos naturales para las nuevas generaciones; y, su procesamiento coadyuva al fomento de nuevas fuentes de empleo directas e indirectas.

Según lo abordado en la Revista de la Escuela de Postgrados, novena edición, de la Facultad de Ingeniería de Universidad de San Carlos de Guatemala, Aguilar, R. (2018) manifiesta:

Gracias a las necesidades de preservación ecológica y ambiental en Guatemala, la averiguación se enfoca en los puntos primordiales del reciclado de chatarras y residuos metálicos, los cuales contribuyen grandemente a la contaminación y degradación de los ecosistemas generalmente. Sin embargo, además es sabido por el investigador que los residuos conforman la materia prima para el desarrollo del sector de las pequeñas, medianas y monumentales organizaciones que se dedican a la construcción de productos metálicos, tanto terminados como intermedios, por medio de cierto proceso de la fundición formal y artesanal.

Tal como se ha abordado previamente, el artículo de la Revista de Postgrados hace énfasis en priorizar la examinación de los desperdicios y las propiedades metalúrgicas, ya que los procesos que se ejecutan desde los desperdicios contribuyen al incremento del costo añadido, crecimiento del producto interno bruto (PIB) del país y al impacto de la sostenibilidad ambiental. Por otro lado, expertos indican que para aprovechar la chatarra se deben emplear hornos, conocidos como Cubilotes, donde el principal material empleado para su fabricación es arena, de diversas calidades y texturas, proveniente principalmente de ríos.

En síntesis, es factible afirmar que el reciclaje disminuye la sustracción y procesamiento de recursos, reduciendo los niveles de contaminación y comprimiendo el desecho de productos en vertederos, razón por la cual el costo de la actividad genera un retorno tanto al medio ambiente como a la economía del comercio. En Guatemala, existen organizaciones recicladoras, el bloguista B2kuh (2021) comenta “como bien se conoce, hay organizaciones recicladoras en Guatemala que obtienen sus residuos de los basureros privados o clandestinos para darles un segundo uso y de esta forma generar nuevos productos para el uso de la población”. A partir de lo anteriormente expuesto, es fundamental hacer hincapié que es importante crear una cultura de reciclaje desde los hogares guatemaltecos, con el fin inicial de reducir el nivel de contaminación en el medio ambiente y, posiblemente, obtener un beneficio extra en caso sea viable recolectar, clasificar y vender los

residuos; adicionalmente, se disminuirá el sobre almacenamiento de basura en vertederos y prevendrá la utilización de recursos naturales como madera, agua y minerales.

Es importante acotar que actualmente, las chatarras y residuos de metales no ferrosos más empleados son el aluminio y el cobre con las respectivas aleaciones; Aguilar, R. (2018) indica:

Del aluminio y sus aleaciones se generan una enorme proporción de utensilios de cocina, como ollas, sartenes, extractores de jugos, paelleras, cucharas, cucharones, pocillos, entre otros, así como recursos de aparatos, reposaderas de toda clase y tamaño, mobiliario generalmente, como sillas, mesas ornamentales y repisas, entre otros Del cobre y sus aleaciones se generan bronces y latones a modo de repuestos de maquinaria, y grupos, tal es la situación de impulsores para bombas y turbinas, engranajes, ejes, bujes y chumaceras resistentes a la corrosión y artículos de orfebrería generalmente.

Estudios realizados por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala en 2022, dentro del plan de averiguaciones metalúrgicas, arrojan datos sobre las características físico-químicas de las aleaciones del aluminio y cobre, para contribuir al desarrollo de la fundición artesanal para obtener productos superiores que sustituyan importaciones y promuevan la mano de obra local.

El procedimiento de residuos firmes es sumamente diverso, este parte desde maneras complejas mediante la utilización de alta tecnología hasta procesos sencillos como incineración o entierro; Casasola, A. (2021), explica que:

En la metrópoli de Guatemala los sistemas de procedimiento y disposición final de los residuos firmes son la disposición independiente o incontrolada, la disposición controlada o relleno sanitario, la disposición controlada con trituración previa, plantas de producción de compost, incineración, reciclaje y conjunción de varias de las anteriores.

Otro aspecto que considerar en el reciclaje de chatarra eran las características de los residuos rígidos, que eran un factor de trascendencia para el uso y funcionamiento, ya que desde

las propiedades se tomaban decisiones sobre los procedimientos ideales para cada caso. Aunado a ello, una adecuada administración de residuos estaba enfocada en no perder el costo económico y la utilidad, dando oportunidad a utilizarlos en vez de desecharlos.

En un panorama más amplio, el funcionamiento de la basura es un inconveniente mundial, dado que esta alcanza niveles alarmantes, resultando problemáticas que ponen en peligro los ecosistemas, la diversidad biológica y, por supuesto, el mayor de los oponentes, los humanos. Estudios reflejan que del desperdicio creado por la raza humana el 30% permanecerá sin poder recolectarse; el setenta por ciento (70%) corresponde a residuos rígidos que desembocan en vertederos; mientras que solo el diecinueve por ciento (19%) se reciclará y el once por ciento (11%) se trasladará a instalaciones de recuperación de energía. Es importante analizar los datos correspondientes a los tiempos de descomposición natural de los desperdicios, por ejemplo, el tetrabrik oscilaría un aproximado de treinta años (30â) en desintegrarse, en comparación de las bolsas plásticas donde una (1) alcanzaría alrededor de ciento cincuenta años (150â), las baterías poseen un periodo de descomposición de mil años (1,000â), mientras que el vidrio tomará en promedio de cuatro mil años (4,000â)

La exposición de R. Barrios (2018) señala:

El vertedero del área 3 pertenece a los basureros mayores de Centroamérica, obtiene diariamente 3 mil toneladas de basura provenientes de la localidad capital y de 9 municipios cercanos. Por lo que, la basura es transportada por bastante más de 500 camiones recolectores y “ordenada” por 1 mil 200 trabajadores conocidos como guajiros. La vida eficaz de este relleno sanitario se precia para 11 años con una capacidad volumétrica de 4 millones 648 mil metros cúbicos desde 1991, pero al instante se ha rebasado y la municipalidad planea tener activo el vertedero más de 20 años. El territorio carece de una ley que regule el funcionamiento de los desperdicios, hay una política para el funcionamiento integral de residuos y desperdicios rígidos a partir de 2005, sin embargo, que no se ha puesto en práctica.

Ante el comunicado expuesto, se señala que la problemática no se enfoca únicamente en la temática de la basura, sino que en toda la diversidad biológica del país que está siendo afectada por los altos índices de contaminación; la autora de la disertación Rosalito Barrios, Directora del Colegio de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enfatiza que pese a la existente resiliencia, la predominación de los humanos ha facilitado que la contaminación rebase los índices de control de los ecosistemas, por lo que no es factible que se logren recuperar de manera natural; aunado a ello, los efectos directos de la polución son visibles en distintos ámbitos, lo cual encaminará a una crisis de supervivencia humana.

Continuando con la exposición de R. Barrios (2018), en el espacio Reciclar para No Morir, se enfatiza que el recurso hídrico es de los más dañados; plantea que las reservas acuíferas permanecen siendo contaminadas por motivación económica, desconocimiento o falta de protocolos sobre el manejo de residuos, sumado a la inconsciente generación de monumentales porciones de contaminantes. La expositora afirma:

Se tiene la religión tonta de que nuestros propios ríos son basureros y que la corriente se lleva todo, sin embargo, vean lo que sucedió con el ecocidio del flujo de agua Sayaxché en Petén, o lo que sucede con el lago de Amatitlán y el de Atitlán.

En Guatemala, muchas personas se dedican a la recolección y categorización de basura; pero el reciclaje se basa en obtener una nueva materia prima y/o producto mediante procesos fisicoquímicos o mecánicos desde materiales en desuso o ya utilizados; para esa actividad, solo la laboral de recicladores de Guatemala, emplea un promedio de veinte mil (20 mil) personas. Es importante hacer mención este tipo de trabajo es de suma importancia a nivel mundial, dado que mediante el reciclaje es factible prolongar el periodo de vida de materias primas, ahorrando materiales y beneficiando al medio ambiente en reducir la cantidad de residuos; sin embargo, es necesario comprender que reciclar no nace específicamente bajo un enfoque de remoción de restos, sino con la finalidad de afrontar la fragilidad de los recursos naturales, razón por la que los materiales que pueden ser aprovechados en los son el plástico, vidrio, llantas, papel, hierro, bolsas, madera y cartón, los cuales ocasionan focos de contaminación si no se tratan adecuadamente.

En la columna del periódico de Prensa Libre, Pérez, C. (2017) menciona que:

Profesionales concuerdan en que necesaria voluntad para emprender proyectos, inclusive en casa, dirigidos a la categorización de desperdicios y conservación del medioambiente. Datos del Ministerio de Ambiente indican que cada guatemalteco genera 1.14 libras de basura al día, aproximadamente, lo cual se traduce en bastante más de 10 mil toneladas métricas.

Ahora bien, el primordial problema es dónde guardar los desperdicios en forma idónea, puesto que, de ambos mil 400 vertederos registrados en el territorio, el 99 por ciento no cuenta con aparatos del medio ambiente que garanticen su desempeño conveniente. Según Guerra, un elevado porcentaje de los desperdicios que se generan en casa son orgánicos, y con ellos se puede elaborar abono. Añadió que entre los productos que no poseen ningún destino está el duroport.

En los problemas nacionales, que giran en torno a la gestión de residuos o chatarra, se resalta que en Guatemala no se gesta la cultura de reciclaje; las personas que se dedican a esta actividad buscan un beneficio económico mediante la recolección de materiales reciclables; cabe mencionar que, las instituciones municipales tampoco exigen a la población acatar las normas para la correcta división de residuos, por lo que se requiere emplear una política más rigurosa en el territorio. En el Congreso de la República de Guatemala nace el Acuerdo Gubernativo 164-2021; pretende entablar las reglas sanitarias y del medio ambiente que deben administrar los residuos y desperdicios rígidos habituales, garantizando la custodia de la salud humana y evadir la contaminación. Asimismo, en el Artículo 6 de la Normativa, se extienden las disposiciones para la operación y mantenimiento de residuos y desechos para organizaciones que producen desperdicios firmes habituales y posiciones particulares a los individuos que prestan servicios involucrados con la administración de los desperdicios rígidos.

### **2.1.9 Trituración de la Chatarra**

Stokkermill Italia, (s. f.) puntualiza:

La trituración y el molido son actividades predominantes para las empresas recicladoras, porque conllevan a una mejor calidad de los materiales para la industria metalúrgica, mientras que con la trituración y el prensado se obtienen materiales homogéneos, correctamente dimensionados y sin contaminantes.

### **2.1.10 Cribado de la Chatarra**

Éste, se concibe como “el proceso en que los fragmentos de la trituración se separan de sus dimensiones”. (*Chatarra: Trituración, Cribado, Clasificación y Prensado*, 2022)

### **2.1.11 Separación de la Chatarra**

*Plantas de separación de metales*, (2022) puntualiza que éste “es un proceso de limpieza de la chatarra para procurar la eliminación de los residuos ligeros o impurezas, tales como plásticos, espuma, madera y textiles”.

### **2.1.12 Procesos de una Empresa de Reciclaje**

Según se ha abordado, según la huella humana, diariamente se crean toneladas de residuos rígidos compuestos, primordialmente, por envases y embalajes de cartón, papel, plástico, vidrio y metal, que por su estructura química son potencialmente reciclables y pueden convertirse en materia prima para construir nuevos productos mediante un proceso de reciclaje; además de poseer el compuesto químico necesario, la actividad de reciclaje dependerá de la restricción presupuestaria, grado de ingresos, demanda de artículos, elección de compra, etcétera.

Según Pineda (s.f),

Los materiales a reciclar se pueden clasificar en ferrosos y no ferrosos, los ferrosos son originados en el proyecto de producción y uso del hierro y el acero, el más simple de reciclar, para su división se usan imanes, proviniendo de los coches, electrodomésticos, envases y otras fuentes y constituyendo el 3% de la basura; y los no ferrosos son los que

no proceden del hierro, son la materia prima para la industria de la transformación y en medio de éstos como: el aluminio, cobre, bronce, cromo, plomo, estaño, níquel, niobio, manganeso, titanio, zinc u otros.

Por otro lado, Ruíz et al., (2015) comenta:

Las fuentes de reciclaje son los desperdicios de bienes de consumo, coches, electrodomésticos, latas, frascos de acero, construcciones, estructuras, chatarra de mermas industriales u otras fuentes. Los servicios de reciclaje son más que servicios de basureros modernos. Dichos aborda un quierro real de los individuos para reciclar materiales en vez de ayudar a los vertederos estropeado y cada vez más caro.

#### **2.1.12.1 Control.**

Este proceso consiste en instaurar sistemas que permitan medir los resultados estableciendo estándares y controles en las operaciones, organizando los resultados vinculados con la actividad del negocio para visibilizar los beneficios generados por las modificaciones y posibles mejoras, y se incluye el área de compras, venta de materiales, finanzas, entre otros. En la empresa Recicladora y Transportes Barillas, es posible afirmar que existe una brecha entre el lapso de compras hasta la actualización de inventarios, siendo latente la importancia de implementar soluciones que reduzcan dicho problema.

Al analizar la situación, se observa que la debilidad detectada en la organización de estudio está vinculada con el área de planificación de entrega de materiales para venta, así como en el Departamento de Logística, específicamente en bodega, ya que al despachar no posee material suficiente, pero los libros de inventario indican lo contrario o necesario; un aspecto que las entregas no se programan bajo la conceptualización de que no existe suficiente material para venta.

A partir de la problemática abordada, se considera prioritario utilizar estrategias viables para unificar información que permita organizar y planificar los procesos en la empresa; por otro lado, es fundamental fomentar la comunicación entre departamentos para diseñar tácticas que

permitan la socialización de la información y coordinar la misma el área de compras y ventas de la organización.

### ***2.1.13 Proceso de Almacenamiento de Chatarra***

El proceso de almacenamiento de chatarra posee características esenciales para poder ejecutarlo, dentro de los principales que la empresa recicladora debe de poseer instalaciones de concreto y canal perimetral para recolectar posibles derrames, además, es fundamental determinar el sector designado para operar los procesos de drenado de líquidos, oxicorte, compactación, cizallado y trituración.

Por su parte, el blog «Almacenamiento de Chatarra», (s. f.) explica que dentro del proceso de almacenamiento de chatarra:

Se debe clasificar los paquetes de chatarra limpia y sucia en lugares separados evitando que se puedan mezclar y entre ellos y contaminarse. Todas las áreas de trabajo deben estar claramente identificadas y deben contar con barreras físicas rígidas y se recomienda minimizar el impacto visual de la instalación mediante la colocación de un cerramiento perimetral opaco.

Además, es menester contar con un área de almacenamiento provisional de desechos peligrosos, con piso de concreto, techada y señalizada de manera adecuada y visible que tenga sus canales periféricos de recolección contruidos de hormigón, con una profundidad mínima de 15 cm bajo el nivel del suelo conectados a un sumidero especial de tratamiento, con el fin de que las áreas cercanas no se contaminen y tampoco se conectará al alcantarillado público y se construirá una caja de control de toma de muestras fácilmente accesible para el monitoreo del vertido. También es necesario instalar un sistema contra incendio.

## 2.2 Maquinaria para el Proceso de Recepción, Almacenamiento y Transporte de Chatarra

Para realizar los procesos de recepción, clasificación y descarga de chatarra de manera satisfactoria, es muy importante que las empresas posean maquinaria y equipo adecuados para mejores resultados. A continuación, se detallan las máquinas que debe de adquirir las organizaciones o personas que se dediquen a dicha actividad.

### 2.2.1 *Báscula Fija de Cien Toneladas de Capacidad*

Cuc, (2018) puntualiza:

En el patio de chatarra hay que tener varias básculas de capacidad máxima de 100 toneladas, ya que, si no se cuenta con el número adecuado de camiones, se pueden formar cuellos de botella al ingresar, al realizar pesos parciales y cuando se registre la tara al salir.

#### **Figura 3**

*Báscula fija de cien toneladas de capacidad.*



*Nota.* La imagen muestra un ejemplo de la báscula fija de ciento toneladas de capacidad. Obtenida de McGregor, K. (2015). Báscula fija de cien toneladas de capacidad. En *Toledo Carolina*.

<https://www.toledocarolina.com/protecting-your-profits-preventing-fraud-cheating-at-truck-scales>

### 2.2.2 Grúa o Excavadora con Garra

Autores como Cuc, (2018) puntualizan que la importancia del equipo radica en que el material ingresa al patio de chatarra para fragmentarse, por lo que son necesarias grúas para descargar el material del área de oxicorte y/o para descargar el material menudo.

#### Figura 3

*Grúa o excavadora con garra.*



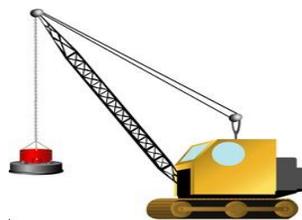
*Nota.* La imagen muestra la grúa o excavadora con garra. Obtenido de Depositphotos. (2022). Excavación. En *Depositphotos*. <https://depositphotos.com/es/vector/vector-illustration-color-children-construction-small-size-claw-handler-excavator-667449704.html>

### 2.2.3 Grúa con Electroimán

La grúa con electroimán se emplea específicamente para descargar material menudo que no es factible desembarcar mediante la grúa con garra, evitando así, que se realice de forma manual. Cuc, (2018) comenta “se suele utilizar la grúa con electroimán para la descarga de pacas en el área de almacenaje destinado a este material próximo al horno de fundición”.

#### Figura 4

*Grúa con electroimán.*



*Nota.* La imagen muestra la grúa con electroimán. Obtenido de GraphicsRF.com. (2008). Ilustración de grúa magnética simple en blanco. En *Shutterstock*. <https://www.shutterstock.com/es/image-illustration/illustration-simple-magnetic-crane-on-white-19890724>

#### **2.2.4 Montacargas**

Éste, es un tipo de maquinaria especial empleada usualmente para descargar chatarra con peso extra; el autor Cuc, (2018) explica “en ocasiones es común que la chatarra exceda las capacidades de las grúas, cuando se presenta este tipo de contingentes es menester disponer de maquinaria especial como un montacargas que tenga capacidad de 15 toneladas de levante”.

#### **Figura 5**

*Imagen de montacargas.*



*Nota.* La imagen muestra el icono de un montacargas. Obtenido de Kovalchuk, D. (2020). Icono de montacargas. En *iStock*. <https://www.istockphoto.com/es/vector/icono-del-montacargas-gm1248404810-363589937>

#### **2.2.5 Minicargador Frontal**

El experto Cu, (2018) explica:

Este es un vehículo especial de gran utilidad para la descarga de contenedores que en ocasiones es la forma en que los proveedores entregan la chatarra y no es posible hacer uso de alguna de las grúas que se utilizan en condiciones generales.

## Figura 6

*Imagen de mini cargador frontal.*



*Nota.* La imagen muestra el icono de un mini cargador frontal. Obtenido de Juprocat. (2021). Mini cargador. En *Shutterstock*. <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/mini-loader-vector-illustration-1956342163>

### 2.2.6 Prensa Compactadora

Las prensas compactadoras empleadas en la industria de reciclaje de chatarra permiten la recuperación de residuos de procesos industriales, así como en el reaprovechamiento de latas de aluminio u otros materiales de desecho en la industria metalúrgica. Prensas Compactadoras | Equipos Reciclaje | Colmar Equipment, (s. f.) indica “de la prensa compactadora se obtiene un cubo de metal compactado que ayuda a reducir de manera considerable los costos de almacenamiento y transporte en las empresas de reciclaje de chatarra”.

## Figura 7

*Imagen de prensa compactadora.*



*Nota.* La imagen muestra el icono de una prensa compactadora. Obtenido de Maquinaria Iglesias. (2022). Prensa compactadora de chatarra de triple compresión. En *Maquinaria Iglesias*.

<https://maquinariaiglesias.com/maquinaria-industrial/prensa-compactadora-de-chatarra-de-triple-compresion/>

## ***2.2.7 Ventajas y Desventajas del Uso de Maquinaria en el Proceso de Almacenamiento de Chatarra***

Rodríguez, (2013) explica:

Para manipular la chatarra en exteriores como interiores, se usan diversas maquinarias, acordes a las necesidades de cada tipo, pero hay que enfatizar que su utilización conlleva riesgos para las instalaciones, especialmente para los operadores y personal que trabaja en el entorno.

Es importante considerar, al emplear maquinaria para el almacenamiento de chatarra, las ventajas y desventajas que éstas conllevan, a continuación, se enlistan las principales.

### ***2.2.7.1 Ventajas del Uso de Maquinaria en el Proceso de Almacenamiento de Chatarra.***

Autores abordan los beneficios que conlleva el emplear maquinaria en el almacenaje de chatarra; algunos afirman:

Para la mayoría de las personas está claro que los trabajos operarios como mover residuos de reciclaje, basura o chatarra son más fáciles y eficientes con máquinas y disponen de cabinas elevadas que ofrecen una visión más amplia al operario. (Mulder, 2020)

#### ***2.2.7.1.1 Ventajas de Báscula Fija.***

Toledo, (2011) explica “el uso más común de las básculas para camiones es determinar el peso de la chatarra comprada en cantidades equivalentes a una carga de camión”. A partir de lo expuesto por el autor, se comprende que las básculas simplifican los cálculos y registros en las transacciones comerciales entre recicladora y proveedores de chatarra.

### ***2.2.7.1.2 Ventajas de Grúa o Excavadora con Garra.***

Pulpo Orange Peel, (2022) explica “las garras son herramientas ideales para la manipulación de carrocería y de chatarra suelta”. Es factible indicar que, a partir de maquinarias como grúas o excavadoras, el proceso de descarga de chatarra de camiones y cargas compactadoras y/o fundidoras poseen un flujo constante.

### ***2.2.7.1.3 Ventajas de Grúas con Electroimán.***

“Esta grúa es conveniente para recoger y transportar las chatarras de menor tamaño como clavos o restos pequeños que la garra no puede mantener dentro y que no necesitan estar empaquetados o con bandas” (Cough, 2020). La ventaja principal de este tipo de maquinaria es que se aprovecha el material recolectado, además de evitar que el personal operario deba recoger manualmente los residuos.

#### **Figura 8**

*Imagen de grúa con electroimán.*



*Nota.* La imagen muestra la imagen de una grúa con electroimán. Obtenido de Empresa Nante.

(2021). Electroimán circular hidráulico. En *Made-in-China*.

<https://www.interempresas.net/Logistica/FeriaVirtual/Producto-Electroiman-circular-hidraulico-Zanetti-ESA-100-HE-135433.html>

#### ***2.2.7.1.4 Ventajas de Montacargas.***

La función primordial de éste es levantar, bajar y/o mover chatarra de mayor tamaño con poco o ningún tipo de esfuerzo manual; las características de los montacargas permiten ejecutar la acción dado que el mástil que está ubicado en la parte frontal de la grúa horquilla realiza el movimiento deseado. Este tipo de maquinaria se le conoce como máquina móvil de contrapeso dado que la chatarra que manipula está fuera de la distancia entre sus ejes, siendo el punto de equilibrio la línea central del eje de transmisión. En el blog *¿Qué Es Un Montacargas?*, (2017) se argumenta “es una maquinaria de uso rudo e industrial que ahorra horas de trabajo pues con ella se puede trasladar chatarra un peso considerable de una sola vez en lugar de utilizar oxiacorte para reducir las dimensiones”.

#### ***2.2.7.1.5 Ventajas del Mini cargador Frontal.***

El mini cargador frontal es una máquina pequeña, de bastidor rígido, accionada por motor con brazos de elevación y la principal ventaja es su capacidad de operar en aquellas zonas en las que otros tipos de maquinaria pesada no puede operar por falta de espacio como descargar la chatarra dentro de contenedores. (Recampri, 2021)

#### ***2.2.7.1.8 Ventajas de la Prensa Compactadora.***

Según el blog BOBO Machine, (s. f.) explica “esta máquina es idónea para compactar la chatarra hasta convertirla en un paquete compacto que minimiza al máximo el volumen de almacenamiento y reduce, considerablemente, los costos de reciclaje de chatarra”.

### **Figura 9**

*Cubo de chatarra compactada.*



*Nota.* La imagen muestra la imagen de chatarra compactada mediante una prensa compactadora. Obtenido de QuimiNet. (2018). Reduzca los volúmenes de materiales de manera sencilla. En *QuimiNet*. <https://www.quiminet.com/articulos/reduzca-los-volumenes-de-materiales-de-manera-sencilla-4372037.htm>

## 2.2.7.2 Desventajas del Uso de Maquinaria en el Proceso de Almacenamiento de Chatarra.

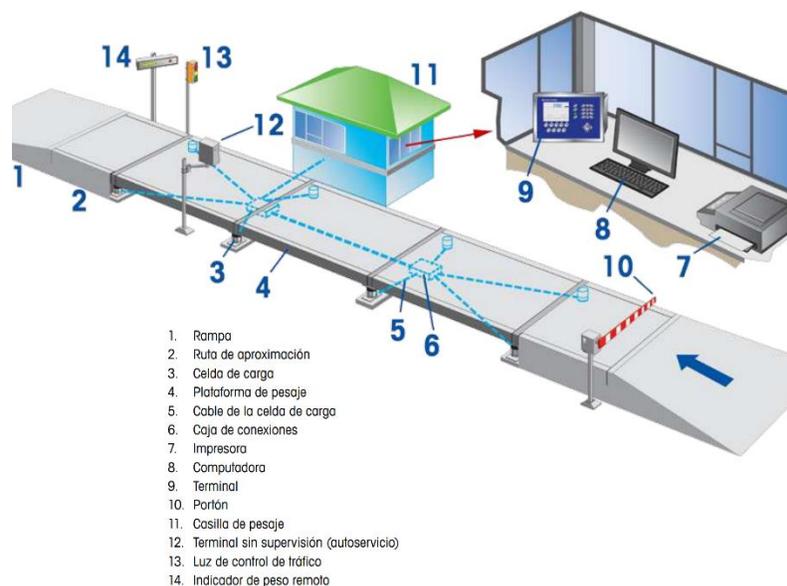
La utilización de maquinarias en el almacenamiento de chatarra conlleva desventajas que radican en los elevados costos económicos de adquisición, operación, mantenimiento y repuestos, así como la necesidad de contratar, capacitar y monitorear a personal que posea licencias especiales para la operación. A continuación, se detallan las desventajas de cada máquina abordadas anteriormente.

### 2.2.7.2.1 Desventajas de la Báscula Fija.

La desventaja principal de este equipo se centra, especialmente, en la fase de implementación donde se deben de tramitar permisos y licencias de construcción, incurriendo en gastos que se suman a los costos del diseño y obra. Toledo (2011) aporta “también se debe de calibrar periódicamente para evitar irregularidades en el pesaje y potenciales pérdidas económicas”.

### Figura 10

*Diseño de sistema de pesaje desmontable.*



*Nota.* La imagen muestra el sistema de pesaje desmontable. Obtenido de Ruíz, C. (2015). *Estudio de Pesos y Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan sobre las Carreteras de la Red Vial Estatal Ecuatoriana* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Ecuador]. <https://docplayer.es/79055209-Pontificia-universidad-catolica-del-ecuador-facultad-de-ingenieria-maestria-en-ingenieria-de-transporte.html> Pág. 29

#### ***2.2.7.2.2 Desventajas de la Grúa o Excavadora con Garra.***

Dentro de las principales desventajas de este tipo de maquinaria resalta Elabia (2017) que, en ocasiones, éstas pueden volcar sobre sí mismas; adicionalmente, sobresale la intoxicación por humo que emite, choques con otras máquinas, atrapamiento o atropellamiento del personal que se encuentra de pie, además de los daños provocados por el ruido.

#### ***2.2.7.2.3 Desventajas de la Grúa con Electroimán.***

Expertos manifiestan:

Además de los riesgos que afectan tanto a las grúas con garra como a las grúas con electroimán, también se cuenta la afectación que tiene su campo electromagnético en el funcionamiento de los implantes corporales, por ejemplo, puede provocar el mal funcionamiento de un marcapasos. (5 Consejos de Seguridad Para El Uso de Electroimanes Permanentes, 2018)

#### ***2.2.7.2.4 Desventajas del Montacargas.***

Los montacargas, se caracterizan por presentar como fundamental desventaja la movilidad derivada que, si las cuchillas son posicionadas de manera elevadas, es decir demasiado altas, puede aumentar el riesgo de volcar a la máquina o que la carga no se distribuya de manera correcta y ésta se desplome; adicionalmente “si la carga bloquea la visión del operador podría llegar a presentarse un accidente como un choque o un atropellamiento”. (*Montacargas y Servicios*, 2019)

#### ***2.2.7.2.5 Desventajas del Mini cargador Frontal.***

Las principales desventajas del mini cargador frontal, como en las demás máquinas, es que de la inadecuada operación pueden ocurrir riesgos tanto para el personal que lo opera, como para el producto que transporta. Niños (2011) explica que este tipo de maquinaria:

Puede poner a los trabajadores en peligro de volcaduras y atropellamientos. La configuración de entrada frontal sitúa al operador en la zona del movimiento del brazo de elevación con riesgo de atrapamiento entre el armazón de la máquina y el brazo de elevación o el aditamento si los controles se activan voluntariamente durante la entrada o salida.

#### ***2.2.7.2.6 Desventajas de la Prensa Compactadora.***

Prensas para chatarra (2022) explica “las desventajas de la prensa compactadora son, en general, la probabilidad de que se produzca un atascamiento mientras se está realizando el proceso de compactación de la chatarra”; por su parte, la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales, (2015) planteó “así como los riesgos de contacto eléctrico o atrapamiento de los operadores o el personal dentro de la empresa recicladora de chatarra”.

### ***2.2.8 Vehículos para el Transporte de Chatarra***

Los vehículos empleados para el transporte de chatarra deben de poseer características esenciales en su estructura como por ejemplo la plataforma debe de esgrimir un cerramiento lateral y posterior. Aunado a ello, para poder movilizar la mercadería es necesario llevar a cabo una serie de pasos que permitan resguardar la integridad de los operarios y la materia prima, dentro de ellas se destaca que la chatarra debe de ser asegurada con cadenas, cables de acero, sogas, malacates u otros; no se debe de exceder la capacidad de carga del vehículo ni la altura de las paredes de la plataforma; adicionalmente, es vital contar con vehículo adecuados que aseguren la carga transportada e impidan la caída al momento de movilizarla.

#### **2.2.8.1 Basculante de Transporte.**

El blog Aquatrans200, (2020) explica:

El basculante de transporte, conocido como bañera, es una plataforma tipo cajón abierto con la capacidad de inclinarse, mediante un mecanismo adecuado de vuelco, para que la carga resbale hacia afuera por su propio peso, facilitando las tareas de desplazamiento de

la chatarra y su rápida descarga, convirtiéndolo en un elemento muy versátil e idóneo para el transporte de chatarra.

Por su parte, Tisvol (s.f) comenta:

Esta plataforma debería contar con unas dimensiones que oscilen los 10.600 mm y 11.600 mm de longitud; y 1.900 mm, 2.000 mm y 2.100 mm de altura. Para poder aforar entre 48 m<sup>3</sup> y 58 m<sup>3</sup>. Que cuente con chapas y costillas configuradas para asegurar su integridad cuando se cargue la chatarra.

### **Figura 11**

*Basculante de transporte.*



*Nota.* La imagen muestra la ilustración del basculante de transporte. Obtenido de Tisvol. (s. f.).

*Metal - Semirremolque basculante para transportar chatarra fragmentada.* Tisvol.

<https://tisvol.com/basculantes/metal-basculante-transporte-chatarra-fragmentada/>

**2.2.8.2 Camión.** Éste, debe de poseer características específicas tales como una potencia estimada de trescientos a quinientos caballos de vapor (300 – 500 CV), así como un chasis flexible para el montaje de carrocería; además, debe de brindar comodidad de tal manera que permita realizar largos trayectos sin aumentar, demasiado, el nivel de estrés y agotamiento del conductor.

## Figura 12

*Camión.*



*Nota.* La imagen muestra la ilustración de camión. Obtenido de Transmisión manual de la pantalla LCD 6X4 camiones de remolque de tractor. (2022). En *Made in China*. [https://es.made-in-china.com/co\\_fawtrucks/product\\_LCD-Display-Manual-Transmission-6X4-Tractor-Trailer-Truck\\_ysgnuessig.html](https://es.made-in-china.com/co_fawtrucks/product_LCD-Display-Manual-Transmission-6X4-Tractor-Trailer-Truck_ysgnuessig.html)

### 2.2.9 Volumen

Sánchez (2021) argumenta:

El volumen representa la amplitud de la materia en tres dimensiones: alto, ancho y largo. Toda materia ocupa un espacio que puede variar dependiendo de su tamaño, la medida de dicho espacio es el volumen. Este puede adoptar distintas formas, cuando se refiera a cuerpos sólidos, el volumen es fijo y específico, mientras que en los líquidos y gases no lo será, ya que estos se acoplan al espacio que los contenga. La unidad principal de volumen es el metro cúbico (m<sup>3</sup>).

Es importante mencionar que para poder determinar el volumen de una bodega es factible utilizar fórmulas matemáticas que nos permitirá determinar la cantidad en metros cúbicos que es posible almacenar. Como se ha abordado, el volumen es una magnitud que escalar que expresa tres (3) dimensiones de un cuerpo, siendo estas longitud, anchura y altura; por eso, cuando los materiales tienen una forma geométrica definida, es menos complejo determinar el cálculo del volumen.

Determinar el volumen de los materiales que se almacenan en bodegas es indispensable para poder optimizar el espacio de ésta; la chatarra transformada en figuras geométricas manipulables y medibles permitirá que el almacenamiento sea más fácil y cuantificable.

### **2.2.10 Densidad**

La densidad es una propiedad física e intensiva de la materia, definida como la cantidad de masa contenida en un determinado volumen, por lo que, sus unidades serán unidades de masa sobre unidades de volumen, típicamente g/ml, g/cm<sup>3</sup>, kg/m<sup>3</sup> o lb/ft<sup>3</sup> si trabajamos en otros sistemas de unidades. (Barbisan, 2021)

Tal como expone el autor, la densidad se conceptualiza como la magnitud de escalar que determina la cantidad de masa por unidad de volumen en una sustancia; ésta, depende directamente de la masa, es decir, de la cantidad de materia que ocupa un material en el espacio y volumen. Desde otra perspectiva, la densidad es el índice que describe la relación entre la masa y el volumen, un ejemplo de ello es el hierro, el cual siempre será mayor que otros materiales.

La importancia del concepto radica en que es fundamental conocer la densidad de los materiales almacenados, dado que tiene relación directa con la capacidad de la bodega; en conclusión, se pueden almacenar diferentes cantidades según la densidad. A continuación, se detalla la densidad de la chatarra, según la forma que ésta presenta.

#### **2.2.10.1 Menudo.**

Ésta, es aquella chatarra que recibió un proceso previo de corte mediante distintos métodos, de tal manera que el transporte, almacenaje y utilización final sea más sencilla.

#### **2.2.10.2 Fragmentable.**

Se refiere a aquellos residuos procesados mediante molinos o máquinas fragmentadoras que coadyuva a optimizar las operaciones de limpieza, clasificación, transporte, almacenaje y utilización final.

### **2.2.10.3 Paca.**

Ésta, es la chatarra que ha sido procesada en prensas compactadoras para aumentar la densidad, facilitando así el transporte, almacenaje y utilización final.

### **2.2.10.4 Plataforma.**

Según aborda Ortiz (2014) “plataforma proviene del francés plate-forme, entre sus diversos usos y significados el más usual hace referencia a un suelo superior o tablero horizontal que se encuentra elevado sobre el suelo y que funciona como soporte de personas o cosas”.

### **2.2.11 Guantes Industriales**

Tal como expone el blog Guantes Industriales (2022):

Un guante es un equipo de defensa personal (EPI) con la intención de defender total la mano, a la vez además puede cubrir parcialmente el antebrazo y el brazo del hombre. Ya que está expuesto a peligros por ocupaciones externas, actividades sobre las manos y además es viable que se generen accidentes por el uso o la mala elección del guante. La estabilidad de la mano en el trabajo es dependiente básicamente de la efectividad del guante que la salvaguarda. En cada oficio hace falta conceptualizar el guante en funcionalidad de los imperativos de custodia, de ergonomía y de bienestar.

## **2.3 Procesos para la Optimización de Espacios Físicos en una Bodega de Almacenamiento**

### **2.3.1 Proceso de Recepción de Chatarra**

Dentro de las distintas formas de entrega de producto, en la empresa Recicladora y Transporte Barillas, se ejecuta el siguiente procedimiento:

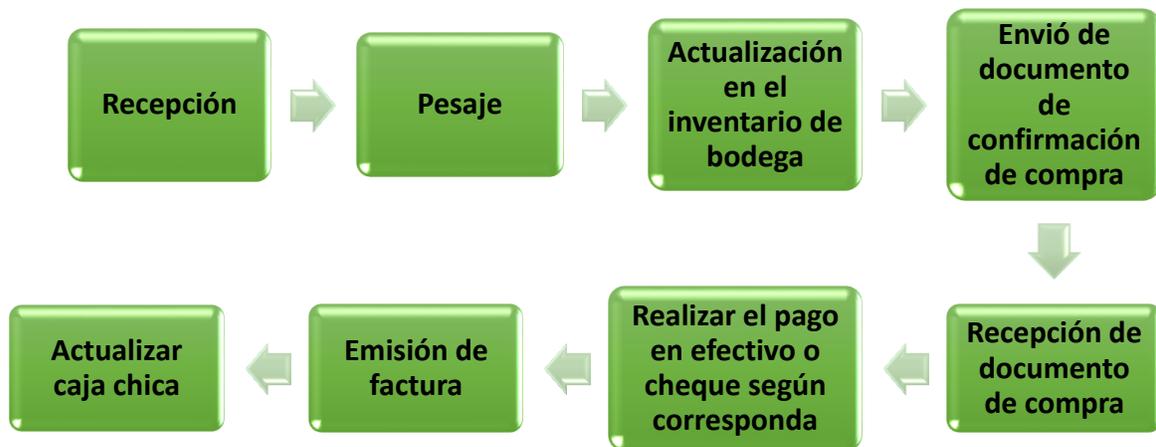
- Visita a proveedores, se revisa y pesaje del producto, que se cancela en efectivo y se emite factura.
- Entrega directa, los clientes se presentan a la empresa, el jefe de bodega procede a la revisión y pesaje de producto, posteriormente, se traslada la mercancía a bodega y se lleva

a cabo el pago, ya sea en efectivo o mediante cheque intransferible cuando el monto supere los ocho mil quetzales (Q.8,000.00) y, se ejecuta la emisión de factura.

- Rutas especiales, esto, se refiere a dos clientes seguros, por lo que se revisa y pesaje del producto, seguidamente, se traslada la mercadería a bodega, ya que los clientes poseen mensajeros, se llama a confirmar y, por último, se envía al comisionado para entregar el cheque a nombre de la empresa.

**Figura 13**

*Diagrama de proceso de recepción de chatarra.*



- Ruta ordinaria, ésta, corresponde al recorrido diario que se realiza visitando a los proveedores en horario de la mañana.

**Figura 14**

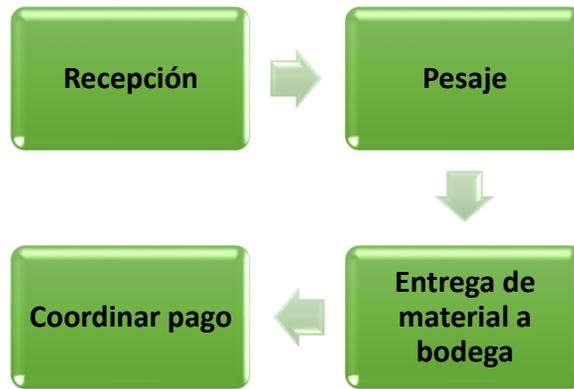
*Diagrama de proceso de recepción de chatarra en rutas ordinarias.*



- Ruta especial, ésta, es aquella que se ejecuta cuando algún proveedor y empresas fijas contactan a la empresa para informar que posee productos de interés.

**Figura 15**

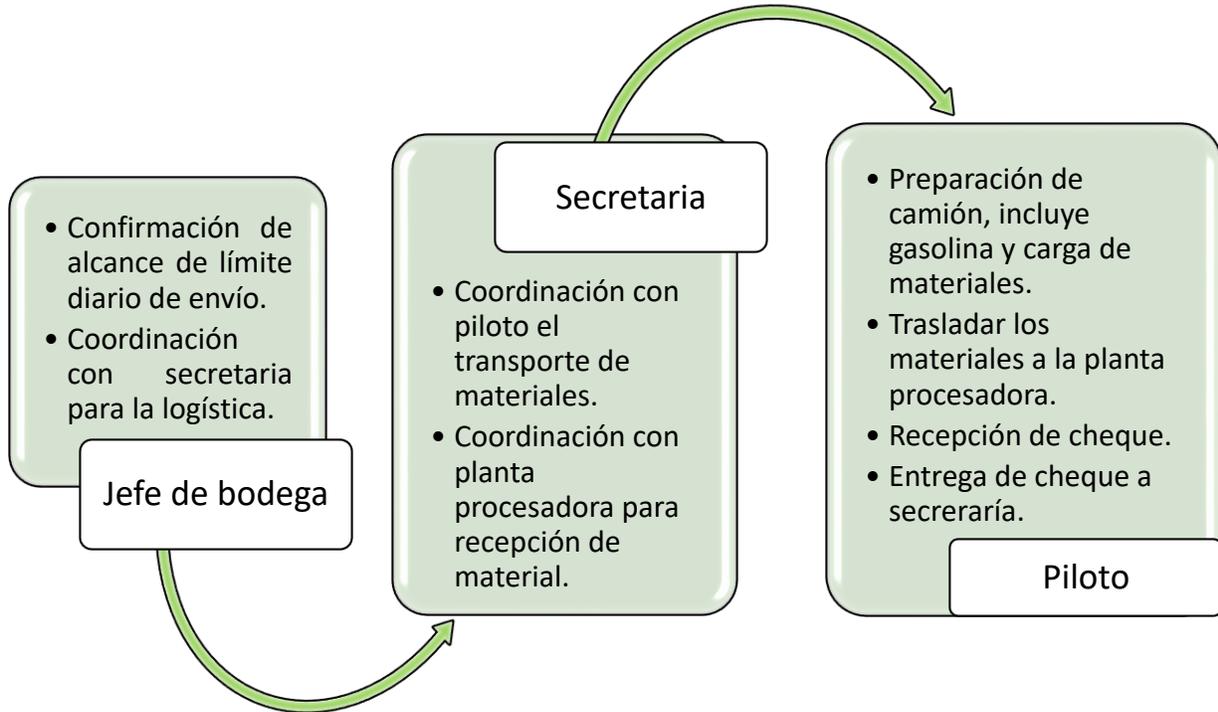
*Diagrama de proceso de recepción de chatarra en rutas especiales.*



Por otro lado, se describe el proceso de venta de acero, el cual consiste en almacenar el producto comprado, llevando el control de éste cuando se alcanza en el inventario entre quince a veinte toneladas (15t – 20t), es decir, aproximadamente entre treinta y tres mil a cuarenta y cuatro mil quintales (33,000q – 44,000q). Al poseer la materia prima, esta contacta con plantas procesadoras, clientes y compran el producto, luego se carga el camión con las quince a veinte toneladas (15t–20t) y se entrega en la planta más cercana y con la que se pacta el precio de compra; cabe mencionar que el pago se realiza mediante cheque o transferencia, por lo que se coordina con el equipo de piloto, ayudante y secretaria para cancelar y, el encargado de bodega es el designado para realizar la logística.

**Figura 16**

*Diagrama de proceso de venta de acero.*



### **2.3.2 Proceso de Compactación de Chatarra**

El proceso de compactación consta de comprimir polvos de constitución fina en un compactador de rodillo; típicamente, el material que ha sido compactado disminuye la magnitud y se cierne según las especificaciones. A continuación, se describen los pasos que conlleva este procedimiento:

- Alimentar y combinar en el compactador materiales provenientes de determinado depósito; éstos, posteriormente se comprimen, mediante rodillos, para conformar determinado producto.
- Los compactos elaborados son disminuidos a gránulos y se ordenan conforme el tamaño de partícula esperada; cabe resaltar que el material de magnitudes menores o cualquiera que no cumpla con el tamaño preeminente se adiciona nuevamente al compactador de rodillo para minimizar magnitudes.

- Los materiales que cumplen con la magnitud y forma deseada están preparados para continuar con el destruido subsiguiente; de la misma forma que el secado o aplicación de representante anti aglomerante y preparación de embalaje final.

El reciclaje de chatarra de hierro y acero ha cobrado auge con el enfoque ambiental emergente, derivando que a mayor consumo disminuyen las necesidades de sustracción de recursos adicionales y, por tanto, reduce el efecto ambiental; ante ello, es factible afirmar que el reciclaje de chatarra de metales se considera una administración inteligente de recursos de hierro.

La recuperación de 1 tonelada métrica de acero desde chatarra preserva el mineral de hierro, el carbón y la roca caliza. Aproximadamente, la recuperación de 1 tonelada de acero de la chatarra preserva alrededor de 1030 kilogramo de mineral de hierro, 580 kilogramo de carbón y 50 kilogramo de roca caliza. El reciclaje de chatarra de acero además ahorra el consumo de energía. En la producción de acero, el 99,9 % de la chatarra fundida se consume en la producción de acero nuevo y se generan residuos indeseables para el medio ambiente insignificantes. (MFGrobots, s. f.)

Por otro lado, se resalta que la chatarra de hierro se catalogó en tres (3) categorías, siendo esta chatarra doméstica (i), chatarra nueva (ii) y chatarra vieja (iii), según el ciclo de vida de ésta; a continuación, se describe brevemente cada una de ellas.

**2.3.2.1 Chatarra Doméstica.** Ésta, es la chatarra que es generada internamente en la construcción de nuevos productos de acero en plantas siderúrgicas; además, dentro de las características que posee es que se reconoce como chatarra circular en la cual el material se presenta en recortes o rechazos provocados, ocasionalmente, en la planta en el proceso de producción de hierro y acero; es importante mencionar que los residuos son regresados al horno de construcción de acero para proceder nuevamente con la fundición. MFGrobots (s.f) explica “esta chatarra tiene características físicas y estructura química conocidas. Los adelantos tecnológicos han limitado de manera significativa la generación de chatarra doméstica”.

**2.3.2.2 Chatarra Nueva.** También conocida como chatarra inmediata o industrial, es producida desde unidades de construcción que participan en la fabricación de productos de acero. Dentro de las características principales se determina que la chatarra se acumula conforme el material de acero se corta, trefila, extruye y mecaniza, además del proceso de fundición donde se generan excesos de residuos de metal. En la chatarra nueva se incluyen recursos como virutas, recortes y estampados sobrantes.

Adicionalmente, MFGrobots (s.f) indica:

En la mayoría de los casos, se lleva velozmente de regreso a las plantas siderúrgicas por medio de procesadores y distribuidores de chatarra o de manera directa de regreso a la planta siderúrgica para volver a fundirlo y eludir precios de control de inventario y espacio de almacenamiento. El abastecimiento de chatarra nueva está en funcionalidad de la actividad industrial. Una vez que la actividad es alta, se crea más proporción de chatarra nueva. La estructura química y las propiedades físicas de la chatarra nueva son bien conocidas. Esta chatarra suele estar limpia, lo cual supone que no se mezcla con otros materiales. En inicio, la chatarra nueva no requiere ningún proceso de pretratamiento fundamental antecedente de fundirse, aunque podría ser primordial cortarla a medida.

**2.3.2.3 Chatarra Vieja.** Se llama chatarra post consumo u obsoleta; en esta, el acero se desecha cuando los productos de acero industrial y de consumo, como vehículos, electrodomésticos, maquinaria, inmuebles, puentes, barcos, latas, vagones de tren, entre otros, cumplen el propósito. La chatarra vieja se recolecta después de un periodo de uso, ya sea separada o mezclada, esta suele estar contaminada dependiendo del origen y sistema de recolección. Un dato importante por recalcar es que la chatarra vieja, al mezclarse con diversidad de basura, es considerada el acero de mayor complejidad y costo de reutilizar, dado que puede necesitar limpieza, categorización, remoción de recubrimiento u otras preparaciones previas al uso.

Ya que la vida eficaz de varios productos podría ser de bastante más de 10 años y, en ocasiones, inclusive de bastante más de 50 años (por ejemplo, productos de construcción y construcción), hay un almacenamiento de productos de hierro y acero en uso a partir de que empezó la producción de acero en una enorme escala Ya que la chatarra vieja suele ser material que ha estado en uso a lo largo de años o décadas, la estructura química y las propiedades físicas no acostumbran a conocerse bien. (MFGrobots, s.f)

En resumen, es factible concluir que la proporción de fuentes y las formas de chatarra de hierros y metales necesitan la categorización y preparación para remover contaminantes y/o recobrar materiales importantes, como metales no ferrosos, previo a la construcción de acero.

### ***2.3.2 Proceso de Almacenamiento de Chatarra***

El área de almacenamiento de chatarra, siempre que los residuos no contengan elementos que logren lixiviar sustancias contaminantes, pueden resguardarse sobre suelo no pavimentando, de preferencia suelo zahorra.

A la salida de las instalaciones se construirá una arqueta de toma de muestras de forma fácil accesible para controlar el vertido. Paralelamente, se dispondrá de la que corresponde autorización de vertido: municipal, si el destino de las aguas es la red municipal de saneamiento, o del organismo de cuenca que corresponde, si el destino es el dominio público hidráulico (cauces, infiltración en el lote, entre otros). («Almacenamiento de Chatarra», s. f.)

Por su parte Cuc (2018) explica:

La categorización y almacenamiento de esta clase de chatarra, es dependiente de la porción producida de los aceros de elevado manganeso. Las múltiples aplicaciones de este metal, hace rentable su recuperación mediante procesos de reciclaje. En todo el mundo, cerca de un 90 % de los minerales de manganeso lo consume la industria siderúrgica. Magnitudes,

repartición y capacidad de guardar chatarra para proceso en silos área de patio. Se cuidó un análisis conveniente para decidir el reparto de las zonas para almacenarla, de modo que tengan una magnitud acorde al tipo de chatarra que se maneja en cada área dedicada a dichos procesos. Estas zonas permiten que se logre procesar la chatarra por el procedimiento más correcto, así sea mediante oxicorte o cizallado.

Además de lo abordado, se recomienda reducir el efecto visual de la instalación colocando cerramientos perimetrales opacos o, en caso de ubicarse en suelos rústicos, estableciendo pantallas vegetales perimetral, suficientemente densa, para asegurar el cumplimiento de la funcionalidad.

### ***2.3.3 Análisis de Correlación entre la Capacidad de Bodega y el Volumen de la Chatarra***

Para almacenar la chatarra, es indispensable medir la capacidad existente entre la bodega y el volumen de los residuos; para ejemplificar y para entender mejor se considerará la medida de silos, que deberá ser conveniente y compartido para resguardar chatarra oxicorte con una densidad de setecientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (750kg/m<sup>3</sup>), especialmente las magnitudes oscilan entre veinte metros de ancho por cuarenta y cinco toneladas (3,075t) para obtener un área total de ochocientos veinte metros cuadrados.

### ***2.3.4 Análisis de Correlación entre la Capacidad de la Bodega y la Densidad de la Chatarra***

Así, es fundamental analizar la correlación existente entre la capacidad de bodega y la densidad de la chatarra; empleando la medida anterior del silo en el que es factible almacenar residuos oxicortes con una densidad de setecientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (750kg/m<sup>3</sup>), las magnitudes entre treinta y tres metros de ancho y cuarenta y seis metros de longitud (33m \*46m) para obtener un área de mil quinientos dieciocho metros cuadrados (1,518m<sup>2</sup>) con capacidad de acopiar cuatro mil doscientas toneladas (4,200t).

En el caso de la chatarra tipo paca, ésta debe de esgrimir un silo que esté ubicado en el sector de la nave del horno de fundición; Cuc (2018) comenta:

El área de horno de fundición se usa para almacenar chatarra preparada, debería estar limpia de impurezas, como filtros con aceite, concreto, madera, hule y fibra de vidrio; se califica para establecer qué tipo de paca es, según la tabla de categorización de los tipos de paca, esta clase de chatarra debería estar lista para cargarse al horno de fundición. El silo mide 10 m de ancho y 29 m de longitud, que hace un área total de 290 m<sup>2</sup> y puede almacenar 950 toneladas de paca, con una densidad promedio de 660 kg/m<sup>3</sup>. La descarga de esta clase de chatarra es con grúa puente con electroimán o camiones de volteo.

Es cierto, hay que recordar que las dimensiones expresadas varían según el tipo de material que se esté manipulando; la chatarra puede ocupar menor espacio, pero esgrime mayor espacio la masa dimensional.

## **Capítulo III**

### **Marco Metodológico**

#### **3.1 Problemática Por Investigar**

La empresa Recicladora y Transportes Barillas, actualmente, no posee suficiente espacio para recibir materiales como chatarra, cobre, aluminio, entre otros; además, de no ostentar maquinaria especializada para compactar los residuos y así, liberar espacio físico evitando el sobre almacenamiento. Como bien se ha abordado anteriormente, el diseño de la bodega es obsoleto dado que genera una distribución inadecuada para cada producto, dificultando el óptimo control de los ingresos y/o egresos de materiales. Cabe mencionar que la problemática a estudiar se incrementa derivado a la alta demanda de las últimas épocas y el inadecuado almacenamiento, haciendo más complejo el aprovechamiento del crecimiento del negocio.

#### **3.2 Enfoque de Investigación**

El enfoque de investigación es cualitativo derivado orientado al desarrollo de procesos para recolección y evaluación de datos no estandarizados; por lo general, esta emplea una muestra reducida y no representativa para obtener una comprensión más amplia y profunda de los criterios de elección y motivación. Además, utiliza entrevistas, debates en conjunto o procedimientos de observación cualitativa, para que los resultados arrojados se interpreten en funcionalidad del entorno, por lo que no se presentan cuantitativamente. De esta forma, puesto que la indagación de mercado representa información, no es factible medirla de manera directa.

#### **3.3 Alcance de la Investigación**

El alcance del estudio está enfocado en la interpretación de los recursos descritos anteriormente, asignando un valor numérico a los valores de cada elemento abordado, cumpliendo así los objetivos del método cualitativo; es importante señalar que los alcances usados son la teoría fundamentada, la investigación de campo y los métodos narrativos escritos para identificar problemáticas en la empresa Recicladora y Transportes Barillas.

El proyecto se orienta en el método cualitativo para resolver problemas vinculados al espacio ocupacional en la bodega de empresa estudiada, para dar posibles soluciones, como

análisis de inversión, para que en el futuro la organización se beneficia del aprovechamiento de recursos como la chatarra ferrosa y no ferrosa.

### ***3.3.1 Temporal***

La investigación será desarrollada durante el último trimestre del periodo 2,022.

### ***3.3.2 Geográfico***

Para el desarrollo del estudio, se tomará como muestra la empresa Recicladora y Transportes Barillas, la cual está ubicada en el municipio de Retalhuleu del Departamento de Guatemala.

## **3.4 Justificación de la Investigación**

En Guatemala, e inclusive a nivel mundial, el reciclaje y la reutilización de material ha cobrado auge en los últimos años llegando a posicionarse dentro de los sectores industriales de mayor importancia en las economías de todos los países. En el territorio guatemalteco, el reciclaje de materiales como chatarra, aluminio, cobre y residuos ferrosos y no ferrosos ha ido en aumento, fortaleciendo así la cultura de reciclar y generando mayor relevancia en el factor económico. El acceso a maquinaria especializada en reciclaje, sumado a la complejidad de los procesos, visibiliza un nicho de mercado donde es factible almacenar y compactar la materia prima para venderla a plantas expertas y generar un porcentaje de utilidad por ello.

Como se ha abordado, aunque es cierto que la manipulación de materiales requiere de procesos que no sean tan complejos, es fundamental, esgrimir la maquinaria adecuada para aumentar la recepción y venta de la materia prima, además de ostentar un espacio físico adecuado para almacenar derivados que la rentabilidad de las empresas del sector está vinculada con el volumen de residuos que manejan. En relación con la empresa Recicladora y Transportes Barillas, el tema del espacio ha sido el mayor de los retos dado el tamaño de la bodega de almacenaje, en comparación con la cantidad de chatarra recolectada.

## **3.5 Objetivos**

### **3.5.1 *Objetivo General***

Diseñar procesos de almacenamiento que permita optimizar el aprovechamiento del espacio físico en una empresa dedicada al reciclaje de chatarra.

### **3.5.2 *Objetivos Específicos***

- Evaluar la adquisición de maquinaria especializada en el procesamiento de materiales reciclables.
- Examinar los procesos de almacenamiento en una empresa recicladora de chatarra.
- Analizar la viabilidad administrativa y financiera para aplicar una reingeniería en el proceso almacenamiento de chatarra.

## **3.6 Pregunta de Investigación**

Para responder a los objetivos planteados, se esboza la siguiente pregunta de investigación ¿Qué beneficios se obtienen de la optimización del espacio físico de almacenamiento de materiales de chatarra para reciclaje, mejorando los procesos comprando maquinaria para reducir el volumen del material y readecuación?

### 3.7 Operacionalización de la Variables

Título	Pregunta de Investigación	Objetivos	Bosquejo
Almacenamiento Para Optimizar El Espacio Físico De Una Recicladora De Chatarra.	¿Qué beneficios se obtienen de la optimización del espacio físico de almacenamiento de materiales de chatarra para reciclaje, mejorando los procesos mediante la compra de maquinaria para reducir el volumen del material y readecuación de espacios físicos?	<b>Objetivo Específico 2:</b> Examinar los procesos de almacenamiento en una empresa recicladora de chatarra.	<b>Análisis de la situación actual</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecedentes del sector industrial.</li> <li>• Empresas de reciclaje.</li> <li>• Reciclaje de chatarra.</li> <li>• Procesos de una empresa de reciclaje.</li> <li>• Recicladora y transportes Barillas.</li> <li>• Proceso de recepción y almacenamiento en la empresa recicladora y transportes Barillas.</li> <li>• Capacidad instalada en la empresa recicladora y transportes Barillas.</li> <li>• Análisis de la situación financiera de la empresa recicladora y transportes Barillas.</li> </ul>

**Objetivo Específico 1:**

Evaluar la adquisición de maquinaria especializada en el procesamiento de materiales reciclables.

- Procesos de recepción de chatarra de una empresa recicladora.
- Proceso de almacenamiento de chatarra de una empresa recicladora.
- Maquinaria para el proceso de recepción, almacenamiento y transporte de chatarra.
- Ventajas y desventajas del uso de maquinaria en el proceso de almacenaje de chatarra.
- Principales proveedores de maquinaria para la compactación de chatarra en Guatemala
- Capacidad instalada.
- Cálculo de la capacidad de almacenamiento de una bodega.
- Optimización del espacio de almacenamiento de una bodega.

**Objetivo General:**

Diseñar procesos de almacenamiento que permita

- Procesos de recepción de chatarra de una empresa recicladora.
- Proceso de almacenamiento de

optimizar el aprovechamiento del espacio físico en una empresa dedicada al reciclaje de chatarra.

chatarra de una empresa recicladora.

- Maquinaria para el proceso de recepción, almacenamiento y transporte de chatarra.
  - Ventajas y desventajas del uso de maquinaria en el proceso de almacenaje de chatarra.
  - Principales proveedores de maquinaria para la compactación de chatarra en Guatemala
  - Capacidad instalada.
  - Cálculo de la capacidad de almacenamiento de una bodega.
  - Optimización del espacio de almacenamiento de una bodega.
-

## **3.8 Definición Operativa**

La empresa Recicladora y Transportes Barillas, posee una razón social en contribuir en el ámbito de reciclaje mediante el aprovechamiento de los excedentes de los metales que se ordenan como chatarras provenientes del sector tanto industrial como domiciliario. Cabe mencionar que ciertos elementos de chatarra poseen costos económicos, lo que ocasiona que los materiales se reutilicen garantizando el reciclaje de estos residuos para crear nuevas materias primas, y que benefician al medio ambiente al reducir la contaminación del viento y el agua, y ahorros en energía y de materias primas.

### **3.8.1 Definición de Variables**

#### **3.8.1.1 Variable Independiente**

##### **3.8.1.1.1 Volumen de Bodega.**

El cálculo del volumen de una bodega se delimita mediante una operación de varias fases, primeramente, es necesario conocer la superficie, para ello, se multiplica el largo por el ancho total y el resultado nuevamente se multiplica por las longitudes, lo cual arrojará el valor de área total ( $aT$ ); sin embargo, para determinar el área utilizable se restarán las zonas ( $aX$ ) que no se emplean para almacenamiento de chatarra, tales como pasillos entre paredes y racks, sanitarios, oficinas, columnas, entre otros. Posteriormente, se procede a determinar la altura del almacén ( $hT$ ) y, de igual manera, se restarán los acondicionamientos reglamentarios ( $hR$ ) para la bodega, tales como sistemas contra incendios, ventilación, iluminación, calefacción y otros. (Racks del Pacífico, 2022)

Al determinar, tanto el área como la altura, la fórmula a emplear para calcular el volumen específico de la bodega de almacenamiento de chatarra, será de la siguiente manera.

$$V = (aT - aX) * (hT - hR)$$

El objetivo principal de calcular el volumen de la bodega es que se pueda determinar la capacidad de almacenaje dentro de esta, así como proporcionar los conocimientos y requerimientos

necesarios para realizar adecuaciones, establecer la capacidad de carga máxima y, proyectar la frecuencia de retiro según el ingreso de chatarra.

### 3.8.1.2 Variable Dependiente

**3.8.1.2.1 Densidad de Chatarra.** A continuación, se determina la fórmula para establecer la densidad de la chatarra.

$$\frac{\text{volumen}}{\text{masa}} = \text{Densidad}$$

Del Águila (2018), determina las densidades de elementos y materiales, a continuación, se describen en la siguiente tabla.

#### Figura 17

*Tabla de densidades.*

Tabla de densidades

Sustancia ó Material	densidad (gr cm <sup>3</sup> )
Aire	0.0012
Etanol	0.81
Benceno	0.90
Hielo	0.92
Agua	1.0
Agua de mar	1.03
Sangre	1.06
Glicerina	1.26
Hormigón	2
Aluminio	2.7
Hierro, Acero	7.8
Latón	8.6
Cobre	8.9
Plata	10.5
Plomo	11.3
Mercurio	13.6
Oro	19.3
Platino	21.4

*Nota.* La figura muestra tabla de densidades con distintos elementos y materiales. Obtenido de Del Águila, L. (2018). *Máquina Compactadora de Chatarra de Hojalata para Incrementar la*

*Producción de Paquetes de 70 kg para la Recicladora del Oriente S.A.C de Tarapoto, 2018* [Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo].

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27100/Del%20Aguila\\_RL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27100/Del%20Aguila_RL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**3.8.1.2 Volumen de Chatarra.** “Para el cálculo del volumen de la chatarra compactada ( $V_{paq}$ ), es necesario conocer su masa ( $mas_{paq}$ ) y la densidad de la chatarra ( $\rho_{chatarra}$ ), se utilizará la fórmula siguiente”. (Del Águila, 2018)

$$V_{paq} = \frac{mas_{paq}}{\rho_{chatarra}}$$

### **3.9 Delimitación**

La unidad de análisis de la investigación se basará en el departamento de almacenaje de chatarra de Recicladora y Transportes Barillas, que, según la complejidad, dio lugar al campo de análisis. Geográficamente, el estudio se desarrollará en el Departamento de Retalhuleu, Guatemala. El periodo histórico abarcará desde inicios del año 2022, fecha donde se observará la bodega donde se no se contaba con espacio y la clasificación de chatarra y derivados era inadecuada.

### **3.10 Unidades de Análisis y/o Sujetos de Investigación**

El sujeto idóneo del estudio es toda aquella empresa que posea departamentos de recepción y/o almacenaje de chatarra y que, a la vez, tenga participación directa en el establecimiento de procesos de producción de la organización.

### **3.11 Técnicas de Investigación**

#### **3.11.1 Técnicas de Recolección de Información**

Para esta investigación se utilizarán técnicas de recolección de información, según el tipo de estudio que se realizará.

### ***3.11.2 Técnicas de Investigación Documental***

El análisis bibliográfico será la técnica de investigación documental, dado que se abordarán diversos autores para profundizar en la temática de espacios de almacenaje y procesos de producción realizados en empresas. Aunado a ello, se empleará la observación y el censo para la obtención de información específica que permita analizar procedimientos y su eficiencia. Por otro lado, cabe mencionar que para el análisis documental se utilizarán tesis, estadísticas, documentos electrónicos que contengan datos que aportarán al estudio del almacenamiento de chatarra y/o materiales metálicos.

### ***3.11.3 Técnicas de Investigación de Campo***

En el proceso de investigación de campo se implementará la observación a través de listas de cotejo, que se estructurarán para evaluar el efecto que provoca mantener el control de ubicación de chatarra y derivados.

## **3.12 Instrumentos**

### ***3.12.1 Investigación Documental***

Las técnicas para recopilar información en el estudio será la investigación documental, enfocada en la obtención de aportes y perspectivas de expertos en temas similares.

### ***3.12.2 Observación***

Ésta, se empleará para analizar los procesos actuales del departamento de almacenaje de chatarra y materiales ferrosos y no ferrosos de la empresa estudiada.

### ***3.12.3 Censo***

El instrumento del censo se usará para obtener información directa de los involucrados en los procesos de almacenaje y manipulación de chatarra en la empresa Recicladora y Transportes Barillas; se abordarán específicamente a los sujetos que intervienen en la toma de decisiones en el departamento de ventas y almacenamiento.

Para el censo, se estructurará cuestionario con preguntas claves que permitirá analizar la situación actual de la empresa; a partir de ello, se pretende evaluar la eficiencia de los procesos

vigentes y detectar fallos para generar una base de datos que permita sustentar recomendaciones enfocadas en la mejora continua.

### 3.13 Factibilidad

El estudio de factibilidad de la investigación se basará en la información existente, para ello se analizará el área financiera de la empresa para determinar si se puede adquirir maquinaria apta para resolver el problema de almacenamiento de chatarra y derivados de metales.

### 3.14 Cronograma

A continuación, se desglosa el cronograma de actividades que se empleará en el desarrollo del proyecto investigativo.

**Figura 18**

*Cronograma de actividades del proyecto investigativo.*

Actividades	2022											
	Semanas											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Propuesta ante el encargado del departamento	■											
Análisis del proyecto y sus efectos												
Estudio de los resultados del proyecto		■										
Aprobación del proyecto	■	■										
Selección del personal			■	■								
Elaboración del manual de políticas				■	■							
Impresión y señalización del material didactico					■	■						
Capaciatación del personal						■	■					
Actividades con el personal capacitado								■	■			
Evaluación del personal										■	■	■
Supervisión de personal y su cumplimiento										■	■	■
Evaluación de los primeros resultados											■	■
Seguimiento de la aplicación de las políticas											■	■
Cumplimiento definitivo de las nuevas políticas adoptadas												■

## **Capítulo IV**

### **Propuesta de Mejora**

#### **4.1 Nombre de la Propuesta**

La propuesta del plan de mejora para abordar la problemática que presenta la empresa Recicladora y Transportes Barillas se denomina “Adquisición de Máquina Compactadora para Chatarra”.

#### **4.2 Descripción de la Propuesta**

La empresa Recicladora y Transportes Barillas posee problemas administrativos en bodegas para almacenar material ferroso y no ferroso para reciclaje; el inconveniente ha generado retrasos en los tiempos de entrega, reclamos, escasa atracción de clientes por falta de espacio, debido a la falta de tecnología apta para solucionar deficiencias encontradas.

Aunque es cierto que, según la información financiera indicada, la empresa Recicladora y Transportes Barillas ha mantenido las ventas anuales en comparación a periodos anteriores, los gastos han aumentado durante el último ciclo, afectando directamente la utilidad neta. Adicionalmente, la entidad ha evidenciado pérdidas en ventas, en un setenta por ciento (70%), dada la falta de espacio y el incremento de pagos por alquiler de bodegas y traslado de mercadería.

Partiendo de la problemática abordada y el análisis de posibles soluciones, se propondrá a la empresa Recicladora y Transportes Barillas, la adquisición de maquinaria compactadora para chatarra tipo escuadra, ésta deberá de esgrimir las siguientes especificaciones:

- Pistones laterales 107 toneladas (2)
- Pistón tapa 54 toneladas.
- Compuerta de expulsado.
- Motor eléctrico 30 hp 220/440 v, indispensable tres (3) líneas de corriente eléctrica.
- Tamaño de paca 50 cm x 45 cm x largo variable.
- Boca de alimentación 150 x 150 cm
- Peso de paca 120 – 140 kg.
- Prensa de alta densidad diseñada para empacar alambre, chatarra automotriz, perfil de aluminio.

- Bomba de engranes.
- Sistema de control manual continental (euu)
- Garantía de 12 meses sobre defecto de fabricación.
- Peso de prensa 5.5 toneladas.
- Producción por turno 12 – 15 toneladas.

Además, adicional a las especificaciones indicadas, se recomienda a la empresa que la maquinaria entregada esté lista para usarse, para implementarse en los nuevos procesos de almacenamiento y transporte del inventario. Se espera que, con la adquisición de la máquina, los procedimientos de rotación de inventario se agilicen y mejorar la optimización del espacio disponible para aumentar la capacidad instalada en un setenta por ciento (70%), alcanzando una ventaja mediante compactación de residuos y disminuyendo el volumen, generando mayor espacio en bodega.

La empresa Recicladora y Transportes Barillas, pretende obtener la maquinaria mediante la solicitud de préstamo bancario, ésta tendrá un costo alrededor de trescientos noventa mil quetzales (Q.390,000.00) incluyendo envío. No obstante, dentro de los gastos de adquisición se debe de contemplar la capacitación del personal, la cual será llevada a cabo por el proveedor, adicionalmente, se considerará el mantenimiento preventivo, el cual debe de realizarse dos (2) veces al año, con un costo promedio unitario de tres mil quetzales (Q.3,000.00) incluyendo IVA. La organización acondicione el espacio físico donde se ubicará antes de comprar la máquina compactadora.

## **4.3 Objetivos**

### ***4.3.1 Objetivo General***

Aumentar el espacio físico de la bodega de almacenaje que permita el uso eficiente de los recursos, generando una mayor productividad en la empresa Recicladora y Transportes Barillas.

### ***4.3.2 Objetivos Específicos***

- Mejorar el almacenamiento en el departamento de bodega para aumentar la productividad de las operaciones.

- Determinar un modelo de trabajo para realizar adecuadamente la compactación de materiales acorde a su clasificación.

#### **4.4 Resultados Esperados**

La proyección esperada a partir de la compra de la maquinaria compactadora por la inversión n de trescientos noventa mil quetzales (Q.390,000.00), es un retorno de inversión no mayor a cinco años (5â), aumentando en un setenta por ciento (70%) el espacio físico de la bodega de Recicladora y Transportes Barillas.

Cabe mencionar que al obtener la máquina compactadora de chatarra horizontal, se comparten diversas propiedades ventajosas tales como, comprensión de materiales de un largo entre tres a cinco metros (3m a 5m), lo que provoca que piezas de gran tamaño como carcasas, baldes de desecho, cobre, aluminio, entre otros residuos de forma regular puedan convertirse en un bloque comprimido uniformemente, derivado que el sistema hidráulico utiliza bloques de válvula integrada para un funcionamiento confiable; la dimensión de los bloques promedio varían entre 3200\*2000\*2200 mm y, pueden ser ajustadas a las necesidades del cliente.

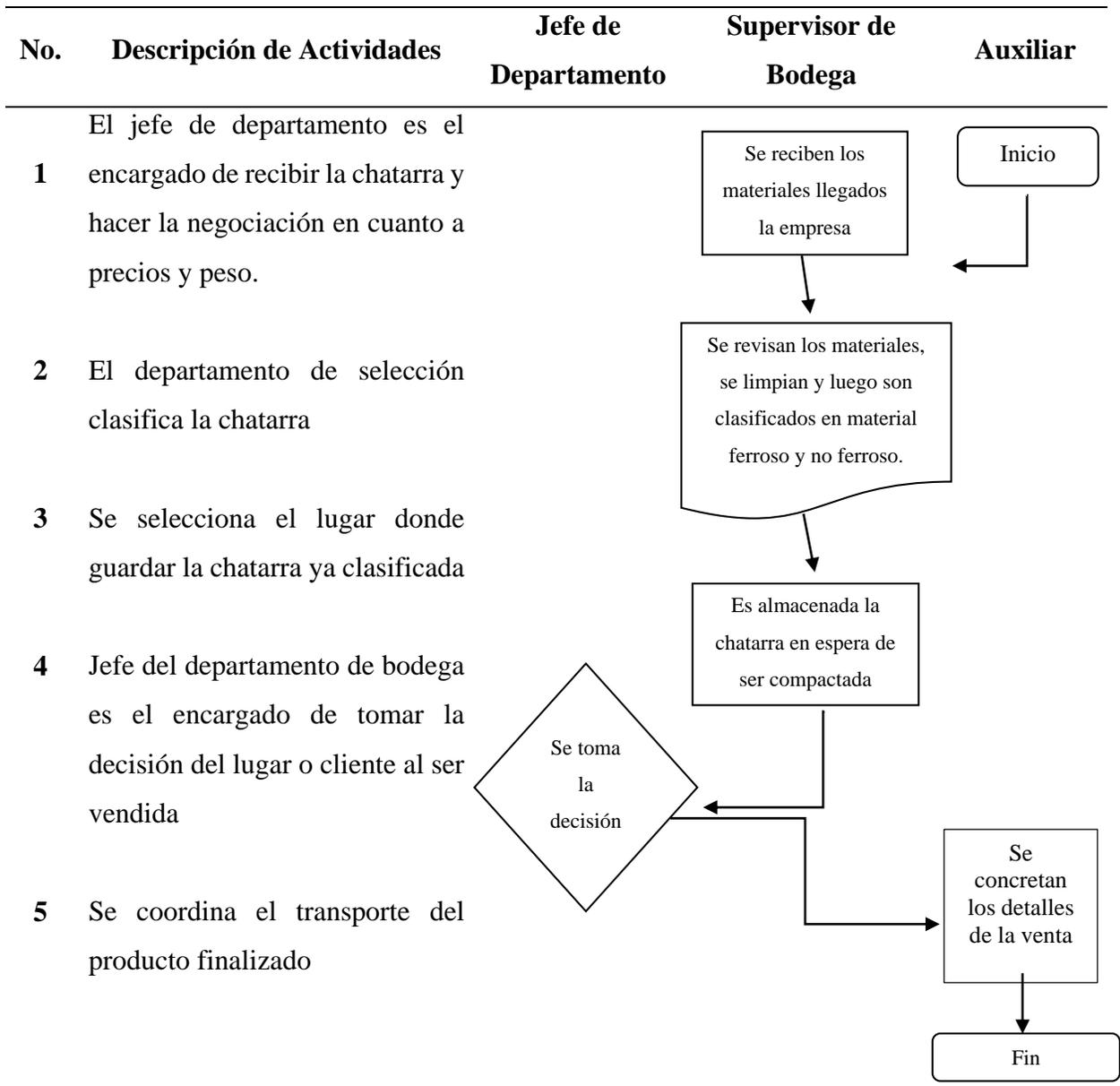
Por otro lado, la empresa Recicladora y Transportes Barillas pretende compactar la chatarra en paquetes de setenta kilogramos (70 kg), aproximadamente, ya que el peso puede constituir un diseño que determina las dimensiones volumétricas que facilitan la manipulación y transporte interno y externo en la bodega; además, mediante esa maquinaria se obtendrán beneficios como la facilidad de traslado de materiales y la reducción en un setenta por ciento (70%) del espacio físico y los costos operativos por traslado, generando mayores ganancias.

#### **4.5 Actividades**

Las actividades que se llevarán a cabo para la implementación de la propuesta en la empresa Recicladora y Transportes Barillas se encaminarán al área de bodega; se pretende ejecutar cinco (5) fases, donde se incluirán al jefe, supervisor y auxiliar de bodega, dado que son los colaboradores principales desde la recepción de la chatarra hasta la transformación y venta de ésta. A continuación, se detalla el cronograma de actividades.

**Tabla 1**

*Cronograma de actividades del plan de mejora.*



Los procesos de implementación de la propuesta de mejora fueron analizados y resumidos en cinco (5) etapas, las cuales permitirán concretar los detalles de venta y materia transformada, para la clasificación de la mercadería compactada.

## 4.6 Cronograma de Actividades

**Tabla 2**

*Cronograma de actividades del plan de mejora.*

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Elaboración de la propuesta	■		
Análisis de la propuesta	■		
Aceptación de la propuesta	■		
Cotización de los proveedores		■	
Análisis de los proveedores		■	
Realización del préstamo		■	
Compra de la maquinaria		■	
Capacitación del personal			■
Uso de la maquinaria			■
Mantenimiento de la maquinaria			■

## 4.7 Recursos

Para llevar a cabo el plan de mejora es necesario contar con un espacio físico de tres metros de alto, dos metros de largo y dos metros y medio de ancho (3m x 2m x 2.5m); cabe mencionar que la empresa Recicladora y Transportes Barillas posee el espacio requerido, únicamente, se deberá de realizar limpieza en el lugar.

Por otro lado, la maquinaria tiene facilidades de uso dado que el procedimiento es insertar la mercadería en la máquina y ésta la compactará en bloques, por lo que no se requerirá la contratación de nuevo personal, no obstante, si será necesario capacitarlo para la manipulación de ésta; es importante resaltar que los proveedores del equipo serán los responsables de llevar a cabo la formación y no tendría costo adicional dado que está incluido en el precio de venta. Dentro de los costos adicionales que incurrirá la empresa posterior a la implementación de la maquinaria, se resalta el equipo de protección personal tales como guantes y caretas para proteger a los operarios que ingresarán el material a la compactadora.

Por último, se concluye que la máquina compactadora es una prensa diseñada para obtener volúmenes reducidos de material ferroso y no ferroso usado, el proceso de manipulación es que la compactadora aplica fuerza sobre el material y lo comprime. Para su ejecución, la máquina debe de ser instalada, transportada y acoplada como se detalla a continuación.

**Tabla 3**

*Costo de actividades del plan de mejora.*

<b>Recursos</b>	<b>Costos</b>
Limpieza	Q.300.00
Espiga	Q.37.00
Armadura para estufa	Q.46.50
Cable	Q.228.92
Cinta de aislar	Q.45.20
Protector facial	Q.59.99
Guantes industriales	Q.151.70
Limpia contactos	Q.101.60
Tornillos estufa ser Leon Fstene	Q.22.38
Abrazadera	Q.7.50
	<b>Q.1,009.79</b>

Los recursos por emplear incluyen personal de limpieza, accesorios, materiales y equipo de protección personal para los colaboradores.

## **4.8 Presupuesto**

La implementación de una maquinaria para reducción de espacio en bodega en un setenta por ciento (70%) incluye la compra de una máquina compactadora, la cual tiene un costo aproximado de trescientos noventa mil quetzales (Q.390,000.00), por lo que el pago se realiza mediante Courier y transporte para la importación de la maquinaria con un valor de cinco mil quetzales (Q.5,000.00) que incluye logística y transporte, adquisición de nuevo personal o espacios adicionales. De igual forma, se necesitarán mil quetzales con setenta y nueve centavos (Q.1,000.79) en materiales y recursos, los cuales se detallan a continuación.

**Tabla 4***Presupuesto de del plan de mejora.*

<b>Unidades</b>	<b>Producto</b>	<b>Precio Q.</b>
1	Trasporte y Courier	Q 5,000.00
1	Insumos de instalación y seguridad	Q 1,000.79
1	Compactadora industrial	Q 390,000.00
1	Mantenimiento	Q 3,000.00
		<b>Q 399,000.79</b>

## Capítulo V

### Presentación y Discusión de Resultados

#### 5.1 Presentación de Resultados

La problemática que afecta a la empresa Recicladora y Transportes Barillas, es factible solventarla mediante la adquisición de maquinaria compactadora de chatarra, la cual reducirá los residuos en bloques de ciento veinte a ciento cuarenta kilogramos (120kg a 140kg), Para ello, primeramente, se procederá a llenar la cámara de compactación con chatarra de hierro y materiales de acero, se cierra la compuerta de compactación angular y ésta aplicará fuerza de compactación a través de cilindros.

##### 5.1.1 *Análisis Financiero de la Inversión*

Como se ha abordado anteriormente, con el propósito de reducir hasta un setenta por ciento (70%) el espacio físico de la bodega de la empresa Recicladora y Transportes Barillas, es fundamental la compra de máquina recicladora, la cual posee el costo de trescientos noventa mil quetzales (Q.390,000.00), sin costos de Courier, los cuales ascienden a seis mil quetzales (Q.6,000.00), adicional a los coste de mantenimiento que oscila entre tres mil quetzales (Q.3,000.00), dando como resultado el total de inversión aproximada de trescientos noventa y nueve mil quetzales (Q.399,000.00). Cabe mencionar que la organización solicitará un préstamo bancario en un plazo de cinco años (5â), con cuota nivelada e intereses del diecinueve por ciento (19%).

La entidad bancaria seleccionada para realizar la inversión es Banco Industrial, dadas las facilidades y apoyo a empresarios guatemaltecos, generando proyección financiera de la siguiente manera.

#### Figura 19

*Proyección financiera de préstamo bancario para adquisición de máquina compactadora.*

VALOR DE LA CUOTA	PLAZO
Q.6,698.91	60 meses

*Nota.* La imagen muestra la proyección financiera de préstamo bancario a Banco Industrial para la compra en un plazo de cinco años de máquina compactadora. Obtenido de Banco Industrial S.A. (2022). *Calculadoras Bi - Corporación Bi - Banco Industrial*. Banco Industrial Guatemala - Corporación Bi. <https://www.corporacionbi.com/gt/bancoindustrial/calculadoras-bi/>

Dado que la empresa Recicladora y Transportes Barillas no posee la capacidad para cancelar el costo total de la maquinaria, es necesario solicitar financiamiento externo; ante ello, la entidad bancaria Banco Industrial brinda proyección financiera donde refleja que el pago mensual por cinco años (5â) será de seis mil seiscientos noventa y ocho y noventa con noventa y un centavos (Q6,698.91), cantidad sobre la cual la empresa posee la liquidez necesaria para adquirir el préstamo bancario.

La situación actual de la empresa es que el área de bodega posee una medida de 2.46 cm de ancho, 14.46 cm de largo y 2.97 cm de alto, dando un área total de 105.647652m<sup>3</sup>, pero al calcular la más disponible se estima que es 0.19877394 toneladas; la densidad del material se obtendrá con la siguiente fórmula.

$$\frac{\text{volumen}}{\text{masa}} = \text{Densidad}$$

A continuación, se detalla el volumen, masa y densidad de la chatarra suelta.

**Tabla 5**

*Desglose de volumen, masa y densidad de la chatarra suelta.*

<b>CHATARRA SUELTA</b>					
<b>MEDIDAS DE PLATAFORMA</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Alto</b>	<b>Total</b>	<b>Unidad de medida</b>
Volumen	2.46	14.46	2.97	105.647652	m <sup>3</sup>
Masa (ton)				21	ton

Densidad

0.19877394

Ton/m<sup>3</sup>

Aunado a ello, se calculó la densidad de la chatarra suelta para determinar la capacidad de la bodega con relación a esta, se considera que el total de la bodega es de 215.84m<sup>3</sup> y el almacenaje de la bodega es de 42.9033671 toneladas mensuales, como se detalla a continuación.

**Tabla 6**

*Información de la bodega con relación a la capacidad de almacenaje.*

<b>DATOS DE BODEGA</b>						
<b>MEDIDAS DE BODEGA</b>						
<b>Valor</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Alto</b>	<b>Total</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Chatarra suelta en bodega sin compactar</b>
Volumen de bodega	7.1	8	3.8	215.84	m <sup>3</sup>	42.9033671 Toneladas

Con relación al ámbito financiero, la situación actual de la empresa respecto a los ingresos es aproximadamente manipula doscientas ochenta y seis toneladas (286T) mensuales de hierro o chatarra, por la cual se paga alrededor de mil trescientos veinte quetzales (Q.1,320.00) y ésta se vende, considerando los valores actuales del mercado, aproximadamente a mil seiscientos diez quetzales (Q.1,610.00). El objetivo principal es obtener un margen de ganancias entre doscientos noventa a trescientos diez quetzales (Q.290.00 a Q.310.00), con una utilidad bruta de dieciocho por ciento (18%). A continuación, se detalla información sobre el estado financiero de la empresa Recicladora y Transportes Barillas.

**Tabla 7**

*Información del estado financiero de la empresa Recicladora y Transportes Barillas.*

<b>Actual</b>				
<b>Cuentas</b>	<b>Trimestre 1</b>	<b>Trimestre 2</b>	<b>Trimestre 3</b>	<b>Trimestre 4</b>
Cantidad toneladas	856	868	874	887
Venta	Q. 1,378,160.00	Q.1,397,480.00	Q.1,407,140.00	Q.1,428,070.00

Precio de compra	Q1,129,920.00	Q.1,145,760.00	Q.1,153,680.00	Q.1,170,840.00
Cantidad de viajes	41	41	42	42
Gastos de operación	Q.147,360.00	Q.147,360.00	Q.147,360.00	Q.147,360.00
Total, de egresos	Q.1,277,320.76	Q.1,293,161.33	Q.1,301,081.62	Q.1,318.242.24
Utilidad antes de impuestos	<b>Q.100,839.24</b>	<b>Q.104,318.67</b>	<b>Q.106,058.38</b>	<b>Q.109,827.76</b>

Tal como se observa en la tabla anterior, aproximadamente por ochocientos ochenta toneladas (880T) se obtiene una utilidad neta de cien mil quetzales (Q.100,000.00) mensuales, brindando una rentabilidad del diez por ciento (10%) en operaciones normales, sin embargo, mediante la adquisición de la compactadora de chatarra es factible aumentar hasta un quince por ciento (15%) en utilidad antes de impuestos. A continuación, se desglosa el capital de trabajo para las operaciones actuales sin maquinaria.

### **Tabla 8**

*Desglose de capital de trabajo en operaciones sin maquinaria.*

<b>Costos Mensuales sin Compactadora</b>	
<b>Costos</b>	<b>Precio Total</b>
Sueldo gerente	Q.6,000.00
Sueldo contador	Q.3,000.00
Sueldo vendedor	Q.3,500.00
Sueldo bodeguero	Q.3,500.00
Sueldo transportista	Q.4,000.00
Viáticos	Q.2,800.00
Combustible	Q.20,720.00
Compras	Q.4,600,200.00
Extras	Q.5,600.00
<b>Total, Gastos Q.4,649,320.00</b>	

Con relación a los costos mensuales, éstos ascienden a cuatro millones seiscientos cuarenta y nueve mil trescientos veinte quetzales (Q.4,649,320.00), los cuales están compuestos por salarios fijos, viáticos, combustible y extras que incluyen gastos variados como el transporte de mercadería, así como materiales que son la chatarra para el inventario y su compactación. La empresa está

capacitada para adquirir una nueva maquinaria mediante préstamo bancario, por lo que se analizan las variables que determinarán la nueva capacidad en bodega y en los viajes establecidos que deben realizarse con la compra de la máquina compactadora, que tiene una medida de 0.37125m<sup>3</sup> y una masa de 0.13m<sup>3</sup>, para proporcionar una densidad total de 0.3302 toneladas por m<sup>3</sup>, se calculó con base en la siguiente fórmula.

$$\frac{\text{volumen}}{\text{masa}} = \text{Densidad}$$

La fórmula que utilizar se detalla a continuación:

**Tabla 9**

*Desglose de volumen, masa y densidad de la chatarra en pacas.*

<b>CHATARRA EN PACAS</b>					
<b>MEDIDAS DE PACAS</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Alto</b>	<b>Total</b>	<b>Unidad de medida</b>
Volumen	0.45	1.5	0.55	0.37125	m <sup>3</sup>
Masa (ton)				0.13	ton
Densidad				035016835	Ton/m <sup>3</sup>

Después, calcular la densidad de la paca, se determina la cantidad de chatarra que se puede almacenar en la bodega a través de la chatarra compactada versus la suelta; mediante cálculos anteriores, se exhiben los datos de bodega.

Luego de calculados la densidad de la paca se calcula la cantidad de chatarra que cabría dentro de la bodega con la chatarra compactada versus la chatarra suelta con los cálculos que anteriormente se presentaron tal y como se detalla a continuación:

**Tabla 10***Información de la bodega en relación con la capacidad de almacenaje.*

<b>DATOS DE BODEGA</b>											
<b>MEDIDAS DE BODEGA</b>											
Valor	Ancho	Largo	Alto	Total	Unidad de medida	Chatarra suelta en bodega sin compactar	Chatarra compactada en bodega	Chatarra ganada compactada	Porcentaje que ganar con chatarra compactada		
Volumen de bodega	7.1	8	3.8	215.84	m <sup>3</sup>	42.9033671 Toneladas	75.5803367 Tonelada	32.67696957	76%		

Es importante mencionar que, según los cálculos realizados, el porcentaje de ganancia de espacio en bodega alcanza un setenta y seis por ciento (76%), que mide 215.84m<sup>3</sup>, y la capacidad de almacenaje de chatarra sin compactar es de 42.90 toneladas, mientras que con la compactada es de unas 75.58 toneladas de residuos; indica que se puede adquirir 32.68 toneladas adicionales para venta y aumentar las utilidades. A continuación, se detallan las proyecciones de los resultados con maquinaria nueva, donde es factible visualizar que la máquina compactadora ahorra alrededor de nueve (9) viajes al mes, transportando treinta toneladas (30T) por viaje.

**Tabla 11***Información de la eficiencia en el transporte.*

<b>EFICIENCIA EN EL TRANSPORTE</b>								
Transporte	30	Ton	Toneladas que se pueden enviar menos toneladas enviadas actuales				Eficiencia del transporte	
Masa (ton)	0.35016835	Ton/m <sup>3</sup>						
Densidad	85.6730769	m <sup>3</sup>	Ocupa la paca en el transporte					

Mediante la nueva maquinaria e ingresos, se estima que la venta aproximada de ocho millones setecientos sesenta y un mil doscientos setenta y dos quetzales con sesenta y tres centavos (Q.8,761,272.63) en el primer año, manteniendo un ingreso anual estable; aunado a ello, se proyecta un rendimiento de ventas del trece por ciento (13%) anual, otorgando una utilidad de más de un millón ciento doce mil novecientos setenta y siete quetzales con cuarenta y tres centavos (Q.1,112,967.43). Por otro lado, los gastos de operación continuarán siendo los mismos dado que no es necesaria contratación de nuevo personal, tal como se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 12**

*Proyección del estado financiero de la empresa Recicladora y Transportes Barillas, mediante máquina compactadora.*

**Proyección**

<b>Cuentas</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Cantidad toneladas	5442	5514	5658	5535	5579
Venta	Q.8,781,272.63	Q.8,877,192.63	Q.9,109,032.63	Q.8,911,988.63	Q.9,143,808.63
Precio de compra	Q.7,183,155.20	Q.7,278,195.20	Q.7,468,275.20	Q.7,306,707.20	Q.7,496,787.20
Cantidad de viajes	188	190	195	191	196
Gastos de operación	Q.465,140.00	Q.465,140.00	Q.465,140.00	Q.465,140.00	Q.465,140.00
Total, de egresos	Q7,648,295.20	Q7,743,335.20	Q.7,933,415.20	Q.7,771,847.20	Q.7,961,927.20
Utilidad antes de impuestos	<b>Q.1,112,977.43</b>	<b>Q.1,133,857.43</b>	<b>Q.1,175,617.43</b>	<b>Q.1,140,121.43</b>	<b>Q.1,181,881.43</b>

A través de la tabla anterior, es factible demostrar que la utilidad aumenta alrededor de un trece por ciento (13%) en comparación con las ventas, dado que la liberación del espacio ocupacional crece hasta un setenta por ciento (70%) derivado de la compactación de chatarra, donde los paquetes tienden a medir 50cm\*45cm\*150cm, con un peso aproximado entre ciento veinte a ciento cuarenta kilogramos (120kg – 140kg), aumentando unas 29.669 toneladas por viaje.

De igual forma, los costos fijos no muestran variaciones, a diferencia de los variables, que tal como su nombre varían según las producciones o aumento de la mercadería; no obstante, hay que resaltar que los gastos no se alteran de forma repentina, como se presenta a continuación.

**Tabla 13***Desglose de capital de trabajo en operaciones con maquinaria.*

<b>Costos Mensuales con Compactadora</b>	
<b>Costos</b>	<b>Precio Total</b>
Sueldo gerente	Q.6,000.00
Sueldo contador	Q.3,000.00
Sueldo vendedor	Q.3,500.00
Sueldo bodeguero	Q.3,500.00
Sueldo transportista	Q.4,000.00
Viáticos	Q.1,800.00
Combustible	Q.13,320.00
Compras	Q.5,423,616.00
Mantenimiento	Q.41.67
Extras	Q.3,600.00
<b>Total, Gastos Q.5,462,377.67</b>	

Como se ha abordado, los gastos siguen siendo los mismos pese a contar con una nueva maquinaria, porque no se requirió contratar personal para manipulación de la máquina, por lo que se considerarán dentro de los gastos, personal operativo y administrativo, nuevos empaques, transportes y mantenimiento.

Con relación al análisis de costo – beneficio, a continuación, se detalla el desglose anual del análisis realizado.

**Tabla 14***Análisis de relación costo – beneficio.*

<b>RELACIÓN COSTO - BENEFICIO</b>						
<b>Inversión Inicial</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>TOTAL</b>
Beneficios	Q.8,761,272.63	Q.8,877,192.63	Q.9,109,032.63	Q.8,911,968.63	Q.9,143,808.63	Q.44,803,275.15
Costos	Q.4,649,320.00	Q.4,649,320.00	Q.4,649,320.00	Q.4,649,320.00	Q.4,649,320.00	Q.23,246,600.00

De igual forma, tal como se ha realizado el cálculo anterior, es factible confirmar sobre la rentabilidad que presenta el proyecto con relación al costo; dicho resultado indica que por cada quetzal (Q.1.00) de inversión se recibirán noventa y tres centavos (Q.0.93) de utilidad antes de impuestos.

**Tabla 15**

*Análisis índice de rentabilidad.*

<b>ÍNDICE DE RENTABILIDAD</b>						
<b>Inversión Inicial</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>TOTAL</b>
Costos	Q.4,111,952.63	Q.4,227,872.63	Q.4,459,712.63	Q.4,262,648.63	Q.4,494,488.63	Q.21,556,675.15
						<b>2%</b>

De acuerdo con el resultado obtenido del índice de rentabilidad, dos por ciento (2%), se establece que la inversión inicial será de trescientos noventa y nueve mil quetzales (Q.399,000.00) para aumentar el espacio físico en un setenta por ciento (70%), con un crecimiento rentable del trece por ciento (13%) con relación a la inversión inicial, en un periodo de cinco años (5â) en operaciones normales.

A continuación, se presenta el flujo de efectivo proyectado y el periodo de recuperación.

**Tabla 16**

*Proyección de flujo de efectivo y periodo de recuperación.*

**BANRURAL**

**Flujo de Efectivo**

**Proyectado**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>Saldo Inicial</b>		Q.1,000.00	Q.1,454,010.50	Q.2,933,901.00	Q.4,455,551.51	Q.5,941,705.99
<b>Ingresos</b>		Q.8,761,272.63	Q.8,877,192.63	Q.9,109,032.63	Q.8,911,968.63	Q.9,143,808.63
Préstamos	Q.400,000.00					
	<b>Q.400,000.00</b>	<b>Q.8,762.72.63</b>	<b>Q.10,331,203.13</b>	<b>Q.12,042,933.63</b>	<b>Q.13,367,520.14</b>	<b>Q.15,085.514.62</b>
<b>Egresos</b>						
Sueldo gerente		Q.6,000.00	Q.6,000.00	Q.6,000.00	Q.6,000.00	Q.6,000.00
Sueldo contador		Q.3,000.00	Q.3,000.00	Q.3,000.00	Q.3,000.00	Q.3,000.00

Sueldo vendedor		Q.3,500.00	Q.3,500.00	Q.3,500.00	Q.3,500.00	Q.3,500.00
Sueldo bodeguero		Q.3,500.00	Q.3,500.00	Q.3,500.00	Q.3,500.00	Q.3,500.00
Sueldo transportista		Q.4,000.00	Q.4,000.00	Q.4,000.00	Q.4,000.00	Q.4,000.00
Viáticos		Q.1,800.00	Q.1,800.00	Q.1,800.00	Q.1,800.00	Q.1,800.00
Combustible		Q.13,320.00	Q.13,320.00	Q.13,320.00	Q.13,320.00	Q.13,320.00
Extras		Q.3,600.00	Q.3,600.00	Q.3,600.00	Q.3,600.00	Q.3,600.00
Compra maquinaria		Q.399,000.00				
Gastos de Courier			Q.6,000.00			
Compras		Q.7,183,155.20	Q.7,278,195.20	Q.7,468,275.20	Q.7,306,707.20	Q.7,496,787.20
Intereses		Q.690.62	Q.539.07	Q.387.22	Q.235.10	Q.82.67
Pago préstamo		Q.79,696.31	Q.79,847.86	Q.79,999.70	Q.80,151.85	Q.80,304.26
<b>Total, Egresos</b>	<b>Q.399,000.00</b>	<b>Q.7,308,262.13</b>	<b>Q.2,397,302.13</b>	<b>Q.7,587,382.12</b>	<b>Q.7,425,814.15</b>	<b>Q.7,615,894.13</b>
<b>Saldo Final</b>	<b>Q.1,000.00</b>	<b>Q.1,454,010.53</b>	<b>Q.2,933,901.00</b>	<b>Q.4,455,551.51</b>	<b>Q.5,941,705.99</b>	<b>Q.7,469,620.49</b>
Inversión		Q. (400,000.00)				
		Q.1,054,010.50	Q.3,987,911.50	Q.8,443,363.01	Q.14,385,169.00	Q.21,854,789.49

Tal como se verifica en la tabla anterior, es factible evidenciar que el proyecto mantiene un sano flujo de efectivo, por lo que se considera que la empresa posee la capacidad económica para atender a las obligaciones a corto, mediano y largo plazo; sin embargo, dentro de los aspectos importantes a considerar es que el periodo de recuperación puede darse desde el primer año de operaciones normales.

### **Tabla 17**

*Desglose de aspectos financieros.*

<b>Tasa de Descuento</b>	25%
<b>VAN</b>	Q.11,097,508.37
<b>TIR</b>	1031%
<b>TAMAR</b>	26.75%

Dentro de los aspectos a considerar es que el valor de la inversión de trescientos noventa y nueve mil quetzales (Q.399,000.00), en un plazo de cinco años (5â) será de once millones noventa y siete mil quinientos ocho quetzales con treinta y siete centavos (Q.11,097,508.37), considerando que se espera una rentabilidad del trece por ciento (13%) sobre la producción actual, contando con la nueva maquinaria por lo que se convierte en proyecto rentable.

### ***5.1.2 Análisis de Funcionalidad del Proceso de Optimización de Espacios***

El impacto del proyecto es positivo para la organización, ya que cumple su objetivo principal, que se enfoca en reducir el espacio ocupacional del producto principal, chatarra de hierro, aluminio, acero, cobre, entre otros metales. Como se ha abordado, el proyecto es sustentable según el estudio financiero ejecutado, y la evaluación de viabilidad técnica y económica de los procesos que intervienen en el desarrollo.

Por otro lado, la adquisición de la maquinaria cumple con el objeto de estudio, dado que es una prensa enfardadora de mediana capacidad, que puede ser empleada en la bodega de la empresa Recicladora y Transportes Barillas. Como se explicó en capítulos anteriores, la manipulación de la máquina consiste en cargar la cámara de compactación manualmente con grúa de pinzas, usando como complemento una tolva de control de peso de admisión; posteriormente, se continúa con el proceso de expulsión del paquete metálico compresional en las medidas que el operario desee; considerando que la posición del pistón de expulsión se extenderá para empujar el paquete fuera de la maquinaria. A continuación, se presenta un diagrama del proceso de uso de la compresora.

**Figura 20**

*Gráfica del proceso de uso de la máquina compresora.*



Con la utilización de la prensa compactadora se obtienen pacas de 50 cm x 45 cm de largo variable, reduciendo así hasta un veinte por ciento (20%) por cada paca de 120 kg a 140 kg por unidad, derivado de la capacidad de las grandes densidades compactadas alambre, chatarra automotriz, perfil de aluminio, entre otros. Aunado a ello, a su vez, se aumenta el setenta por ciento (70%) del espacio ocupacional total de la bodega de la empresa estudiada.

## **5.2 Discusión de Resultados**

Para ello, se evaluaron diversos criterios para obtener un avalúo concreto y adecuado, con relación a los proveedores para vender la máquina compactadora, a continuación, se presentan los resultados.

**Tabla 18**

*Desglose de criterios de evaluación de proveedores de la máquina compactadora.*

<b>Criterio de Evaluación</b>	<b>Puntaje</b>
Garantía	25 puntos
Capacidad	10 puntos
Material	15 puntos
Sistema automático	10 puntos
Peso de paca	15 puntos
Producción por turno	10 puntos
Precio	15 puntos
<b>Total,</b>	<b>100 puntos</b>

**Tabla 19**

*Desglose de evaluación de proveedores de la máquina compactadora.*

<b>Criterios</b>	<b>Proveedor 1 Reyna</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Proveedor 2 Jining M.M</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Proveedor 3 Jiangyin Juntuo</b>	<b>Puntuación</b>
Garantía	12 meses	25	12 meses	25	No tiene garantía	0
Capacidad	54 toneladas	10	60 toneladas	10	40 toneladas	6
Material	Sí	15	Sí	15	Sí	15
Sistema automático	No	5	No	5	Sí	10
Peso de paca	120kg a 140 kg	13	130 kg	10	120 kg	13
Producción por turno	12 – 15 turnos	8	Turnos	10	10 turnos	7
Precio	Q.390,000.00	15	Q.403,650.00	7	Q.193,050.00	12
	<b>Total, Puntos</b>	<b>91</b>		<b>82</b>		<b>63</b>

El resultado del análisis de proveedores, arrojó tres (3) propuestas, en primer lugar, con un total de noventa y un puntos (91pts) se posicionó la empresa “Reyna”, la cual ofrece la maquinaria de prensa compactadora diseñada para empacar alambre, chatarra automotriz y todo perfil de aluminio; ésta, tiene un motor eléctrico de 30hp 220/440 voltios, para lo cual requiere tres (3) líneas de corriente eléctrica; además, la máquina ofrece una boca de alimentación de 150\*150 cm, bombas de engranes americanas. Cabe resaltar que a pesar de que el proveedor se encuentra en México, se tiene una comunicación fluida y otorga la máquina según las necesidades del cliente.

En segundo lugar, con una ponderación de ochenta y dos puntos (82pts), se encuentra la empresa “Jining Mayway Machinery Co., Ltd.”, ésta no cumple con todos los requerimientos técnicos y, además, posee un precio mayor en comparación a las demás cotizaciones. Sin embargo, se resalta que la máquina que ofrece la compañía esgrime los requisitos básicos como garantía, capacidad, material, mecanismo automático, producción por turno, no obstante, para la capacidad de la Recicladora y Transportes Barillas no es la indicada.

Con relación al tercer lugar, se encuentra la empresa “Jiangun Juntuo”, ésta posee una ponderación de sesenta y tres puntos (63pts) dado que no cumple con requerimientos técnicos y/o básicos necesarios como garantía, capacidad mínima dado que soporta cuarenta toneladas (40T) mientras que la organización Recicladora y Transportes Barillas posee una capacidad de cuarenta y nueve toneladas (49T) al día sin maquinaria, por lo que es necesaria que la máquina posea una mayor capacidad.

A partir del análisis realizado, se considera que los proveedores Jining M.M y Jiangun Juntuo no cumplen en su totalidad con los requisitos, además que, dado que el centro de operaciones y distribución se encuentra sumamente alejado de Guatemala, el costo de envío incrementa el precio, sumado al tipo de cambio, lo cual aumenta la inversión a realizar.

Por otro lado, el resultado de la compra de máquina compresora se refleja en el aumento de ocho toneladas (8T) extras por viaje, con un peso aproximado de ciento veinte a ciento cuarenta kilogramos (120kgs – 140kgs), esto se determinó mediante la siguiente fórmula:

- Para determinar el largo se procedió a convertir cuarenta y ocho pies (48ft) de largo de la plataforma y ciento cincuenta centímetros (150cm) de largo de la prensa a metros, dando la siguiente división:

$$\frac{\text{largo de plataforma}}{\text{largo de la paca}} = \text{Cantidad de pacas en largo}$$

$$\frac{14.63}{1.50} = 9.753$$

- Para determinar el ancho se procedió a convertir 2.543 metros de ancho de plataforma y cuarenta y cinco centímetros (45cm) de largo de la prensa a centímetros, utilizando la siguiente división:

$$\frac{\text{ancho de plataforma}}{\text{ancho de la paca}} = \text{Cantidad de pacas en ancho}$$

$$\frac{243}{45} = 5.4$$

- Con los resultados obtenidos, se multiplicaron entre sí para obtener las pacas que soporta la plataforma para transportar chatarra, obteniendo el resultado de 52.668 pacas en la plataforma. Para determinar el peso total se considera el total de pacas que caben en la plataforma y se multiplican por el peso promedio de ciento treinta kilogramos (130kgs) de la siguiente manera:

$$\text{total de pacas} * \text{peso promedio por paca} = \text{peso total de total de pacas}$$

$$52.668 * 130 = 6846.84$$

- Conociendo el total del peso máximo que soporta la plataforma, se determinan las pacas por altura, teniendo conocimiento que son treinta toneladas (30T) se procede a dividirlo con el resultado de peso de una paca como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{Toneladas por viaje}}{\text{Peso de una paca en toneladas}} = \text{Cantidad de pacas en altura}$$

$$\frac{40}{6.85} = 4.38$$

Al obtener el resultado de la capacidad de plataforma que asciende a 4.38 pacas de alto, 9 de largo y 5.4 de ancho, es factible concluir que la cantidad de toneladas que caben en la plataforma por viaje es de 29.669 toneladas prensadas, obteniendo una rentabilidad de ocho toneladas (8T) por viaje, generando así menor cantidad de viajes y, por ende, se percibe un ahorro significativo en los gastos de transporte y, a la vez, una oportunidad de crecimiento ya que es capaz de almacenar mayor cantidad de producto en la bodega, optimizándola hasta un setenta por ciento (70%).

### 5.3 Conclusiones

- Se concluye que el diseño del proceso permite optimizar el aprovechamiento del espacio físico de la bodega de la Recicladora y Transportes Barillas.
- El proyecto se considera rentable dado que en entre los análisis de costo beneficio se refleja el valor de retorno de inversión de un quetzal con veinticuatro centavos (Q.1.24) por cada quetzal (Q.1.00) invertido; recuperando así el capital desde el primer año (1<sup>o</sup>) de operaciones normales de la entidad.
- El proyecto es eficiente dado que con el equipo tecnológico es factible obtener más del setenta por ciento (70%) de espacio físico para la obtención de materia nueva, dado que se reduce el espacio físico de cada cincuenta y cuatro toneladas (54T) hasta en un veinte por ciento (20%), disminuyendo a la vez la falta de espacio en las bodegas de Recicladora y Transportes Barillas.
- Se considera, mediante el análisis realizado, que el proyecto es seguro dado que a través de la nueva adquisición se adquiere tecnología que apertura oportunidades de negocios y; la vez los estudios financieros reflejan que el proyecto aportará seis por ciento (6%) de la rentabilidad a la empresa.
- Por último, se concluye que el proyecto es accesible dado que la empresa Recicladora y Transportes Barillas posee la capacidad de saldar el préstamo bancario en un plazo de cinco años (5<sup>o</sup>), además, la inversión es recuperada desde el primer año (1<sup>o</sup>) de operaciones.

## 5.4 Recomendación

- Se recomienda a la empresa Recicladora y Transportes Barillas adquirir la máquina compactadora de chatarra con el proveedor Reyna, ya que el equipo cumple con los requerimientos y necesidades básicas de la entidad como garantía, capacidad, derivado de la capacidad de cincuenta y cuatro toneladas (54T) por turno, para reducir en un setenta por ciento (70%) el espacio en bodega; además, el precio de venta asciende a trescientos noventa mil quetzales (Q.390,000.00) financiado mediante préstamo bancario.
- Se sugiere emplear la máquina industrial compactadora para el reciclaje de chatarra y recuperación de desperdicios de procesos industriales o latas de aluminio, hierros, aceros, entre otros. Cabe mencionar que la prensa a adquirir debe de ser de fácil uso para obtener un cubo de metal que drásticamente reduce los costos de almacenamiento y transporte de las pacas en la plataforma de transportes.

## Lista de Referencias

- 5 consejos de seguridad para el uso de electroimanes permanentes. (2018). Crosby | Airpes. <https://www.iribarri.com/5-consejos-de-seguridad-para-el-uso-de-electroimanes/#:~:text=Los%20dos%20principales%20peligros%20de,afectado%20por%20el%20campo%20electromagn%C3%A9tico.>
- Adelca. (2020). *Reciclaje de chatarra*. Adelca. <https://www.adelca.com/chatarra.html>
- Aguilar, R. (2018). Reciclado de chatarras y residuos metálicos. *Revista de La Escuela de Postgrados*, 9(1), 11. <https://postgrado.ingenieria.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2023/05/REVISTA-EEP-2018.pdf>
- Almacenamiento de chatarra. (s. f.). *Junta de Extremadura*. [http://extremambiente.juntaex.es/index.php?option=com\\_content&task=view&id=2247&Itemid=578](http://extremambiente.juntaex.es/index.php?option=com_content&task=view&id=2247&Itemid=578)
- Alvarizaes, R., & Juárez. (2021). Proceso de mejora continua aplicando Seis Sigma para optimizar el manejo de contenedores vacíos en una empresa naviera en Guatemala. *Revista de La Escuela de Estudios de Postgrados*. <https://postgrado.ingenieria.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2023/06/Revista21-22.pdf>
- Aquatrans200. (2020). *El camión basculante: qué es y principales usos - Aquatrans 2000 Noticias: Qué es y principales usos - Aquatrans 2000 Noticias*. Aquatrans 2000 Noticias. <https://www.aquatrans2000.com/noticias/camion-basculante-que-es-y-usos/>
- AZA. (2019). Manual de proveedores de chatarra. En AZA. <https://www.aza.cl/wp-content/uploads/2020/01/Manual-del-Chatarrero-2019-v7.pdf>
- AZA Acero Sostenible. (s. f.). Tipos de Chatarra. AZA. <https://www.aza.cl/recicladores/tipos-de-chatarra/#:~:text=Chatarra%20de%20acero%20al%20carbono%2C%20provenientes%20>

[de%20desechos%20industriales%20con,%2C%20golillas%2C%20pepas%20de%20clavo.](#)

B2kuh. (2021). Empresas de reciclaje en Guatemala. *El Reciclaje*.

<https://elreciclaje.info/departamento/empresas-reciclaje-guatemala/>

Banco Industrial S.A. (2022). Calculadoras Bi - Corporación Bi - Banco Industrial. Banco Industrial Guatemala - Corporación Bi.

<https://www.corporacionbi.com/gt/bancoindustrial/calculadoras-bi/>

Barbisan, C. (2021, octubre). *Definición de densidad*. Significados.Com.

<https://significado.com/densidad/>

BOBO Machine. (s. f.). *Prensa compactadora de chatarra de metal*. BOBO Machine. [http://foam-](http://foam-spraying.es/2-9-scrap-metal-baler.html)

[spraying.es/2-9-scrap-metal-baler.html](http://foam-spraying.es/2-9-scrap-metal-baler.html)

Casasola, A. (2021). Manejo de residuos sólidos generados en el mercado central del municipio de Chiquimula. *Naturaleza, Sociedad y Ambiente*, 8(1).

<https://revistacunsurori.com/index.php/revista/article/view/63/89>

Castelo, R. (2022). Más de 11 millones de toneladas de chatarra recicladas en 2021. En Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID). [https://unesid.org/blog/mas-11-millones-toneladas-](https://unesid.org/blog/mas-11-millones-toneladas-chatarra-recicladas-2021/)

[chatarra-recicladas-2021/](https://unesid.org/blog/mas-11-millones-toneladas-chatarra-recicladas-2021/)

Celasa. (2022). *Productos, herramientas y equipos*. Celasa.

<https://celasa.com.gt/shop/category/herramientas-y-equipo-365>

Cemaco. (2019). *Protector facial*. Cemaco. <https://www.cemaco.com/protector-facial-pretul-989626/p>

Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. (2017). Reciclaje en Guatemala. *Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia*. <https://cgpl.org.gt/>

- Chatarra. (2021). Real Academia Española. <https://dle.rae.es/chatarra>
- Chatarra doméstica. (2015). Glosario Siderurgia. <https://glosarios.servidor-alicante.com/siderurgia/chatarra-domestica>
- Chatarra Electrónica. (2023). Chatarra Electrónica Ecuador. <http://chatarraelectronicaecuador.com/>
- Chatarra ferrosa. (s. f.). Fundireciclar. <http://www.ecuainox.com/>
- Chatarra, R. Y. (s. f.). ¿Cuál es la diferencia entre chatarra ferrosa y no ferrosa? Supraciclaje Recicladora. <https://supraciclaje.com/la-diferencia-chatarra-ferrosa-no-ferrosa/>
- Chatarra: Trituración, cribado, clasificación y prensado. (2022). Interveira. <https://www.interveira.com/reciclaje/chatarra/>
- Congreso de la República de Guatemala. (2021). Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes: Acuerdo Gubernativo 164-2021. En *Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*. <https://www.marn.gob.gt/reglamento-164-2021/#:~:text=Acuerdo%20Gubernativo%20164%2D2021&text=Esto%20va%20directamente%20asociado%20con,los%20residuos%20y%20desechos%20s%C3%B3lidos>.
- Couoh, R. (2020). Grúa viajera electromagnética. *Láminas y Aceros*. <https://blog.laminasyaceros.com/blog/gr%C3%BAa-viajera-electromagn%C3%A9tica#:~:text=Una%20gr%C3%BAa%20viajera%20electromagn%C3%A9tica%20es,un%20tipo%20de%20gr%C3%BAa%20industrial>.
- Cuc, M. (2018). *Proyecto de Almacenamiento y Clasificación de Chatarra Ferrosa para el Proceso de Fabricación de Acero al Carbono* [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8693/1/Marvin%20Macario%20Cuc%20Camacho.pdf>

- Del Águila, L. (2018). *Máquina Compactadora de Chatarra de Hojalata para Incrementar la Producción de Paquetes de 70 kg para la Recicladora del Oriente S.A.C de Tarapoto, 2018* [Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27100/Del%20Aguila\\_RL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27100/Del%20Aguila_RL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Depositphotos. (2022). Excavación. En *Depositphotos*. <https://depositphotos.com/es/vector/vector-illustration-color-children-construction-small-size-claw-handler-excavator-667449704.html>
- Derichebourg España. (2019). Características de la chatarra ferrosa. *Derichebourg España*. <https://www.derichebourgespana.com/caracteristicas-de-la-chatarra-ferrosa/>
- Empresa Nante. (2022). Electroimán circular hidráulico. En *Made-in-China*. <https://www.interempresas.net/Logistica/FeriaVirtual/Producto-Electroiman-circular-hidraulico-Zanetti-ESA-100-HE-135433.html>
- Elabia. (2017). Como prevenir los accidentes de trabajo con grúas. *Elabia*. <https://elebia.com/es/accidentes-de-trabajo-en-las-gruas/>
- Eolivier. (2017). Reciclaje en empresas, una actividad que reduce costos. *Emprendedores y Negocios*. <https://emprendedoresynegocios.com/reciclaje-en-empresas/>
- Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales. (2015). Manual de Medidas Preventivas para el Grupo Profesional de Producción del Sector de la Recuperación de Residuos y Materias Primas Secundarias. En *Fundación Para la Prevención de Riesgos Laborales*. [http://istas.net/descargas/doc260260\\_Manual\\_de\\_medidas\\_preventivas\\_para\\_el\\_grupo\\_profesional\\_de\\_produccion\\_del\\_sector\\_de\\_la\\_recuperacion\\_de\\_residuos\\_y\\_materias\\_primarias\\_secundarias.pdf](http://istas.net/descargas/doc260260_Manual_de_medidas_preventivas_para_el_grupo_profesional_de_produccion_del_sector_de_la_recuperacion_de_residuos_y_materias_primarias_secundarias.pdf)

- GBP Metal Group. (s. f.). *Proceso de reciclaje* – GBP Metal Group.  
<https://gbpmetalgroup.com/proceso-de-reciclaje/>
- GraphicsRF.com. (2008). Ilustración de grúa magnética simple en blanco. En *Shutterstock*.  
<https://www.shutterstock.com/es/image-illustration/illustration-simple-magnetic-crane-on-white-19890724>
- Guantes industriales*. (2022). Suministros Industriales. <https://sisp.com.co/guantes-industriales/#:~:text=Guantes%20Industriales.%20Un%20guante%20es%20un%20equipo%20de%20parcial%20o%20totalmente%20el%20antebrazo%20y%20el%20brazo.>
- Juprocat. (2021). Mini cargador. En *Shutterstock*. <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/mini-loader-vector-illustration-1956342163>
- Kovalchuk, D. (2020). Icono de montacargas. En *iStock*.  
<https://www.istockphoto.com/es/vector/icono-del-montacargas-gm1248404810-363589937>
- Maquinaria Iglesias. (2022). Prensa compactadora de chatarra de triple compresión. En *Maquinaria Iglesias*. <https://maquinariaiglesias.com/maquinaria-industrial/prensa-compactadora-de-chatarra-de-triple-compresion/>
- McGregor, K. (2015). Báscula fija de cien toneladas de capacidad. En *Toledo Carolina*.  
<https://www.toledocarolina.com/protecting-your-profits-preventing-fraud-cheating-at-truck-scales>
- Mecalux. (2017). *¿Cómo calcular tu capacidad de almacenaje? ¿Cuándo aumentarla?* Mecalux.  
<https://www.scribbr.es/citar/generador/folders/6ZvSPDrXaGzi6yiRCBJZG8/lists/5hYBNrZQF2VsKe7W5Btwz6/citar/pagina-web/>

- MFGrobots. (s. f.). *Chatarra de acero y procesos de clasificación y preparación de chatarra*.  
MFGrobots. <https://es.mfgrobots.com/mfg/mpm/1003021317.html>
- Montacargas y Servicios. (2019). *5 situaciones de riesgo en el manejo de materiales con montacargas*. Medium. <https://montacargasyservicios.medium.com/5-situaciones-de-riesgo-en-el-manejo-de-materiales-con-montacargas-4923c17ff03a>
- Mulder, M. (2020). Equipos y maquinaria para reciclaje de chatarra. *Retema*.  
<https://www.retema.es/actualidad/equipos-maquinaria-reciclaje-chatarra>
- Niosh. (2011). *Prevención de lesiones y muertes causadas por minicargadores*. Alerta de NIOSH.  
[https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2011-128\\_sp/pdfs/2011-128\\_sp.pdf](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2011-128_sp/pdfs/2011-128_sp.pdf)
- Ortíz, J. (2014). *Diseño de una Plataforma Electromecánica Auxiliar de Camión para el Personal que Reparte Conos Separadores de Vías* [Tesis de Tecnólogo, Institución Universitaria Pascual Bravo].  
[http://repositorio.pascualbravo.edu.co:8080/jspui/bitstream/pascualbravo/415/1/Rep\\_IUP\\_B\\_Tec\\_Mec\\_Ind\\_Dise%C3%B1o\\_Plataforma.pdf](http://repositorio.pascualbravo.edu.co:8080/jspui/bitstream/pascualbravo/415/1/Rep_IUP_B_Tec_Mec_Ind_Dise%C3%B1o_Plataforma.pdf)
- Pérez, C. (2017). Hasta el 95% de los desechos que producimos pueden ser reciclados. *Prensa Libre*. <https://www.prensalibre.com/ciudades/la-basura-bien-gestionada-es-una-fuente-importante-de-recursos-economicos-en-guatemala/>
- Pineda, J. (s. f.). Reciclaje de metales. *enColombia.Com*. <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/reciclaje-de-metales/>
- Plantas de separación de metales*. (2022). Zato S.p.A. <https://www.zato.es/plantas-separacion-metales/>
- Prensas Compactadoras | Equipos Reciclaje | Colmar Equipment*. (s. f.). Strap.  
<https://www.colmarequipment.com/es/equipment/recycling/balers>

*Prensas para chatarra.* (2022). Moros. <https://moros.com/productos/prensas/>

*Proceso de compactación.* (2020). Komarek. [https://komarek.lat/soluciones-de-compactacion-granulacion/proceso-decompactacion/#:](https://komarek.lat/soluciones-de-compactacion-granulacion/proceso-decompactacion/#:~:text=El%20proceso%20de%20compactaci%C3%B3n%20incluye%20los%20siguientes%20pasos%3A,para%20formar%20compactos%20mediante%20los%20compactadores%20de%20rodillo)

[~:text=El%20proceso%20de%20compactaci%C3%B3n%20incluye%20los%20siguientes%20pasos%3A,](https://komarek.lat/soluciones-de-compactacion-granulacion/proceso-decompactacion/#:~:text=El%20proceso%20de%20compactaci%C3%B3n%20incluye%20los%20siguientes%20pasos%3A,)

[para%20formar%20compactos%20mediante%20los%20compactadores%20de%20rodillo](https://komarek.lat/soluciones-de-compactacion-granulacion/proceso-decompactacion/#:~:text=El%20proceso%20de%20compactaci%C3%B3n%20incluye%20los%20siguientes%20pasos%3A,para%20formar%20compactos%20mediante%20los%20compactadores%20de%20rodillo)

*Proceso de reciclaje de chatarra.* (s. f.). Recuperaciones Hnos. Carrillo E Hijos, S.L. <https://recuperacionescarrillo.com/proceso-de-reciclaje-de-chatarra/>

*Pulpo Orange Peel.* (2022). Direct Industry. <https://www.directindustry.es/prod/kinshofer/product-65780-1581954.html>

*¿Qué es un montacargas?* (2017). Finning CAT. [https://www.finning.com/es\\_BO/company/news-events/product-customer-stories/-que-es-un-montacargas-.html](https://www.finning.com/es_BO/company/news-events/product-customer-stories/-que-es-un-montacargas-.html)

QuimiNet. (2018). Reduzca los volúmenes de materiales de manera sencilla. En QuimiNet. <https://www.quiminet.com/articulos/reduzca-los-volumenes-de-materiales-de-manera-sencilla-4372037.htm>

Racks del Pacífico. (2022). *¿Cómo calcular la capacidad de mi bodega?* Rack Del Pacífico. <https://www.racksdelpacifico.com/como-calcular-la-capacidad-de-almacenaje-en-bodega/>

Recampri. (2021). *¿Para qué se utilizan las mini cargadoras?* Recampri, S.L. <https://www.recambiosdemaquinariaop.com/utilizan-minicargadoras/>

*Reciclaje.* (s. f.). Guatemala.Com. <https://directorio.guatemala.com/index.php/listado/guia/servicios/reciclaje#:~:text=Ecopl%20es%20una%20empresa%20que%20cuenta%20con%20m%C3%A1s,apropiadas%20para%20el%20manejo%20adecuado%20de%20desperdicios%20pl%C3%A1sticos.>

- Reciclar para no morir (R. Barrios). (2018). En *Universidad de San Carlos de Guatemala*.
- Recytrans. (2014). *Reciclaje de chatarra*. Gestión de Residuos - Soluciones Globales Para el Reciclaje. <https://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-chatarra/#:~:text=El%20reciclaje%20de%20chatarra%20se,por%20otro>.
- Rodríguez, R. (2013). *Guía de Seguridad en procesos de Almacenamiento y Manejo de Cargas*. [https://www.udc.es/archivos/sites/udc/prl/procedimientos/Guiaxseg.xalmacenam.xyxman\\_ejoxcargas.pdf](https://www.udc.es/archivos/sites/udc/prl/procedimientos/Guiaxseg.xalmacenam.xyxman_ejoxcargas.pdf)
- Ruíz, C. (2015). Estudio de Pesos y Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan sobre las Carreteras de la Red Vial Estatal Ecuatoriana [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Ecuador]. <https://docplayer.es/79055209-Pontificia-universidad-catolica-del-ecuador-facultad-de-ingenieria-maestria-en-ingenieria-de-transporte.html> Pág. 29
- Ruíz, M. E., Luzuriaga, H. A., & Rodríguez, Á. C. (2015). *El comportamiento del consumidor y la cultura de reciclaje de residuos sólidos: caso mancomunidad patate-pelileo*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5363003>
- Sánchez, A. (2023). *Volumen*. ConceptoDefinición. <https://conceptodefinicion.de/volumen/>
- Stokkermill Italia. (s. f.). *Trituración y molienda de chatarra ferrosa y metálica*. Stokkermill Italia. <https://www.stokkermill.com/aplicaciones/trituracion-chatarra-ferrosa-metalica>
- Tisvol. (s. f.). *Metal - Semirremolque basculante para transportar chatarra fragmentada*. Tisvol. <https://tisvol.com/basculantes/metal-basculante-transporte-chatarra-fragmentada/>
- Toledo, M. (Ed.). (2011). Guía de básculas para camiones. En *PreciSur*. <https://precisur.com.co/wp-content/uploads/GUIA-D1.pdf>
- Torres, J., & Lesmes, J. (2018). *Plan de negocio para la creación de una empresa dedicada al manejo, clasificación y reciclaje de residuos metálicos (ECA), posterior comercialización*

*en la ciudad de Villavicencio* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Santo Tomás].

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/13535/2018juantorres.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Transmisión manual de la pantalla LCD 6X4 camiones de remolque de tractor. (2022). En Made in China. [https://es.made-in-china.com/co\\_fawtrucks/product\\_LCD-Display-Manual-Transmission-6X4-Tractor-Trailer-Truck\\_ysgnuessig.html](https://es.made-in-china.com/co_fawtrucks/product_LCD-Display-Manual-Transmission-6X4-Tractor-Trailer-Truck_ysgnuessig.html)

## Anexos

### Cotización de Proveedor Reyna



MONTERREY N.L. 20 DE OCTUBRE DEL 2022

ELABORO: PRISCILLA FLORES

COTIZACION: 191

#### PRENSAS REYNA SA. DE CV.

R.F.C. PRE 160623 IJ4

2A PRIVADA JIMENEZ # 109 COL. ESMERALDA

CD. GUADALUPE N.L. C.P. 67140

TEL. 8183551600 8183553797 8180332605

EMAIL: [contacto@prensasreyna.com.mx](mailto:contacto@prensasreyna.com.mx) [pasutra1@hotmail.com](mailto:pasutra1@hotmail.com)

POR MEDIO DE LA PRESENTE TENGO EL GUSTO DE SALUDARLE Y ASI MISMO PASAR LO SIGUIENTE:

COTIZACION DE PRENSA COMPACTADORA PARA CHATARRA TIPO ESCUADRA CH107:

- PISTONES LATERALES 107 TONELADAS (2)
- PISTON TAPA 54 TONELADAS
- INCLUYE COMPUERTA DE EXPULSADO
- MOTOR ELECTRICO 30 HP 220/440 V (indispensable 3 líneas de corriente eléctrica)
- TAMAÑO DE PACA 50 CM X 45 CM X LARGO VARIABLE
- BOCA DE ALIMENTACION 150 X 150 CM
- PESO DE PACA 120-140 KGS.
- PRENSA DE ALTA DENSIDAD DISEÑADA PARA EMPACAR ALAMBRE, CHATARRA AUTOMOTRIZ, PERFIL ALUMINIO.
- EQUIPO NUEVO
- BOMBA DE ENGRANES AMERICANA
- SISTEMA DE CONTROL MANUAL CONTINENTAL (EUU)
- MANGUERAS, EQUIPO Y CONEXIONES 3000 PSI
- **GARANTIA 12 MESES SOBRE DEFECTO DE FABRICACION VALIDA L.A.B. E.N.P.**
- **PESO DE PRENSA 5.5 TONELADAS**
- PRODUCCION POR TURNO 12-15 TONELADAS.
- ENTREGA DEL EQUIPO POR ESPECIFICAR
- CONDICIONES DE VENTA: 50 % ANTICIPO, 50 % CONTRA AVISO DE ENTREGA
- MEDIDAS DE PRENSA 2 M ALTO, 5 M LARGO, 2.5 M ANCHO
- MAQUINARIA SE ENTREGA LISTA PARA TRABAJAR, PRIMER MANTENIMIENTO A LAS 3000 HORAS DE USO.
- FLETE NO INCLUIDO
- [http://www.youtube.com/watch?v=\\_qy-FMW8s2o](http://www.youtube.com/watch?v=_qy-FMW8s2o)

PRENSA COMPACTADORA	
SUB TOTAL	\$ 50,000.00
IVA (16%) Exento	\$
TOTAL DOLARES AMERICANOS	\$ 50,000.00

# Cotización de Proveedor Jining Mayway Machinery Co., Ltd.



## **Jining Myway Machinery Co.,Ltd.**

**Hydraulic Baling Machine**

**Model:SY10**




## **Jining Myway Machinery Co.,Ltd.**

**Quotation:**

No.	Machine Name	Model	Quantity	Unit Price(FOB Qingdao)
1	Hydraulic baling machine	SY10	1set	USD1750
2	Total price FOB Qingdao			USD1750
Give you a sea insurance for free Remark: 1.The above price is valid for one month. 2.Payment term: 50% T/T as prepayment, 50% T/T after produce finished before delivery. 3.Delivery time: 7-10 working days after get prepayment. 4.We offer 1 year guarantee for machine parts since delivery date and all life service. 5.Packing: the goods are packaged in wooden case or iron shelf suitable for sea-worthy shipping.				

**Main Technical Parameters**

Pressure	10
Packing size	800*400mm
Motor	7.5KW
Efficiency	3-7 pieces/h
Bale weight	30-50 KG
Voltage	220V/50HZ
Machine size	1500*850*2700mm

## Proveedor Jiangun Juntuo

Best regards

bryan



160 ton small hydraulic automatic horizontal aluminium stainless steel wire scrap metal compactor baler press machine for sale

1 Piece(s) US \$ 21000



Y81F-160A hydraulic scrap metal aluminum compactor press baler machine

1 Piece(s) US \$ 23000

Total Price: US \$ 44000

### Figura 21

*Bodega actual de Recicladora y Transportes Barillas.*



**Figura 22**

*Bodega actual de Recicladora y Transportes Barillas*



**Figura 23**

*Bodega actual de Recicladora y Transportes Barillas*



**Figura 24**

*Bodega actual de Recicladora y Transportes Barillas*



**Figura 25**

*Recursos.*





**Figura 26**

*Proyección de préstamo bancario para la Recicladora y Transportes Barillas*

BI					
Día	Fecha	Capital	Interés	Cuota	saldo
1	31/01/2023	6,635.58	63.33	6,698.91	393,364.42
2	28/02/2023	6,636.63	62.28	6,698.91	386,727.79
3	31/03/2023	6,637.68	61.23	6,698.91	380,090.11
4	30/04/2023	6,638.73	60.18	6,698.91	373,451.38
5	31/05/2023	6,639.78	59.13	6,698.91	366,811.60
6	30/06/2023	6,640.83	58.08	6,698.91	360,170.77
7	31/07/2023	6,641.88	57.03	6,698.91	353,528.89
8	31/08/2023	6,642.94	55.98	6,698.91	346,885.95
9	30/09/2023	6,643.99	54.92	6,698.91	340,241.96

10	31/10/2023	6,645.04	53.87	6,698.91	333,596.92
11	30/11/2023	6,646.09	52.82	6,698.91	326,950.83
12	31/12/2023	6,647.14	51.77	6,698.91	320,303.69
13	31/01/2024	6,648.20	50.71	6,698.91	313,655.49
14	29/02/2024	6,649.25	49.66	6,698.91	307,006.24
15	31/03/2024	6,650.30	48.61	6,698.91	300,355.94
16	30/04/2024	6,651.35	47.56	6,698.91	293,704.58
17	31/05/2024	6,652.41	46.5	6,698.91	287,052.18
18	30/06/2024	6,653.46	45.45	6,698.91	280,398.72
19	31/07/2024	6,654.51	44.4	6,698.91	273,744.20
20	31/08/2024	6,655.57	43.34	6,698.91	267,088.63
21	30/09/2024	6,656.62	42.29	6,698.91	260,432.01
22	31/10/2024	6,657.68	41.24	6,698.91	253,774.33
23	30/11/2024	6,658.73	40.18	6,698.91	247,115.60
24	31/12/2024	6,659.78	39.13	6,698.91	240,455.82
25	31/01/2025	6,660.84	38.07	6,698.91	233,794.98
26	28/02/2025	6,661.89	37.02	6,698.91	227,133.09
27	31/03/2025	6,662.95	35.96	6,698.91	220,470.14
28	30/04/2025	6,664.00	34.91	6,698.91	213,806.13
29	31/05/2025	6,665.06	33.85	6,698.91	207,141.08
30	30/06/2025	6,666.11	32.8	6,698.91	200,474.96
31	31/07/2025	6,667.17	31.74	6,698.91	193,807.79
32	31/08/2025	6,668.22	30.69	6,698.91	187,139.57
33	30/09/2025	6,669.28	29.63	6,698.91	180,470.29
34	31/10/2025	6,670.34	28.57	6,698.91	173,799.95
35	30/11/2025	6,671.39	27.52	6,698.91	167,128.56
36	31/12/2025	6,672.45	26.46	6,698.91	160,456.11
37	31/01/2026	6,673.51	25.41	6,698.91	153,782.60
38	28/02/2026	6,674.56	24.35	6,698.91	147,108.04
39	31/03/2026	6,675.62	23.29	6,698.91	140,432.42
40	30/04/2026	6,676.68	22.24	6,698.91	133,755.74
41	31/05/2026	6,677.73	21.18	6,698.91	127,078.01
42	30/06/2026	6,678.79	20.12	6,698.91	120,399.22
43	31/07/2026	6,679.85	19.06	6,698.91	113,719.37
44	31/08/2026	6,680.91	18.01	6,698.91	107,038.47
45	30/09/2026	6,681.96	16.95	6,698.91	100,356.50
46	31/10/2026	6,683.02	15.89	6,698.91	93,673.48
47	30/11/2026	6,684.08	14.83	6,698.91	86,989.40

48	31/12/2026	6,685.14	13.77	6,698.91	80,304.26
49	31/01/2027	6,686.20	12.71	6,698.91	73,618.07
50	28/02/2027	6,687.26	11.66	6,698.91	66,930.81
51	31/03/2027	6,688.31	10.6	6,698.91	60,242.50
52	30/04/2027	6,689.37	9.54	6,698.91	53,553.13
53	31/05/2027	6,690.43	8.48	6,698.91	46,862.69
54	30/06/2027	6,691.49	7.42	6,698.91	40,171.20
55	31/07/2027	6,692.55	6.36	6,698.91	33,478.65
56	31/08/2027	6,693.61	5.3	6,698.91	26,785.04
57	30/09/2027	6,694.67	4.24	6,698.91	20,090.37
58	31/10/2027	6,695.73	3.18	6,698.91	13,394.64
59	30/11/2027	6,696.79	2.12	6,698.91	6,697.85
60	31/12/2027	6,697.85	1.06	6,698.91	0.00