

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“VALORIZACIÓN IN SITU DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS  
DE LA EMPRESA METALMECÁNICA IOMEM GROUP S.A.C.  
EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

ANCO CUSI, GRECIA MONICA

**Villa El Salvador  
2019**

## DEDICATORIA

### **A mis padres,**

Ya que sin ellos no hubiera logrado una meta más en mi vida profesional. **Mamá**, por tu apoyo moral y entusiasmo que me brindaste para seguir adelante en mis propósitos. **Papá**, por compartir tus experiencias, conocimientos y consejos.

### **A mis profesores,**

Por el tiempo y esfuerzo que dedicaron en compartir sus conocimientos, sin su instrucción profesional no habría llegado a este nivel.

## AGRADECIMIENTO

**A mis padres**, por brindarme su apoyo para continuar con mis estudios universitarios y darme fuerzas para seguir esforzándome cada día más.

**A Miguel**, por brindarme tiempo, apoyo, paciencia y sobretodo entendimiento durante esta etapa de mi vida profesional.

**A mi asesor César Velarde**, por todos los conocimientos brindados y por el gran apoyo para culminar con éxito mi proyecto de investigación.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I .....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	2
1.2. Justificación del Problema.....	2
1.3. Delimitación del Proyecto.....	3
1.3.1. Teórica.....	3
1.3.2. Temporal .....	3
1.3.3. Espacial.....	3
1.4. Formulación del Problema .....	5
1.4.1. Problema General.....	5
1.4.2. Problemas Específicos .....	5
1.5. Objetivos .....	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivos Específicos .....	5
CAPÍTULO II .....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes .....	6
2.2. Bases Teóricas .....	9
2.2.1. Residuos Sólidos.....	9
2.2.2. Valorización de Residuos Sólidos.....	9
2.2.3. Descripción General del Sector Metalmeccánico .....	11
2.3. Definición de Términos Básicos .....	14

CAPÍTULO III .....	17
DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....	17
3.1. Modelo de Solución Propuesto .....	17
3.2. Resultados .....	22
CONCLUSIONES.....	32
RECOMENDACIONES .....	33
BIBLIOGRAFÍA .....	34
ANEXOS .....	36

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma del proyecto de investigación .....	3
Tabla 2. Logística del proyecto de investigación .....	17
Tabla 3. Modelo de tabla para la proporción de los residuos sólidos metálicos valorizables .....	18
Tabla 4. Modelo de tabla para la proporción de los residuos sólidos metálicos reutilizables .....	19
Tabla 5. Modelo de tabla para la proporción de los residuos sólidos metálicos reciclables .....	19
Tabla 6. Modelo de tabla para las alternativas de reutilización de los residuos sólidos metálicos valorizables .....	20
Tabla 7. Modelo de tabla para la evaluación de las alternativas de reutilización de los residuos sólidos metálicos valorizables según su forma útil .....	20
Tabla 8. Modelo de tabla para los precios de los residuos sólidos metálicos valorizables .....	21
Tabla 9. Modelo de tabla resumen del ingreso económico de las situaciones generadas .....	21
Tabla 10. Modelo de tabla para la evaluación de las ventajas y desventajas de las situaciones generadas .....	22
Tabla 11. Proporción de los residuos sólidos metálicos valorizables (periodo abril - octubre) .....	23
Tabla 12. Proporción de los residuos sólidos metálicos reutilizables .....	26
Tabla 13. Proporción de los residuos sólidos metálicos reciclables .....	27
Tabla 14. Alternativas de reutilización para los residuos sólidos metálicos valorizables .....	28
Tabla 15. Evaluación de las alternativas de reutilización de los residuos sólidos metálicos valorizables según su forma útil .....	29
Tabla 16. Precios por peso de los residuos sólidos metálicos valorizables .....	30

Tabla 17. Ingreso por venta de los residuos sólidos metálicos valorizables según las situaciones generadas .....	30
Tabla 18. Ventajas y desventajas de las situaciones generadas .....	31

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la empresa metalmeccánica IOMEM GROUP S.A.C. ....	4
Figura 2. Diagrama de flujo de las operaciones y procesos en la empresa metalmeccánica IOMEM GROUP S.A.C.....	13
Figura 3. Representación gráfica de la proporción de los residuos sólidos metálicos valorizables (periodo abril - octubre) .....	23
Figura 4. Representación gráfica de la proporción de los residuos sólidos metálicos reutilizables .....	26
Figura 5. Representación gráfica de la proporción de los residuos sólidos metálicos reciclables .....	27



## INTRODUCCIÓN

La generación de residuos sólidos metálicos en las empresas del sector metalmeccánico sigue incrementándose en proporción a su producción y estos residuos en algunos casos no son manejados de la forma más adecuada trayendo consigo un incremento en la contaminación ambiental.

El presente trabajo busca valorizar in situ los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmeccánica IOMEM GROUP S.A.C., haciendo uso únicamente de la reutilización y el reciclaje para finalmente seleccionar la mejor opción.

Para este trabajo se procede a visitar la empresa con el fin de evaluar el material de descarte metálico valorizable.

Se realiza la entrevista y encuesta a los operarios de producción con la finalidad de conocer los residuos sólidos metálicos generados, obtener la información sobre el peso y las alternativas de reutilización. Del mismo modo se entrevista al gerente para tener los datos del precio de venta por tipo de metal de los residuos sólidos metálicos valorizables.

Con toda la información obtenida de los residuos sólidos metálicos valorizables, se elaboran gráficos porcentuales clasificándolos según su reutilización y reciclaje; se identifican las alternativas de reutilización según el criterio de forma útil y se procede a seleccionar las mejores opciones; se realizan los cálculos correspondientes a las situaciones de valorización generadas seleccionando la situación que brinde más beneficios a la empresa y al medio ambiente.

La finalidad con la que se realiza el siguiente trabajo es producir, mediante la aplicación de la valorización, un incremento en la reutilización de los residuos sólidos metálicos generando un impacto positivo que aumente los ingresos de la empresa y disminuya la contaminación ambiental.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la Realidad Problemática

En el Plan de Desarrollo Concertado 2017-2021, el cual fue elaborado por la Municipalidad de Chorrillos, se menciona que este distrito principalmente se caracteriza por la cantidad de comerciantes, las diferentes empresas e industrias; siendo sus rubros principales la venta de productos de primera necesidad, confecciones, calzados, trabajos en madera, artesanías y metal mecánico.

Las empresas e industrias del rubro metal mecánico a través de sus procesos de producción diariamente generan una cantidad significativa de residuos sólidos metálicos. Dentro de estos residuos sólidos metálicos se encuentran principalmente el acero inoxidable, hierro y aluminio; los cuales representan un problema hacia el medio ambiente debido a su tiempo prolongado de degradación, lo que genera un desgaste en el suelo.

Sin embargo, la generación de residuos sólidos metálicos no representa solo una desventaja, debido a que en la actualidad existen formas en que esta desventaja se convierta en una ventaja, esto podría lograrse implementando la valorización de los residuos sólidos metálicos.

#### 1.2. Justificación del Problema

La generación de residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C, seguirá incrementándose en proporción a su producción. Actualmente la empresa metalmecánica dispone los residuos sólidos metálicos a una empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS), la cual se encarga de su transporte y disposición final.

El presente proyecto de investigación realiza la valorización de los residuos sólidos metálicos; cuya aplicación busca incrementar la reutilización de los residuos sólidos metálicos, generando un impacto positivo tanto para la empresa como para el medio ambiente.

### 1.3. Delimitación del Proyecto

#### 1.3.1. Teórica

El presente proyecto de investigación está centrado en la valorización in situ de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmeccánica IOMEM GROUP S.A.C., para esto se toma la fracción de los residuos sólidos metálicos no peligrosos valorizables.

La parte correspondiente a la valorización, se realiza de acuerdo al “Decreto Legislativo N° 1278” y al “Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM” que aprueban la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

#### 1.3.2. Temporal

El desarrollo del presente proyecto de investigación se llevó a cabo entre los meses de octubre a noviembre, del presente año 2019, como se detalla a continuación:

*Tabla 1. Cronograma del proyecto de investigación*

Etapa en Oficina	
Recopilación de información sobre el tema.	12/10/19 - 18/10/19
Cálculo y análisis de resultados.	05/11/19 - 08/11/19
Etapa en Campo	
Presentación del proyecto de investigación al gerente de la empresa y los operarios de producción.	15/10/19
Entrevista al gerente de la empresa.	18/10/19
Encuesta y entrevista a los operarios de producción.	22/10/19
Evaluación del material de descarte metálico valorizable.	04/11/19

#### 1.3.3. Espacial

Este proyecto de investigación fue llevado a cabo en la empresa metalmeccánica IOMEM GROUP S.A.C., ubicada en la ciudad de Lima,

en el distrito de Chorrillos, con dirección Alameda Don Emilio Mz. 01 Lote 9-11 Los Huertos de Villa.

Sus coordenadas son las siguientes: -12.202417, -77.000303



*Figura 1. Ubicación de la empresa metalmeccánica IOMEM GROUP S.A.C.*

*Fuente: Google Maps*

La etapa de oficina se realizó en los ambientes de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur y en el domicilio del bachiller.

La etapa de campo se realizó en los ambientes de la empresa metalmeccánica IOMEM GROUP S.A.C.

## **1.4. Formulación del Problema**

### **1.4.1. Problema General**

¿Cuáles son las formas de valorización in situ de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos?

### **1.4.2. Problemas Específicos**

- ✓ ¿Cuáles son los materiales de descarte metálico valorizables de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos?
- ✓ ¿Cuáles son las alternativas para la valorización de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos?
- ✓ ¿Cuál es el impacto de la valorización de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Valorizar in situ los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Evaluar el material de descarte metálico valorizable de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos.
- ✓ Evaluar alternativas para la valorización de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos.
- ✓ Evaluar el impacto de la valorización de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

Polo (2015) presenta como objetivo elaborar una propuesta de gestión integral de residuos sólidos de la Planta de Lubricantes de Mobil Oil del Perú. El estudio presenta 2 fases; en la fase de campo se realizó el diagnóstico y recolección de la información para luego caracterizar los residuos; en la fase de gabinete se determina la composición física, densidad y generación total de los residuos, se hace un análisis del diagnóstico de la planta de lubricantes, un análisis socio ambiental de los trabajadores y por ultimo un análisis económico ambiental de la propuesta de manejo de residuos sólidos. Concluye que luego de implementar el Programa de Segregación en la Fuente, se espera reducir el 2% de los residuos sólidos generales y peligrosos, los cuales son enviados a rellenos sanitarios y de seguridad respectivamente.

Murcia & Barrera (2016) tiene como finalidad el diseño de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) el cual sería utilizado para la industria metalmecánica Servivem. En la primera fase se realizó una revisión ambiental inicial, una identificación de los riesgos laborales de acuerdo a la GTC-45 (Guía Técnica Colombiana 45) y se desarrolló una matriz DOFA (FODA), en la segunda fase se realizó la identificación de aspectos e impactos ambientales por medio de matrices de identificación, inventarios, mediciones y evaluaciones, en la fase final se establecen herramientas para la implementación del SGA. Luego del análisis se concluye al identificar los aspectos e impactos ambientales que requieren de un control con el fin de ser mitigados y corregidos.

Gutiérrez (2017) tiene el propósito de diseñar e implementar un Plan de gestión integral de residuos en el taller metalmecánico, el que será utilizado para planificar y controlar los desechos producidos. La población presente en este trabajo de investigación son los estudiantes del Campus San Joaquín y para la muestra se realizó un diagnóstico de la gestión general de los residuos en el taller. Mediante este diagnóstico se detectaron varias carencias en los temas de gestión de residuos, ausencia de una política ambiental institucional y de procedimientos estructurados para el manejo de los residuos generados en los talleres y laboratorios del campus. Se concluye con la estructuración de un programa de manejo de residuos enfocado en tres puntos principales: la recolección selectiva, el almacenamiento normalizado y la disposición final con gestores autorizados para el transporte, tratamiento, valorización y/o eliminación de residuos.

Cortes (2017) busca diseñar un plan de gestión de residuos sólidos en la empresa metalmecánica Industrias Fercolplast. En la primera fase analizará la base de datos obtenida y documentos relacionados al tema de metalmecánica, en la segunda fase se realizarán visitas a la empresa para entender su funcionamiento y se hará una lista de chequeo para la revisión ambiental inicial de la empresa, en la última fase se propondrán estrategias de manejo y reducción de residuos sólidos, los resultados nos muestran que la mayor cantidad de generación de residuos sólidos peligrosos se encuentran en los procesos de mecanizado. Concluye con la propuesta de alternativas de minimización y aprovechamiento de los residuos para la empresa.

Valero (2017) realiza el diseño de un Plan de gestión Integral de residuos sólidos (PGIRS) para una industria metalmecánica del sector de Puente Aranda. Procede con el método de observación mediante el cual se tomarán datos de los residuos generados teniendo en cuenta la técnica de recolección de datos siguiendo las pautas de la política ambiental emitida por el Ministerio del Medio Ambiente (Colombia). Este diseño de PGIRS

modela la minimización de residuos como herramienta ambiental además de mejorar la calidad del medio ambiente y de contribuir a la conservación de los recursos. Por lo que concluye de manera exitosa diseñando el PGIRS.

Nombera & Carranza (2017) adopta las medidas necesarias para la implementación de acciones concretas desde la generación hasta la disposición final en base al reciclado y valorización para lograr tener el control de los residuos sólidos metálicos industriales generados en el ámbito de la metal mecánica. Para realizar este proyecto se evaluaron los procesos de generación de residuos metálicos mediante el monitoreo de 25 talleres, se utilizó el método descriptivo, con un enfoque cuantitativo y la aplicación de encuestas. Se concluyó que las empresas evaluadas no contaban con una política ambiental definida, y la evaluación del flujo de materiales dentro de las líneas productivas permitió identificar las entradas y salidas del proceso, estableciéndose los principales residuos generados y su origen.

Freundt (2018) establece los lineamientos y acciones necesarios a implementar durante la evaluación técnica de los residuos sólidos, con la finalidad de proteger el ambiente respetando la normativa vigente en la unidad de producción acumulación Parcoy N° 1 del Consorcio Minero Horizonte S.A. La población tomada fue el Consorcio Minero Horizonte S.A. y la muestra es la Unidad de producción acumulación Parcoy N°1. La metodología de investigación usada consiste en la recopilación de información, la caracterización de los residuos sólidos y la tabulación de resultados para su interpretación. Se concluye que la revisión y evaluación integral del Plan de Manejo de Residuos Sólidos permite corroborar que las medidas propuestas en dicho plan son efectivas para el control y preservación del ambiente.



## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Residuos Sólidos**

El Decreto Legislativo N° 1278, define a los residuos sólidos como “Cualquier objeto, elemento, sustancia o material que se genera a partir del consumo y uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprende para ser manejados, tomando como prioridad la valorización de los residuos y en última instancia, su disposición final”.

Además indica que “Los residuos sólidos son un conjunto diverso que comprende a todo tipo de residuo o desecho en fase sólida o semisólida. Aquellos en estado gas o líquido que se encuentren contenidos en recipientes son considerados también como residuos sólidos”.

#### **a. Clasificación de los Residuos Sólidos**

Los residuos se clasifican:

- ✓ Según el manejo que reciben: peligrosos y no peligrosos.
- ✓ Conforme a la autoridad pública competente para su gestión: en municipales y no municipales.

### **2.2.2. Valorización de Residuos Sólidos**

El Decreto Legislativo N° 1278, establece que “La valorización es una alternativa de gestión y manejo que debe estar priorizada frente a la disposición final de los residuos. Incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras alternativas”.

La valorización de los residuos sólidos tiene como objetivo que el residuo sea reaprovechado y pueda ser utilizado para sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos.

#### **a. Formas de valorización**

- Operaciones de valorización material: la reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio-conversión, entre otras alternativas.

- Operaciones de valorización energética: coprocesamiento, coincineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, entre otras más.

#### **b. Reutilización**

El Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, indica que “La reutilización es considerada como la reparación, reconstrucción o el perfeccionamiento de un producto a través de los residuos generados”.

#### **c. Reciclaje de Metales**

Según la Guía de buenas prácticas para el reciclaje de metales en Cataluña, los residuos metálicos se dividen en 2 tipos, férricos y no férricos.

##### **Residuos férricos**

Son primordialmente el hierro, el acero y los residuos de fundición. Estos residuos son muy valorados para el reciclaje, ya que, nos ahorran una gran cantidad de energía respecto a la producción con el mineral de hierro y, a su vez nos genera un ahorro significativo en cuanto a la cantidad de agua.

Los residuos férricos son los que poseen mayor importancia entre los residuos sólidos metálicos en cuanto a cantidad reciclada. El acero actualmente es el material más reciclado del mundo, en comparación a la suma del vidrio, plástico y aluminio.

##### **Residuos no férricos**

Estos residuos están conformados por un gran abanico de materiales tales como el aluminio, el cobre, el magnesio, el plomo, el estaño, el zinc y el níquel, de los cuales el aluminio es el material más reciclado. Los residuos no férricos tienen un gran valor económico, ya que su recuperación ahorra grandes cantidades de materias primas que, en este caso, tienen un precio elevado y además son muy difíciles de extraer.

El metal no férrico más recuperado actualmente es el aluminio, su recuperación supone un elevado ahorro de energía y materias primas. Además, el aluminio que se recupera conserva una gran cantidad de sus propiedades y se puede reciclar de manera indefinida.

### **2.2.3. Descripción General del Sector Metalmeccánico**

La industria metalmeccánica está dedicada principalmente a la transformación de materias primas y elaboración de productos mediante la aplicación de procesos propios.

#### **a. Descripción de la Empresa Metalmeccánica**

La empresa IOMEM GROUP S.A.C. dedicada a la industria metalmeccánica cuenta con diversas líneas de producción y de servicios como son las siguientes:

- Construcción de plantas y equipos en acero inoxidable.
- Equipos para transporte de materiales.
- Equipos para clasificación y limpieza.
- Diseño y fabricación de plantas de molienda para sector minero.
- Desarrollo de proyectos de tuberías en acero inoxidable.
- Optimización y mantenimiento de plantas industriales en general.

#### **Maquinaria y Equipo**

- Compresores
- Cortadoras de tubo y láminas
- Cizallas
- Equipos para soldadura TIG
- Esmeriles
- Pulidoras, taladros, tornos
- Roladora
- Calandra (doblador de tubos)

## **Insumos del Proceso**

- Alambre para soldadura
- Láminas de acero inoxidable, aluminio y hierro
- Tuberías metálicas
- Varillas de hierro y acero
- Perfiles metálicos
- Accesorios (tuercas, tornillos, arandelas, remaches)
- Pintura (líquida y en polvo)
- Solventes (thinner)
- Desengrasantes

## **b. Descripción del Proceso**

Los procesos metalmecánicos son aquellos que están basados fundamentalmente en transformar los metales ferrosos y no ferrosos en piezas que sean de utilidad mediante procesos mecánicos con o sin el arranque de virutas, generando un cambio total respecto a la forma geométrica en la que es percibido, para que posteriormente se pueda realizar un acabado de la superficie de estas piezas.

Se han incluido las etapas propias de un proceso de metal mecánica, donde existe generación de residuos:

- Recepción de materiales y almacenaje
- Preparación mecánica de piezas y materiales
- Limpieza previa de materiales y piezas
- Mecanizado (corte, torneado, fresado, taladrado, soldadura)
- Acabado
- Embalaje

## **c. Operaciones Principales del Proceso**

En la figura 2 se muestran las operaciones y procesos que se realizan en la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. relacionando la materia prima y los residuos generados.

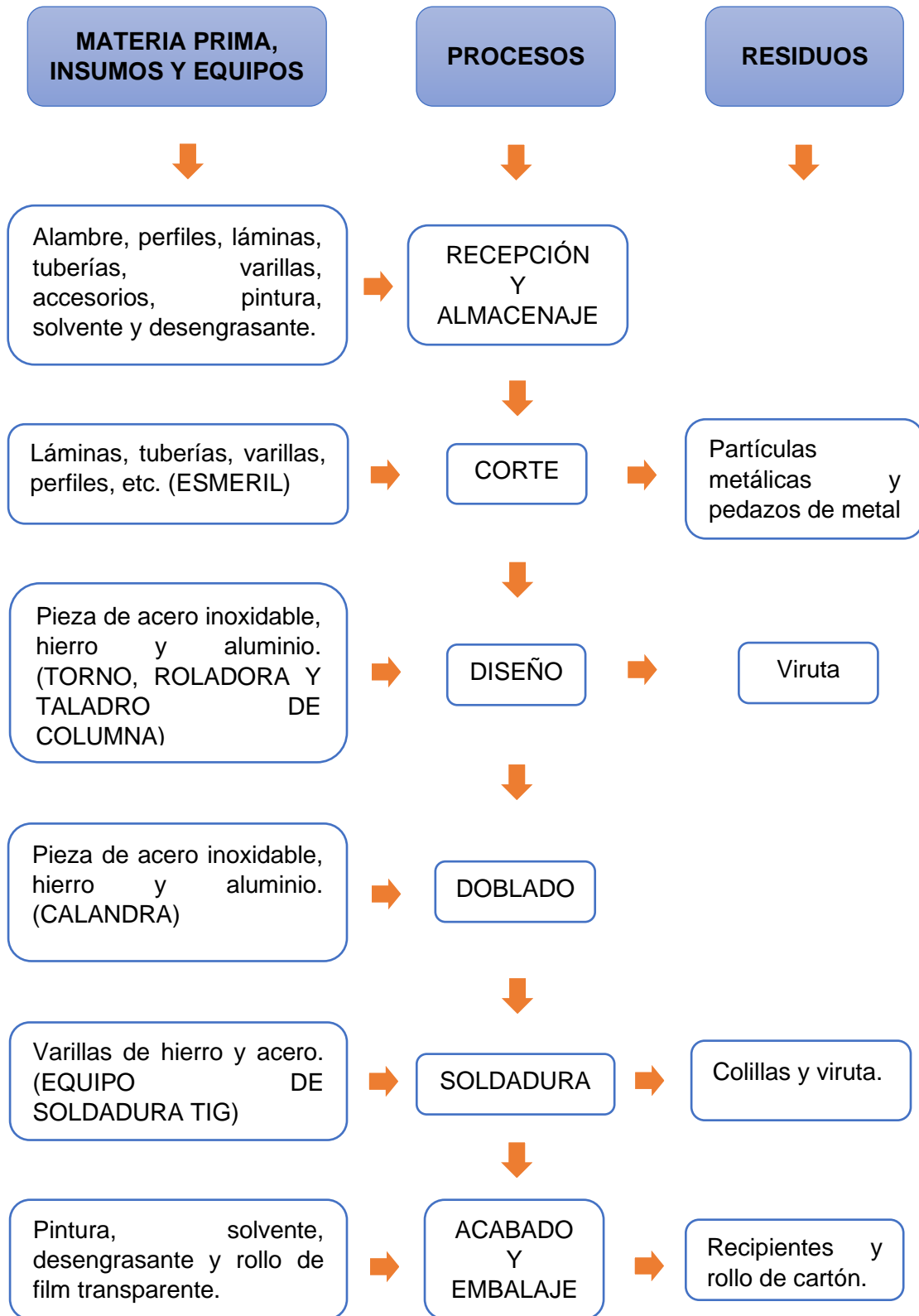


Figura 2. Diagrama de flujo de las operaciones y procesos en la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C.

#### **d. Residuos de Metalmecánica**

De acuerdo al Plan de Gestión de Residuos Sólidos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C., son aquellos residuos que se generan en actividades de construcción, reparación, soldadura, mantenimiento y armado de estructuras metálicas (acero, fierro y aluminio). La generación de residuos en estos procesos se puede dar de diferentes maneras y en distintos procesos que conforman la totalidad de un proyecto u obra.

#### **Residuos Peligrosos**

- Polvos metálicos secos
- Envases de removedores de pinturas, aerosoles
- Envases de removedores de grasa, adhesivos, líquidos para remover pintura
- Envases de solventes
- Residuos de aceites
- Disolventes orgánicos sucios
- Filtros de aceite, envases de lubricantes
- Trapos sucios de aceites, grasas, disolventes

#### **Residuos Reutilizables o Reciclables**

- Planchas cortadas de acero, fierro y aluminio
- Virutas
- Materiales de esmerilado
- Piezas cortadas

### **2.3. Definición de Términos Básicos**

De acuerdo al Decreto Legislativo N° 1278:

**Disposición final:** “Son los procesos u operaciones de las que se hacen uso para poder almacenar y tratar en un área específica a los residuos en un último proceso de control sanitario que brinde seguridad”.

**Empresa operadora de residuos sólidos:** “Es la persona jurídica que tiene como dedicación exclusiva el préstamo de servicios para el aseo de vías y espacios públicos, recolección y transporte, transferencia o disposición final

de residuos. También se encargan de realizar actividades de valorización y comercialización”.

**Generadores:** “Son Personas naturales o jurídicas que en uso de su razón y actividades produce residuos, ya sea como usuario, importador, fabricante, distribuidor o comerciante”.

**Gestión integral de residuos sólidos:** “Este tipo de gestiones está compuesta por actividades técnicas administrativas de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo adecuado de los residuos sólidos”.

**Reciclaje:** “Es aquella actividad o acción que permite reaprovechar un residuo sólido por medio de un proceso de transformación material para cumplir su fin inicial u otros fines”.

**Residuo sólido no aprovechable:** “Los materiales, sustancias sólidas o semisólidas que poseen origen orgánico e inorgánico, son considerados residuos sólidos no aprovechables, debido a que no ofrecen ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Estos residuos carecen totalmente de valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos para su disposición”.

**Residuos peligrosos:** “Son residuos sólidos peligrosos aquéllos que, por sus características o el manejo al que terminan siendo sometidos, suponen un riesgo significativo para la salud o el ambiente”.

**Valorización:** “Cualquier operación cuya finalidad sea re aprovechar los residuos de manera eficiente, sustituyendo de esta manera materiales o recursos en los procesos de producción. La valorización puede ser clasificada en material y energética”.

**Valorización energética:** “Son actividades que van dirigidas fundamentalmente a la generación de energía por medio de los residuos sólidos, entre estas actividades podemos encontrar, Coprocesamiento,

coincineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, entre otras más”.

**Valorización material:** “Las alternativas que están vinculadas a la valorización material son la reutilización, el reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio-conversión, entre otras alternativas que por medio de varios procesos de transformación física, química, u otros demuestren su viabilidad técnica, ya sea dentro del ámbito económico o el ambiental”.



## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

#### 3.1. Modelo de Solución Propuesto

##### 3.1.1. Evaluación del material de descarte metálico valorizable de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos

Para esta primera parte se tomó el peso de los residuos sólidos metálicos valorizables clasificándolos en reutilizables y reciclables.

##### Etapa de Planificación

- Se informó al gerente de la empresa sobre el presente proyecto de investigación y se realizó las coordinaciones pertinentes.
- Se presentó el proyecto de investigación con los operarios de producción.
- Población: Empresa Metalmecánica
- Muestra: Operarios de Producción

*Tabla 2. Logística del proyecto de investigación*

Logística a utilizar en Oficina	Logística a utilizar en Campo
<b>Materiales de oficina:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Lapicero</li><li>- Block de notas</li><li>- Fotocopias del formato de encuesta</li><li>- Laptop</li></ul>	<b>Personal:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Personal de apoyo para la evaluación del material de descarte metálico valorizable</li></ul> <b>Equipos de protección personal:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Guantes de seguridad</li><li>- Calzado de seguridad</li><li>- Lentes de seguridad</li></ul>

### **Etapa de Ejecución**

Se realizó una visita a la empresa con el fin de evaluar la cantidad de material de descarte metálico valorizable acumulado.

Los pasos fueron los siguientes:

- Se observó los puntos en los que son almacenados los residuos sólidos metálicos valorizables.
- Se determinó el período de tiempo en meses de la acumulación, lo cual se obtuvo de la entrevista al gerente de la empresa.
- Se recolectó información del peso de los residuos sólidos metálicos valorizables, para ello se contó con el apoyo de los operarios de producción.

### **Etapa de Análisis**

Se realizó el procesamiento de los datos obtenidos de la siguiente manera:

- Se registraron los datos obtenidos del peso y el porcentaje total de los residuos sólidos metálicos reutilizables y reciclables, siguiendo el modelo de la tabla 3.

*Tabla 3. Modelo de tabla para la proporción de los residuos sólidos metálicos valorizables*

<b>Residuos Sólidos Metálicos Valorizables</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Reutilizables		
Reciclables		
TOTAL		

- Del mismo modo se registró el peso y porcentaje por tipo de residuo sólido metálico reutilizable y reciclable, siguiendo el modelo de las tablas 4 y 5 respectivamente.

*Tabla 4. Modelo de tabla para la proporción de los residuos sólidos metálicos reutilizables*

<b>RSM Reutilizables</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Residuo 1		
Residuo 2		
Residuo 3		
TOTAL		

*Tabla 5. Modelo de tabla para la proporción de los residuos sólidos metálicos reciclables*

<b>RSM Reciclables</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Residuo 1		
Residuo 2		
Residuo 3		
Residuo 4		
TOTAL		

- Se realizó el gráfico porcentual para cada situación.
- Se dividió el peso de los residuos sólidos metálicos valorizables entre el número de meses en los que fueron acumulados, para obtener el promedio mensual de generación.

### **3.1.2. Evaluación de las alternativas para la valorización de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos**

Se identificaron las alternativas de valorización de los residuos sólidos metálicos, para luego realizar el análisis en base al criterio de forma útil.

#### **Etapa de Ejecución**

- Encuesta a los operarios: se les presentó a todos los operarios una encuesta simple de 4 preguntas respecto a la reutilización de los residuos sólidos metálicos (Anexo 4 y 5).

- Entrevista a los operarios: luego de realizar la encuesta se les hizo otras preguntas adicionales, relacionadas a sus respuestas, para complementar la información obtenida (Anexo 6).

**Etapa de Análisis**

De acuerdo a toda la información recolectada:

- Se listaron las alternativas de reutilización identificadas, siguiendo el modelo de la tabla 6.

*Tabla 6. Modelo de tabla para las alternativas de reutilización de los residuos sólidos metálicos valorizables*

<b>Residuos Sólidos Metálicos Valorizables</b>	<b>Alternativas de Reutilización</b>
Residuo 1	
Residuo 2	
Residuo 3	
Residuo 4	

- Se evaluaron las alternativas con el criterio de forma útil para ser reutilizado, siguiendo el modelo de la tabla 7.

*Tabla 7. Modelo de tabla para la evaluación de las alternativas de reutilización de los residuos sólidos metálicos valorizables según su forma útil*

<b>RSM Reutilizable</b>	<b>Forma 1</b>	<b>Forma 2</b>	<b>Forma 3</b>	<b>Forma 4</b>
Residuo 1				
Residuo 2				
Residuo 3				

- Se eligieron las mejores opciones.

### 3.1.3. Evaluación del impacto de la valorización de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos

#### Etapa de Ejecución:

- Se entrevistó al gerente de la empresa para obtener información sobre la venta de los residuos sólidos metálicos valorizables y los datos se registraron siguiendo el modelo de la tabla 8.

*Tabla 8. Modelo de tabla para los precios de los residuos sólidos metálicos valorizables*

RSM Valorizables	Precio x Kg
Residuo 1	
Residuo 2	
Residuo 3	
Residuo 4	

- Se tomó de la información obtenida en la evaluación del material de descarte metálico valorizable; el peso de los residuos reutilizables y reciclables.

#### Etapa de Análisis:

- Con la información recolectada se evaluaron y compararon dos situaciones, la primera situación se da cuando la empresa vende el total de sus residuos sólidos metálicos valorizables y la segunda situación cuando vende solo los residuos sólidos metálicos reciclables. Los datos obtenidos se registraron siguiendo el modelo de la tabla 9.

*Tabla 9. Modelo de tabla resumen del ingreso económico de las situaciones generadas*

Situaciones	Ingreso (S/.)
Situación 1	
Situación 2	

- Se compararon las situaciones tomando en cuenta la valorización económica, la logística de reutilización en la misma empresa y la generación de gases contaminantes por un proceso de valorización, siguiendo el modelo de la tabla 10.

**Generación de gases:** los procesos de valorización en la fundición para los residuos provenientes principalmente del aluminio y del acero tienen la capacidad de generar gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, lo que ejerce una influencia aún mayor en el calentamiento global.

*Tabla 10. Modelo de tabla para la evaluación de las ventajas y desventajas de las situaciones generadas*

Situaciones	Ventajas	Desventajas
Situación 1		
Situación 2		

### 3.2. Resultados

#### 3.2.1. Evaluación del material de descarte metálico valorizable de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos

##### Etapa de Ejecución

Al realizar la visita a la empresa se observó que el material de descarte metálico valorizable es almacenado por separado en:

- Cajas de madera: residuos reciclables (chatarra)
- Cilindro metálico: residuos reciclables (viruta)
- Estante: residuos reutilizables

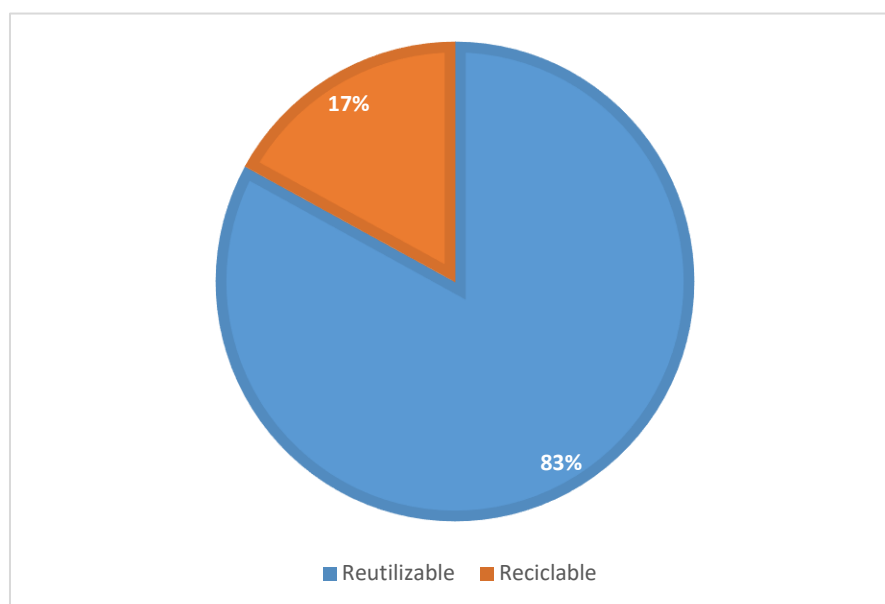
El material de descarte metálico valorizable ha sido acumulado desde el mes de abril hasta la actualidad, dando un total de 7 meses.

## **Etapa de Análisis**

A continuación se muestra en la tabla 11, el resumen de la evaluación del material de descarte metálico valorizable:

*Tabla 11. Proporción de los residuos sólidos metálicos valorizables (periodo abril - octubre)*

<b>Residuos Sólidos Metálicos Valorizables</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Reutilizables	1000	82,99
Reciclables	205	17,01
TOTAL	1205	100



*Figura 3. Representación gráfica de la proporción de los residuos sólidos metálicos valorizables (periodo abril - octubre)*

Con los datos procesados en la figura 3 se pudo analizar con mayor detalle la cantidad generada de residuos sólidos metálicos valorizables, dando como resultado que hay mayor cantidad de residuos reutilizables.

Ahora veremos el detalle de los residuos sólidos metálicos reutilizables y reciclables:

- **Residuos Sólidos Metálicos Reutilizables**

Tabla 12. Proporción de los residuos sólidos metálicos reutilizables

RSM Reutilizables	Peso (Kg)	Porcentaje (%)
Acero inoxidable	800	80
Aluminio	50	5
Fierro	150	15
TOTAL	1000	100

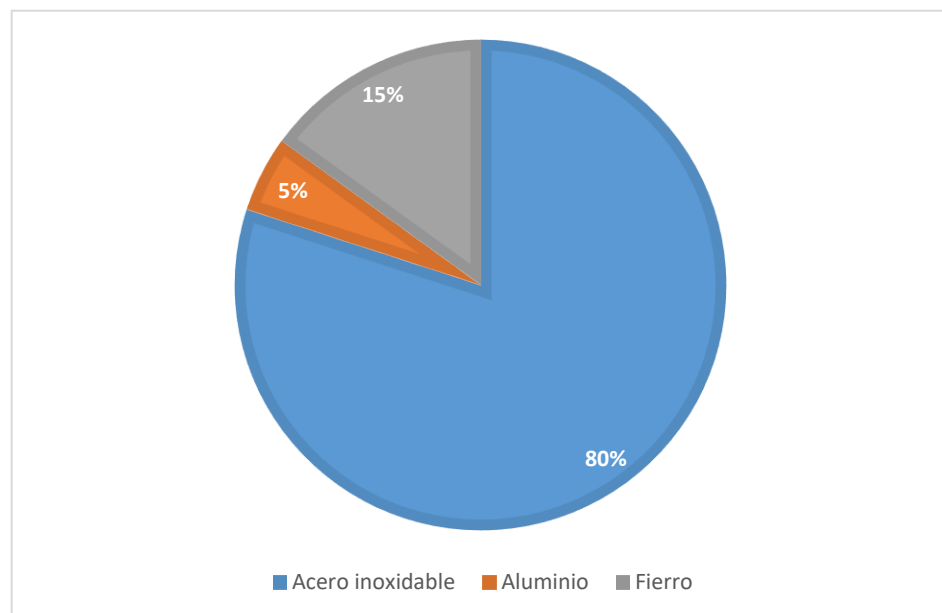


Figura 4. Representación gráfica de la proporción de los residuos sólidos metálicos reutilizables

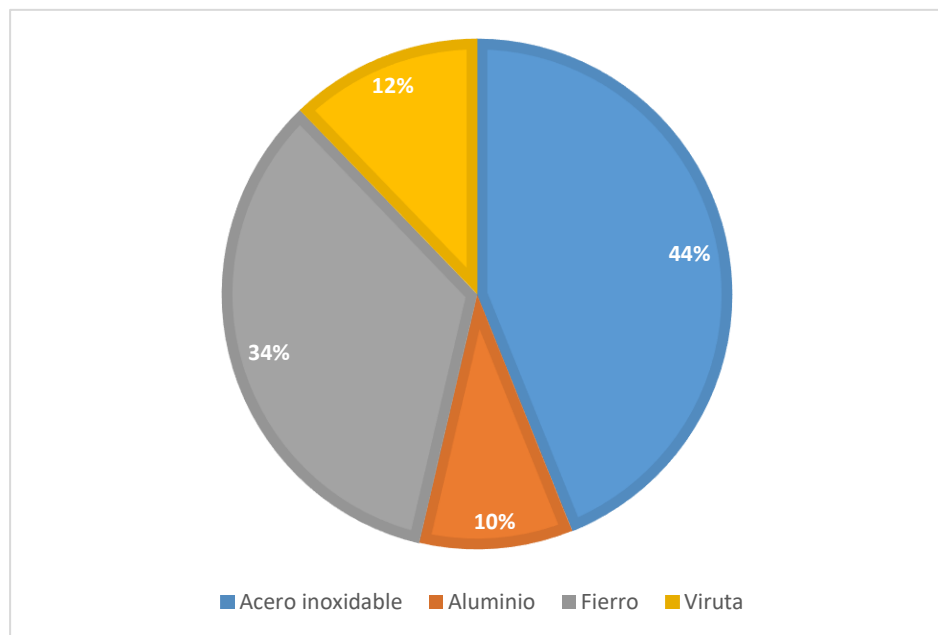
Como se puede observar en la figura 4, el residuo sólido metálico más reutilizable es el acero inoxidable con 80% de abundancia, seguido por el fierro con 15% y por último el aluminio con 5%.



- **Residuos Sólidos Metálicos Reciclables**

*Tabla 13. Proporción de los residuos sólidos metálicos reciclables*

RSM Reciclables	Peso (Kg)	Porcentaje (%)
Acero inoxidable	90	43,90
Aluminio	20	9,75
Fierro	70	34,15
Viruta	25	12,20
TOTAL	205	100



*Figura 5. Representación gráfica de la proporción de los residuos sólidos metálicos reciclables*

Como se muestra en la figura 5, el residuo sólido metálico reciclable más abundante es el acero inoxidable con 44%, seguido por el fierro con 34%, la viruta con 12% y por último el aluminio con 10%.

De acuerdo a los datos y cálculos obtenidos, la generación mensual de residuos sólidos metálicos valorizables fue de 172,14 kg. Este dato servirá como un indicador para posteriores estudios, debido a que la proporción de generación se mantiene.

### 3.2.2. Evaluación de las alternativas para la valorización de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos

#### Etapa de Análisis

Con la información recolectada de las encuestas y entrevistas, se listaron los residuos sólidos metálicos valorizables y sus alternativas de reutilización.

*Tabla 14. Alternativas de reutilización para los residuos sólidos metálicos valorizables*

Residuos Sólidos Metálicos Valorizables	Alternativas de Reutilización
Acero Inoxidable	<p><b>Producción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planchas y perfiles (tubos cuadrados, redondos, ángulos, vigas, barras) para completar productos.</li> </ul> <p><b>Taller:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Repisas</li> </ul>
Fierro (acero al carbono)	<p><b>Producción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planchas y perfiles (tubos cuadrados, redondos, ángulos, vigas, barras) para completar productos.</li> </ul> <p><b>Taller:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estantes</li> <li>- Repisas</li> <li>- Coches</li> <li>- Cajones de herramientas</li> <li>- Equipos (Calandra)</li> <li>- Caballetes regulables</li> <li>- Mesa para armado</li> </ul>

Aluminio	<b>Producción:</b> - Planchas para completar productos.  <b>Taller:</b> - Repisas
Viruta	No se reutiliza.

Luego de identificar las alternativas de reutilización se evaluaron los residuos sólidos metálicos reutilizables de acuerdo al criterio de forma útil.

*Tabla 15. Evaluación de las alternativas de reutilización de los residuos sólidos metálicos valorizables según su forma útil*

RSM Reutilizable	Planchas	Perfiles	Deformación	Rayaduras
Acero inoxidable	Si	Si	No	Si
Fierro	Si	Si	No	Si
Aluminio	Si	No	No	No

- **Planchas:** láminas de metal.
- **Perfiles:** estructuras que se crean a partir de láminas metálicas (tubos cuadrados y redondos, ángulos y barras).
- **Deformación:** metal con presencia de golpes y no uniforme.
- **Rayaduras:** conjunto de rayas que se forman en los metales.

De acuerdo al criterio aplicado se eligieron como las mejores opciones el reuso del acero inoxidable y el fierro, debido a que solo se considera la deformación como un impedimento para ser reutilizados.

### 3.2.3. Evaluación del impacto de la valorización de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmeccánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos

#### Etapa de Ejecución:

Luego de realizar la entrevista al gerente y de acuerdo a los datos suministrados, se obtuvieron los siguientes precios por peso de los residuos sólidos metálicos valorizables:

*Tabla 16. Precios por peso de los residuos sólidos metálicos valorizables*

RSM Valorizable	Precio x Kg
Acero inoxidable	S/. 1,50
Fierro	S/. 0,50
Aluminio	S/. 3,00
Viruta	S/. 0,50

#### Etapa de Análisis:

Con la información del precio de venta y el peso, se realizaron los cálculos y se obtuvo la siguiente tabla resumen:

*Tabla 17. Ingreso por venta de los residuos sólidos metálicos valorizables según las situaciones generadas*

Situaciones	Ingreso (S/.)
Situación 1	S/. 1667,50
Situación 2	S/. 242,50

**Situación 1:** Si se realiza la venta de todos los residuos sólidos metálicos valorizables, la empresa obtiene un ingreso de S/. 1687,50.

**Situación 2:** Si se realiza la venta solo de los residuos sólidos metálicos reciclables, la empresa obtiene un ingreso de S/. 242,50.

Al comparar ambas situaciones se obtuvo la siguiente tabla de ventajas y desventajas:

*Tabla 18. Ventajas y desventajas de las situaciones generadas*

Situaciones	Ventajas	Desventajas
Situación 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor ingreso por venta de residuos sólidos metálicos valorizables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor gasto de tiempo y dinero en compra de materiales.</li> <li>- Mayor generación de gases contaminantes.</li> </ul>
Situación 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ahorro de tiempo y dinero en compra de materiales.</li> <li>- Menor generación de gases contaminantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor ingreso por venta de residuos sólidos metálicos reciclables.</li> </ul>

Finalmente luego de comparar ambas situaciones, se logró demostrar que la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. saca el máximo provecho de sus residuos sólidos metálicos valorizables en la situación 2. Además cabe destacar que los residuos sólidos metálicos al ser vendidos su valor monetario es menor que el costo de compra de nuevos materiales.

Por otro lado, los residuos sólidos metálicos valorizables luego de ser vendidos pasan por un proceso de fundición para luego ser utilizados nuevamente, dicho proceso genera gases que contribuyen a la contaminación del ambiente. Por lo que al reutilizar la mayoría de los residuos sólidos metálicos valorizables y solo poner a la venta los reciclables contribuimos de manera significativa a la preservación del ambiente, ya que de esta forma hay menor generación de gases contaminantes.

## CONCLUSIONES

- ✓ Es posible realizar la valorización de los residuos sólidos metálicos en la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. mediante la venta de la totalidad de los residuos sólidos metálicos valorizables y la venta única de los residuos sólidos metálicos que en su estado actual no pueden ser reutilizados sino reciclados.
- ✓ Se halló que los materiales de descarte metálico valorizables para la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. son: el acero inoxidable, el fierro, la viruta y el aluminio. El residuo sólido metálico reutilizable, reciclable y más abundante es el acero inoxidable y el menos abundante el aluminio.
- ✓ Las mejores alternativas para la valorización son el acero inoxidable y el fierro debido a que solo se toma en cuenta la deformación del material, mientras que la peor alternativa es el aluminio ya que necesita estar en buen estado además de no poseer deformaciones ni rayaduras.
- ✓ El impacto de la valorización de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. es siempre positivo económicamente. Analizando las dos situaciones generadas da como resultado que la mejor opción es la situación 2, que toma en cuenta principalmente la reutilización dejando en segundo plano el reciclaje, de esta manera se genera un ahorro de tiempo y dinero en la compra de materiales mientras que a su vez se obtiene un ingreso económico para la empresa y se reduce la producción de gases contaminantes por un proceso de valorización generando menos impacto al medio ambiente.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Continuar llevando a cabo el proceso de valorización de los residuos sólidos metálicos para que esto siga generando beneficios tanto a la empresa como al medio ambiente.
  
- ✓ Para poder evaluar el material de descarte metálico valorizable, de una manera más rápida y óptima, la empresa debe contar con un espacio amplio para el almacenamiento de estos residuos separados en reutilizables y reciclables.
  
- ✓ De acuerdo a lo observado en la tabla 15, el aluminio pierde su valor con los factores de forma (deformación y rayaduras) por lo que se recomienda tratarlo y almacenarlo con sumo cuidado.
  
- ✓ Para que el impacto de la valorización de los residuos sólidos metálicos sea aún más beneficioso se requiere estudiar nuevos métodos de reutilización para los residuos que actualmente son tomados como reciclables en la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Residuos de Cataluña (2010). *Guía de Buenas Prácticas para el Reciclaje de Metales en Cataluña*. Recuperado de [http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/prevencao/guia\\_metales\\_ok.pdf](http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/prevencao/guia_metales_ok.pdf)
- Arcas, E (2015). *En Buenas Manos*. Villa – Real, España.: En Buenas Manos Recuperado de <https://www.enbuenasmanos.com/contaminacion-del-aluminio>
- Cortes, L. (2017). *Diseño del Plan de Gestión de residuos sólidos para la empresa “Metalmecánica Industrias Fercolplast S.A.S.”, ubicada en Bogotá* (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Congreso de la República del Perú. (23, Diciembre 2016). *Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. [1278]. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>
- Presidencia de la República del Perú. (21, Diciembre 2017). *Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. [014-2017]. Recuperado de [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds\\_014-2017-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_014-2017-minam.pdf)
- Freundt, Y (2018). *Evaluación Técnica Ambiental del Manejo de Los Residuos Sólidos Generados Unidad de Producción Acumulación Parcoy N° 1 del Consorcio Minero Horizonte S.A., Distrito de Parcoy – Provincia de Pataz – Departamento de La Libertad* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Pataz, Perú.



- Gutiérrez, M. (2017). *Plan De Gestión Integral de Residuos Industriales Sólidos y Líquidos en Taller Metalmecánico Universidad Técnica Federico Santa María Campus San Joaquín* (tesis de pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María, San Joaquín, Chile.
- IOMEM GROUP S.A.C. (2019). *Gestión de Residuos Sólidos: Manejo de residuos industriales trabajos de metalmecánica*.
- Municipalidad de Chorrillos (2016). *Plan Desarrollo Concertado 2017-2021*. Recuperado de [http://www.munichorrillos.gob.pe/transparencia/PDCL/PDLC\\_CHORRILLO\\_S\\_2017-2021.pdf](http://www.munichorrillos.gob.pe/transparencia/PDCL/PDLC_CHORRILLO_S_2017-2021.pdf)
- Murcia, S & Barrera, J (2016). *Diseño del Sistema de Gestión Ambiental Conforme a los Requerimientos de la Norma ISO 14001:2015 en la Industria Metalmecánica Servivem* (tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Nombera, J & Carranza, D (2017). *Tratamiento de Residuos Sólidos Metálicos en el Área Metalmecánica para la Eficiente Gestión Ambiental en el Distrito de Chiclayo* (tesis doctoral). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Polo, K. (2015). *Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos de la Planta de Lubricantes MobilOil del Perú* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Vargas, A (2017). *Diseño de un plan de gestión integral de residuos sólidos para una industria metalmecánica en la localidad de Puente Aranda (Bogotá – Colombia)* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Bogotá, Colombia.

## ANEXOS

### Anexo 1. Maquinarias y Equipos de la Empresa Metalmecánica



Calandra (doblador de tubos)



Taladro de columna



Torno

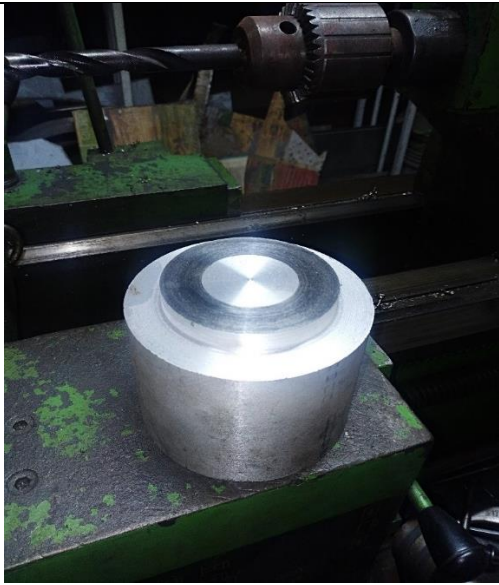


Máquina de soldar Tig



Taladros y esmeriles

## Anexo 2. Insumos y Materiales de la Empresa Metalmeccánica



Aluminio



Fierro



Perfiles y tuberías



Piezas de acero inoxidable



### Anexo 3. Residuos Sólidos Metálicos Valorizables de la Empresa Metalmecánica

#### Residuos Reutilizables



Planchas y perfiles



Ángulos

#### Residuos Reciclables



Chatarra



Viruta

#### Anexo 4. Modelo de Encuesta a los Operarios de Producción

ENCUESTA
1. ¿Cuáles son los metales más utilizados en la empresa?
2. ¿Qué residuos sólidos metálicos se genera en cada proceso?
3. ¿Los residuos sólidos metálicos generados son reutilizados?, de ser así especifique de qué manera, para qué función y con qué frecuencia sucede esto.
4. ¿Qué hace que algunos de los residuos sólidos metálicos puedan ser reutilizados?

## **Anexo 5. Encuesta a los Operarios de Producción**

De acuerdo a los datos suministrados por los operarios de producción de la empresa metalmeccánica IOMEM GROUP S.A.C. se obtiene que:

- Los materiales más utilizados en la empresa son el acero inoxidable, el fierro (acero al carbono) y el aluminio.
- En el proceso de corte de los materiales, se generan tubos, planchas y sobrantes; mientras que en el proceso del torno o taladro columna, se generan virutas.
- Los residuos metálicos generados son reutilizados al menos 3 veces al mes para el beneficio de la empresa principalmente en la elaboración de estantes para colocar herramientas y coches para colocar las máquinas de soldar.
- Para que los residuos sólidos metálicos sean reutilizables deben estar en buen estado y poseer las medidas necesarias dependiendo del tipo de trabajo a realizar.

## **Anexo 6. Entrevista a los Operarios de Producción**

De acuerdo a la información recolectada por medio de los operarios de producción de la empresa metalmeccánica IOMEM GROUP S.A.C. en una entrevista se obtiene que:

- El material del que más se generan residuos sólidos metálicos es el acero inoxidable, seguido del fierro y el aluminio respectivamente.
- Durante un período de 7 meses de producción se ha generado aproximadamente una tonelada de residuos sólidos metálicos reutilizables, mientras que respecto a los residuos reciclables se han generado 205 kg.
- Los residuos metálicos de acero inoxidable son utilizados en planchas para completar productos en el área de producción, mientras que en el taller se reutilizan para elaborar repisas metálicas.

- Los residuos metálicos provenientes del fierro son reutilizados en el taller para elaborar estantes, repisas metálicas, coches, cajón de herramientas, calandra (dobladora), caballete, mesas para armar y marcos para biombos.
- Los residuos de aluminio son reutilizados para la elaboración de estantes.
- El aluminio solo puede ser reutilizado si no presenta rayaduras o deformaciones, de lo contrario para seguirlo utilizando debe ser reciclado.

### **Anexo 7. Entrevista al Gerente de la Empresa**

Según los datos suministrados por el gerente de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C mediante la entrevista realizada se obtiene que:

- Los residuos provenientes del acero inoxidable pueden ser reutilizados sin importar el tamaño que posean.
- El precio de venta para los residuos sólidos metálicos por kilo del acero inoxidable es de S/. 1,50; mientras que el aluminio tiene un costo de S/. 3,00 y finalmente el fierro y la viruta se venden por el valor de S/. 0,50.
- Los residuos sólidos metálicos reciclables son puestos a la venta entre 1 y 2 veces al año dependiendo de la acumulación generada.
- La cantidad de residuos sólidos metálicos valorizables generados durante un período de 7 meses es de 2 toneladas, siendo estos pesos distribuidos en 890 kilos de acero inoxidable, 220 kilos de fierro, 70 kilos de aluminio y 25 kilos de viruta.

## Anexo 8. Reutilización de los Residuos Sólidos Metálicos

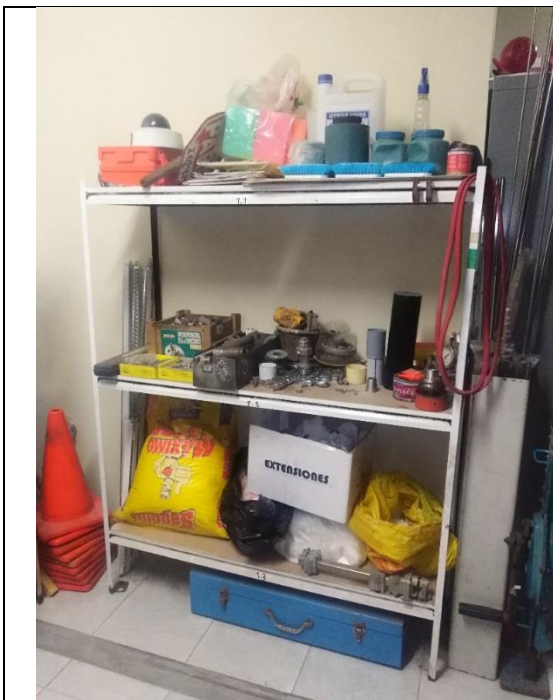


Repisa de acero inoxidable



Repisa de aluminio

## Fierro



Estantes



Cajón de herramientas





Coche para máquina de soldar



Coche Optimus



Coches para herramientas



Calandra (doblador de tubos)



Mesa para armado



Caballetes

## Anexo 9. Cálculos del Ingreso por Venta de los Residuos Sólidos Metálicos Valorizables

### Situación 1

<b>Residuos Sólidos Metálicos</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Cantidad (Kg)</b>	<b>Precio x Cantidad</b>
Acero inoxidable	1,50	890	1335
Fierro	0,50	220	110
Aluminio	3,00	70	210
Viruta	0,50	25	12,50
TOTAL			S/. 1.667,50

### Situación 2

<b>Residuos Sólidos Metálicos</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Cantidad (Kg)</b>	<b>Precio x Cantidad</b>
Acero inoxidable	1,50	90	135
Fierro	0,50	70	35
Aluminio	3,00	20	60
Viruta	0,50	25	12,50
TOTAL			S/. 242,50