

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA



TESIS

**PLANTA PROCESADORA DE PLOMO A PARTIR DE
BATERIAS POR FUSION REDUCTORA EN ANTA-CUSCO**
(Proyecto de Inversión a Nivel de Pre-Factibilidad)

PRESENTADO POR:

- BR. FLORES CJURO, Wilfredo
- BR. MORALES MENDOZA, Kevin Arnold

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO METALÚRGICO**

ASESOR:

Mgt/Ing. SANCHEZ QUISPE, Honorato

CUSCO – PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de Investigación/tesis titulada: PLANTA PROCESADORA DE PLOMO A PARTIR DE BATERIAS POR FUSION REDUCTORA EN ANTA-CUSCO (Proyecto de Inversión a Nivel de Pre-Factibilidad).

presentado por: Wilfredo Flores Guro con DNI Nro.: 44736576

presentado por: Karin Arnold Morales Mendoza con DNI Nro.: 48289933

para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero metalúrgico

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 4 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 6%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 11 de diciembre de 2023



Firma

Post firma Honorato Sanchez Quispe

Nro. de DNI 23703892

ORCID del Asesor 0000-0002-4267-2336

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid:27259:294030176

NOMBRE DEL TRABAJO

**PLANTA PROCESADORA DE PLOMO A P
ARTIR DE BATERIAS POR FUSION REDU
CTORA EN ANTA-CUSCO**

AUTOR

Wilfredo Flores C. Kevin A. Morales M.

RECUENTO DE PALABRAS

34654 Words

RECUENTO DE CARACTERES

183642 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

200 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

10.9MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 9, 2023 6:46 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 9, 2023 6:49 PM GMT-5**● 6% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

PRESENTACIÓN

**SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA,
MINAS Y METALÚRGICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
ANTONIO ABAD DEL CUSCO.**

SEÑORES CATEDRÁTICOS MIEMBROS DEL JURADO

.En cumplimiento al Reglamento Académico para optar al título profesional de Ingeniero Metalúrgico de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minas y Metalúrgica, ponemos a vuestra disposición la tesis colectiva, intitulada: **PLANTA PROCESADORA DE PLOMO A PARTIR DE BATERIAS POR FUSION REDUCTORA EN ANTA-CUSCO (Proyecto de Inversión a Nivel de Pre-Factibilidad).**

El presente trabajo aborda estudio del Proyecto de inversión a nivel de Pre-factibilidad, propone la instalación de una planta de fundición de baterías usadas por método de fusión reductora, esta aborda el uso de una tecnología más adecuada, promoviendo una mejor calidad de vida y de esta forma se pretende evitar la contaminación de este material.

Flores Cjuro Wilfredo

Morales Mendoza, Kevin Arnold

DEDICATORIA

Este logro está dedicado a Dios quien es mi guía y fortaleza de mi vida. A mis queridos padres Ricardo y Alejandrina, a mis segundos padres Alfredo y Livia quienes con su cariño, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mi esposa Edelmira quien fue mi mano derecha en todo el desarrollo de mi proyecto, a mis queridos hermanos y sobrinos quienes siempre estaban brindando los apoyos incondicionales.

Finalmente, quiero dedicar esta tesis a todos mis familiares que siempre estaban conmigo, por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles, siempre los llevaré en mi corazón.

Wilfredo Flores Cjuro

A Mi madre Roxana por estar siempre a mi lado cuando más la necesito, en los buenos y malos momentos de mi vida, por mostrarme en cada momento su apoyo incondicional y el interés para que estudie y me desarrolle completamente en todo los aspectos de mi vida.

A Mis hermanos más que hermanos son verdaderos amigos.

A Mi Tío Emerson Silva que siempre ha formado una parte muy importante dentro de mi vida, donde fue el primer paso para asumir este reto muy importante en mi vida que me ha dado el ejemplo de que todo es posible sin importar las condiciones.

Kevin Arnold Morales Mendoza

RESUMEN

El problema del estudio fue expresado de la siguiente manera: ¿Será viable instalar una planta recicladora de baterías de plomo ácido por fusión reductora a nivel de pre-factibilidad en la región del Cusco? Por otra parte, se planteó como objetivo del estudio: Efectuar el proyecto a nivel de pre-factibilidad tecnológica y económica-financiera, para la instalación de una planta procesadora de baterías de plomo ácido por fusión reductora usando la tecnología del horno de crisol basculante. La metodología empleada es lo que se sigue en la realización de proyecto de pre-factibilidad, lo cual nos permitió, apoyar en la dinamización de la economía de la región y disminuir la contaminación ambiental por presencia de chatarras de plomo en la Región del Cusco.

En cuanto a la propuesta del trabajo fue instalar una planta de producción de plomo refinado a partir del reciclaje de baterías; la localización más adecuada fue la Región del Cusco, específicamente en la Provincia de Anta, con un área de 780 m²; el abastecimiento de la materia fue la región del Cusco; para el proyecto se estimó una inversión de S/. 8,461,314 de los cuales el 30% será financiado por los accionistas y el 70% por un préstamo bancario; de acuerdo a los resultados del punto de equilibrio el cual se obtuvo 31.35% garantizó la viabilidad del proyecto, con una producción de 642 toneladas métricas por año, de esta forma coadyuva el desarrollo de la industria metalúrgica de fundición en la Región de Cusco.

Palabras clave: Balance de energía, Balance de materia, Fundición, Fusión reductora, Horno basculante, Ley General del Medio Ambiente, Plomo, Pre-factibilidad, Reciclado.

ABSTRACT

The problem of the study was expressed as follows: Will it be viable to install a lead acid battery recycling plant by reductive fusion at a pre-feasibility level in the Cusco region? On the other hand, the objective of the study was proposed: Carry out the project at the level of technological and economic-financial pre-feasibility, for the installation of a lead acid battery processing plant by reductive fusion using the tilting crucible furnace technology. The methodology used is what is followed in carrying out the pre-feasibility project, which allowed us to support the revitalization of the region's economy and reduce environmental pollution due to the presence of lead scrap in the Cusco Region.

Regarding the work proposal, it was to install a refined lead production plant from battery recycling; The most suitable location was the Cusco Region, specifically in the Province of Anta, with an area of 780 m²; The supply of the material was the Cusco region; For the project, an investment of S/. 8,461,314 of which 30% will be financed by shareholders and 70% by a bank loan; According to the results of the balance point, which was obtained 31.35% guaranteed the viability of the project, with a production of 642 metric tons per year, in this way it contributes to the development of the foundry metallurgical industry in the Cusco Region.

Keywords: Energy balance, Material balance, Foundry, Reductive fusion, Tilting furnace, General Environmental Law, Lead, Prefeasibility, Recycling.

INTRODUCCIÓN

El plomo es un metal bastante usado en diferentes industrias debido a sus propiedades y/o facilidades, capaz de ser reutilizado y reciclado ininidad de veces sin perder sus propiedades; sin embargo, debido a su alta toxicidad actualmente es preferencialmente usado en las baterías de plomo ácido para los vehículos motorizados. De acuerdo al consumo de baterías a nivel nacional, la ciudad del Cusco es el cuarto consumidor de este elemento; con el favor de que la producción secundaria de plomo permite ahorros de energía de hasta el 65% con respecto a la producción primaria (concentrados de minerales), es aprovechable el recuperar este metal para obtener lingotes de plomo, empleando una tecnología compatible a la época (fusión reductora), que fortalezca el desarrollo metalúrgico en el lugar.

La presente investigación pretende reciclar las baterías de plomo, los cuales contienen de 10 a 15 Kg de plomo para efectuar el proyecto a nivel de prefactibilidad tecnológica y económica-financiera para la instalación de una planta procesadora a partir de chatarras de baterías de plomo por fusión reductora.

A continuación, se indican los 10 capítulos del presente estudio indicando los aspectos fundamentales en cada uno de ellos:

En el capítulo I, se describe los aspectos más importantes del proyecto, tales como objetivo general: Efectuar el proyecto a nivel de pre-factibilidad tecnológica y económica-financiera para la instalación de una planta procesadora a partir de chatarra de baterías de plomo.

En el capítulo II. Estudio de mercado, donde se identifica el producto, análisis de la oferta y demanda, alza de plomo refinado en 0.7% a nivel mundial.

En el capítulo III. Tamaño y localización, se aborda el tamaño del proyecto a través de los factores determinantes, resultando un tamaño para el proyecto de 642 toneladas por año de plomo refinado. La localización del proyecto se determinó a través del método de ponderación (factores de Brown y Gibson).

En el capítulo IV. Ingeniería del proyecto, donde se aborda, capacidad de producción y las secuencias del proceso a través de función reductora, balance de materia y energía, diseño y distribución de la planta.

En el capítulo V. Inversión en activo, se analiza los aspectos tangibles e intangibles para el proyecto.

En el capítulo VI, Aspectos económicos y financieros, se analiza la cantidad de dinero necesaria para el proyecto conocido como inversión del proyecto a largo o corto plazo.

En el capítulo VII, presupuesto y flujo de fondos, donde se aborda, presupuestos de ingresos por ventas S/.5228724, Para el proyecto se estimó una inversión de S/. 8,461,314 de los cuales el 30% es financiado por los accionistas y el 70% es por un préstamo bancario

En el capítulo VIII, Evaluación económica y financiera, con los valores de sus indicadores se determina el punto de equilibrio de 31.35%, de acuerdo a los resultados el proyecto es viable.

En el capítulo IX, Estudio de impacto ambiental, donde se aborda, normas legales, estudio de impacto ambiental de acuerdo al contexto.

En el capítulo X, estudio legal y organizacional de la empresa, se aborda las características principales de la empresa y las funciones del personal.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

U_f :	Energía interna final
ΔT :	Variación de temperatura
ΔU :	Cambio de energía interna
$^{\circ}\text{C}$:	Grado Celsius
A:	Ampere
ASTM:	Sociedad Americana para pruebas y materiales
B/C:	Relación Beneficio Costo
CMA	Análisis del mercado de materias primas
COK:	Costo de oportunidad del capital
E:	Cantidad de energía
g / cm^2 :	Gramos por centímetro cuadrado
Gpa:	Giga pascal
ILZSG:	Grupo de estudio internacional de plomo y zinc
IR:	Índice de rentabilidad
ISO:	Organización para la estandarización
Kg/	Kilogramos por año
kg:	Kilogramo
kJ/mol :	Kilojulio por mol
Km^2 :	Kilómetro cuadrado
M	Masa
m/s :	Metros por segundo
m:	Metro
mm/s :	Milímetros por segundo

mm:	Milímetros
Mpa:	Mega pascal
Mt	Millones de tonelada
P&L	Presupuesto de pérdidas y ganancias
Pb:	Plomo
PRI:	Período de recuperación de la inversión
Q:	Calor suministrado
REDOX:	Reacción química
TIR:	Tasa interna de retorno
TM/año	Tonelada métrica por año
TM/mes:	Tonelada métrica por mes
TM:	Tonelada métrica
US\$/t	Dólares estadounidenses por tonelada
USD/oz	Dólares por onza troy
USD/t	Dólares por tonelada
V:	Vatios
VAN:	Valor actual neto
ZF:	Zona de fusión
<i>U_i</i> :	Energía interna inicial

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
INTRODUCCIÓN.....	VI
SIGLAS Y ABREVIATURAS	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIX
ÍNDICE DE FIGURAS	XXII
CAPITULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1. Justificación.....	1
1.1.1. Justificación técnica.....	1
1.1.2. Justificación económica.....	2
1.1.3. Justificación social.....	2
1.1.4. Justificación ambiental	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Estado del arte	3
1.3.1. Antecedentes internacionales	3
1.3.2. Antecedentes nacionales.....	6
1.4. Alcances del Proyecto	8
CAPITULO II: ESTUDIO DE MERCADO	9
2.1. Generalidades	9
2.2. Identificación del producto.....	9

2.2.1.	La materia prima: chatarra de plomo.....	9
2.2.2.	Nombre del producto: lingote de plomo antimonial.....	11
2.2.3.	Descripción del producto.....	12
2.2.4.	Usuarios	13
2.3.	Estudio del área de mercado.....	14
2.3.1.	Área de influencia efectiva del producto.....	15
2.3.1.1.	Área de influencia efectiva.....	15
2.3.1.2.	Área de influencia secundaria.....	15
2.3.2.	Mercado de reciclaje de plomo.....	16
2.3.3.	Definición del origen de la materia prima.....	16
2.4.	Análisis de la demanda.....	17
2.4.1.	Variables que influyen en la demanda.....	20
2.4.1.1.	Económicas.....	20
2.4.1.2.	Políticas	21
2.4.1.3.	Ambientales.....	21
2.4.2.	Segmentación del mercado.....	22
2.4.2.1.	Fábricas de baterías	22
2.4.2.2.	Lugares de compra de la chatarra de plomo	22
2.4.2.3.	Principales fundidoras de plomo en el Perú	23
2.4.3.	Investigación de mercado	24
2.4.4.	Comportamiento histórico de la demanda.....	26
2.4.4.1.	Demanda internacional histórica del plomo	27
2.5.	Análisis de la oferta	30
2.5.1.	Factores que afectan la oferta	32
2.5.2.	Análisis de la oferta del producto	33
2.5.3.	Comportamiento histórico de la oferta internacional	33

2.5.4.	Proyección de la oferta	34
2.6.	Determinación de la demanda insatisfecha	35
2.7.	Precio	36
2.7.1.	Precio histórico del plomo.....	37
2.7.2.	Precios de la chatarra de plomo	37
2.7.3.	Determinación de proyección de precio	38
2.8.	Canales de distribución y comercialización	39
2.8.1.	Canales directos.....	39
2.8.2.	Canales indirectos.....	40
2.8.3.	Mecanismos de ventas	40
CAPITULO III: TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN		41
3.1.	Tamaño de la planta.....	41
3.1.1.	Generalidades	41
3.1.2.	Relaciones de tamaño	41
3.1.2.1.	Tamaño - disponibilidad de materia prima.....	41
3.1.2.2.	Tamaño – mercado	42
3.1.2.3.	Tamaño tecnología	43
3.1.2.4.	Tamaño de financiamiento	43
3.1.3.	Tamaño óptimo de planta	43
3.1.4.	Infraestructura.....	44
3.2.	Localización del proyecto.....	44
3.3.	Macro-localización del proyecto	45
3.3.1.	Factores de macro-localización	45
3.3.1.1.	Alternativas de macro-localización	45
3.3.2.	Método de ponderación de factores de Brown y Gibson.....	46
3.4.	Micro-localización del proyecto.....	48

3.4.1.	Factores de micro-localización	49
3.4.2.	Alternativas de micro-localización.....	49
3.4.3.	Localización provincial en la Región de Cusco	50
3.4.4.	Micro-localización óptima.....	50
CAPITULO IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO		52
4.1.	Proceso productivo de la planta.....	52
4.1.1.	Proceso empleado	52
4.1.2.	Proceso de producción.....	52
4.1.2.1.	Diagrama de flujo del proceso de producción	52
4.2.	Tecnologías del proceso	54
4.2.1.	Materia prima	54
4.2.2.	Tecnologías empleadas.....	54
4.2.3.	Horno de fundición.....	55
4.2.4.	Producto obtenido.....	58
4.2.5.	Requerimiento de insumos	59
4.3.	Balance de materia y energía.....	59
4.3.1.	Balance de materia.....	59
4.3.2.	Balance de energía.....	63
4.3.3.	Determinación del calor específico (Cp).....	64
4.4.	Descripción del proceso.....	68
4.4.1.	Recuperación del plomo	68
4.4.2.	Reducción del plomo	68
4.4.3.	Refinación del plomo.....	70
4.5.	Diseño y distribución de planta	71
4.5.1.	Distribución de planta.....	71
4.5.1.1.	Requerimiento de la estructura física	71

4.5.1.2.	Requerimiento total de superficies	72
4.5.1.3.	Distribución general de planta	73
4.6.	Selección de equipo y diseño de un crisol y horno basculante.....	75
4.6.1.	Selección de equipos	75
4.6.2.	Dimensionamiento de la cámara de combustión	77
4.6.2.1.	Características del horno de crisol basculante	78
4.6.2.2.	Volumen de la cámara interior del horno	79
4.6.2.3.	Volumen del crisol.....	80
4.6.2.4.	Volumen físico de la cámara de combustión.....	81
4.7.	Composición de materiales para una carga al horno	81
4.8.	Reacciones que ocurren en el proceso de fundición.....	82
4.8.1.	Combustión del gas natural seco	83
4.8.2.	Reacción del bórax para formar escoria	83
4.8.3.	Reacción del acero:.....	83
4.8.4.	Reacción de refinación del plomo fundido con Na_2CO_3 :.....	83
4.9.	Salidas del horno de fundición	84
4.9.1.	Plomo refinado	84
4.9.2.	Formación de la escoria.....	84
4.9.2.1.	El borato	84
4.9.2.2.	Borato de plomo	84
4.9.2.3.	Borato ferroso	85
4.9.3.	Gases.....	85
4.10.	Aire para el proceso de combustión	87
4.10.1.	Combustión del gas seco	87
4.11.	Determinación del oxígeno teóricamente requerido.....	89
4.12.	Determinación del aire necesario	90

4.13.	Cálculo del calor necesario para las reacciones.....	91
CAPITULO V: INVERSIÓN EN ACTIVOS		94
5.1.	Inversión del proyecto	94
5.2.	Inversión en terrenos y su habilitación	94
5.2.1.	Inversión en bienes administrativos	94
5.2.2.	Equipos de mantenimiento y emergencia.....	95
5.2.3.	Bienes de seguridad y vigilancia	95
5.2.4.	Equipos de análisis metalúrgico y control de calidad.....	95
5.2.5.	Edificaciones de oficinas administrativas.....	95
5.2.6.	Edificaciones de planta de proceso.....	95
5.2.7.	Estudios: previo, definitivo y afines	95
5.2.8.	Supervisión del proyecto inicial y puesta en marcha	96
5.2.9.	Costos del terreno y su mejora	96
5.3.	Elementos del capital de Trabajo.....	96
5.3.1.	Insumos.....	96
5.3.2.	Mano de obra directa	96
5.3.2.1.	Mano de obra indirecta	97
5.3.2.2.	Materia prima	97
5.3.2.3.	Gastos de Constitución de empresa	97
5.4.	Componentes de los costos de producción	97
5.4.1.	Suministros	97
5.4.2.	Costo de producción en planta de fundición de plomo	97
5.4.3.	Gastos de servicios por ventas.....	98
CAPITULO VI: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS		99
6.1.	Inversiones.....	99
6.1.1.	Estimación de las inversiones a largo plazo.	99

6.1.2.	Estimación de las inversiones de corto plazo (capital de trabajo).....	103
6.2.	Costos de producción.....	104
6.2.1.	Costos de materias primas	105
6.2.2.	Costo de la mano de obra directa.....	105
6.2.3.	Costo indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta)	106
CAPITULO VII: PRESUPUESTOS Y FLUJOS DE FONDOS.....		109
7.1.	Presupuesto operativos	109
7.1.1.	Presupuesto de ingreso por ventas.....	109
7.1.2.	Presupuesto operativo de costos	110
7.1.3.	Presupuesto operativo de gastos	110
7.2.	Presupuestos financieros.....	114
7.2.1.	Presupuesto de servicio de deuda	114
7.2.2.	Presupuesto de ganancias y pérdidas.....	115
7.2.3.	Presupuesto de estado de situación financiera.....	116
7.2.4.	Presupuesto de caja.....	118
7.3.	Flujo de caja anual.....	118
7.3.1.	Flujo de fondos económicos	118
7.3.2.	Flujo de fondos financieros	118
CAPITULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA.....		122
8.1.	Evaluación de proyectos de inversión	122
8.2.	Evaluación financiera: VANF, TIRF, (B/C)F, PRF	122
8.3.	Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto.....	125
8.3.1.	Análisis de ratios	125
A)	Índice de liquidez	125
B)	Índice de Actividad, Rotación o Eficiencia	125

C)	Índice de endeudamiento	125
D)	Índice de rentabilidad	126
8.3.2.	Evaluación económica.....	126
8.3.3.	Evaluación financiera	127
8.4.	Punto de equilibrio.....	129
8.5.	Simulación del valor actual neto y de la tasa interna de retorno	132
CAPITULO IX: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		134
9.1.	Normas legales	134
9.2.	Impacto ambiental	135
9.2.1.	Impactos directos.....	135
9.2.2.	Impactos indirectos.....	135
9.3.	Identificación de impactos ambientales.....	136
9.3.1.	Matriz de Leopold para el proyecto.....	136
9.4.	Alteración en la flora y fauna	140
9.5.	Plan de manejo ambiental (PMA)	140
9.6.	Medidas de mitigación.....	140
9.7.	Medidas de rehabilitación ambiental.....	142
9.8.	Actividades de contingencia.....	143
9.8.1.	Contingencias	143
CAPITULO X: ESTUDIO LEGAL Y ORGANIZACIONAL		145
10.1.	Tipos de propiedad y sociedad	145
10.1.1.	Tipo de propiedad.....	145
10.2.	Funciones de la administración	145
10.3.	Organización.....	146
10.4.	Requerimientos del personal	146
10.5.	Estructura organizacional	147

10.6.	Aspectos legales del proyecto.....	148
10.6.1.	Leyes generales de las industrias.....	148
10.6.2.	Ley general de las sociedades.....	149
10.1.1.1.	Base legal.....	149
10.1.1.2.	Aspecto general de la ley.....	149
10.1.1.3.	Campo de aplicación.....	149
10.1.1.4.	Leyes sociales.....	150
10.6.3.	Requerimiento para la apertura de la empresa.....	150
	CONCLUSIONES.....	151
	RECOMENDACIONES.....	153
	BIBLIOGRAFÍA.....	154
	ANEXOS.....	160
	ANEXO A: INVERSIÓN Y COSTOS.....	161
	ANEXO B: ANÁLISIS QUÍMICO DEL CONTENIDO DE PLOMO EN LAS BATERÍAS	167
	ANEXO C: GALERÍA FOTOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	168
	ANEXO D: CUADRO DE LAS PRUEBAS DEL LABORATORIO.....	176
	ANEXO E: UNA DE LAS EVIDENCIAS DE LA ENCUESTA REALIZADA.....	177
	ANEXO F: MODELO DE ENCUESTA REALIZADA.....	178

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición de baterías acido-plomo	10
Tabla 2 Composición química del plomo antimonial para baterías	13
Tabla 3 Evolución del precio del plomo en los últimos tres años	21
Tabla 4 Demanda internacional (TM)	27
Tabla 5 Demanda internacional del plomo	28
Tabla 6 Proyección de la Demanda internacional del plomo, según CMA	29
Tabla 7 Proyección de la demanda hasta el año 2029	30
Tabla 8 Comportamiento de la oferta	33
Tabla 9 Oferta internacional del plomo	34
Tabla 10 Proyección de la oferta	35
Tabla 11 Proyección de la demanda insatisfecha (TM)	35
Tabla 12 Precio del plomo	37
Tabla 13 Precio del plomo	38
Tabla 14 Proyección del precio del plomo	38
Tabla 15 Disponibilidad de la materia prima por año solo de la ciudad del Cusco	42
Tabla 16 Relación tamaño - mercado	42
Tabla 17 Valorización de los factores determinantes para localización de un proyecto	46
Tabla 18 Método de ponderación de factores de localización	47
Tabla 19 Método de ponderación de factores de localización	50
Tabla 20 Dimensiones del plomo de forma prisma triangular	58
Tabla 21 Material recuperado de una batería	60
Tabla 22 Balance de Materia	62
Tabla 23 Capacidades caloríficas	65
Tabla 24 Balance de Energía	67

Tabla 25 Requerimiento de superficies de la planta.....	73
Tabla 26 Características del horno de crisol basculante.....	79
Tabla 27 Resultados de cálculos realizados para los materiales agregados al horno.....	82
Tabla 28 Oxígeno en exceso para la combustión.....	89
Tabla 29 Costo de equipos y maquinarias.....	100
Tabla 30 Activos fijos tangibles.....	102
Tabla 31 Activos fijos intangibles.....	103
Tabla 32 Capital de trabajo.....	104
Tabla 33 Inversión total.....	104
Tabla 34 Cálculo de los costos por materias primas.....	105
Tabla 35 Cálculo del costo por mano de obra directa.....	106
Tabla 36 Cálculo del costo por mano de obra indirecta.....	107
Tabla 37 Cálculo costos de insumos y servicios.....	108
Tabla 38 Presupuestos de ingresos por ventas.....	109
Tabla 39 Presupuesto de depreciación de activos fijos tangibles.....	111
Tabla 40 Presupuesto de costo de producción.....	112
Tabla 41 Presupuesto de amortización de activos fijos intangibles.....	112
Tabla 42 Presupuesto de gastos generales.....	113
Tabla 43 Financiamiento y relación deuda/capital.....	114
Tabla 44 Servicio de la deuda.....	115
Tabla 45 Estado de ganancias y pérdidas.....	116
Tabla 46 Estado de situación financiera.....	117
Tabla 47 Presupuesto de caja (Ingresos y Egresos).....	119
Tabla 48 Flujo de caja económico del proyecto.....	120
Tabla 49 Flujo de caja financiero del proyecto.....	121
Tabla 50 Evaluación económica del proyecto.....	123

Tabla 51 Evaluación financiera del proyecto	124
Tabla 52 Cálculo del flujo neto de los fondos económicos.....	126
Tabla 53 Resumen de resultados económicos	127
Tabla 54 Flujo neto de fondos financieros	128
Tabla 55 Resumen resultados financieros	129
Tabla 56 Ingresos y costos.....	130
Tabla 57 Diferentes escenarios de ingresos y costos.....	131
Tabla 58 Diferentes escenarios de VAN y TIR.....	132
Tabla 59 Aspectos ambientales vinculados a las actividades del proyecto.....	137
Tabla 60 Criterios de evaluación de la matriz modificada de Leopold.....	137
Tabla 61 Valorización de impactos	138
Tabla 62 Matriz de Leopold	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Baterías de desecho, súper ácido de plomo.....	10
Figura 2 Lingote de plomo forma tradicional.....	11
Figura 3 Consumo de Plomo Refinado en el Mundo 2021 a 2022.....	15
Figura 4 Demanda internacional de diferentes países	26
Figura 5 Proyección de la demanda.....	28
Figura 6 Proyección de la oferta.....	34
Figura 7 Variación de los precios de los metales 2010 al 2014	36
Figura 8 Proyección del precio.....	39
Figura 9 Mapa del departamento de Cusco	48
Figura 10 Mapa de la provincia de Anta - Cusco	51
Figura 11 Diagrama de proceso de reciclado de chatarra de plomo.....	53
Figura 12 Forma prisma triangular.....	59
Figura 13 Capacidades caloríficas de entrada y salida del proceso de fusión reductora.....	66
Figura 14 Tocho de plomo en forma de prisma triangular	70
Figura 15 Distribución general de la planta.....	74
Figura 16 Horno basculante de fundición.....	76
Figura 17 Corte transversal del horno basculante	78
Figura 18 Dimensionamiento del horno	80
Figura 19 Determinación del punto de equilibrio.....	131
Figura 20 Simulación de indicadores económicos: VAN y TIR.....	133
Figura 21 Esquema de la estructura organizacional	148

CAPITULO I: GENERALIDADES

“Los materiales como aleaciones de plomo envejecidas y deterioradas por uso, son reciclados en acopiadores de baterías usadas, cuyo destino final es la fundición para convertirse en nuevos artículos. Es un metal todavía presente en multitud de objetos como en las tuberías antiguas, las baterías, materiales de construcción o el forrado de diversos cables. El precio de la chatarra de plomo por kilo dependerá también del estado en que se encuentre. Las baterías de plomo ácido se usan en vehículos motorizados, para suministros de energía eléctrica” (Organización mundial de la salud, 2017).

“En los lugares con deficiencia de energía eléctrica, se usan baterías de plomo ácido para funcionamiento de aparatos eléctricos e iluminación. Las baterías están constituidas de un armazón de ebonita que consta placas negativas y positivas de plomo, las cuales están separadas por un plástico, láminas de microfibras y bañadas en una solución de ácido sulfúrico (agua y ácido sulfúrico). Las placas son rejillas de plomo cubiertas por pasta de óxido de plomo (placas negativas) y por pasta de plomo metálico (placas positivas)” (Organización mundial de la salud, 2017).

El proceso de aprovechamiento de chatarra de plomo empieza con la recolección y el transporte de baterías usadas a una planta de fundición, previamente se separa los componentes que no son plomo, posteriormente pasa a la fundición y refinado de los componentes de las baterías usadas de plomo (Organización mundial de la salud, 2017).

1.1. Justificación

1.1.1. Justificación técnica

Según la Asociación automotriz del Perú (APP), el Cusco es el cuarto comprador de vehículos del Perú, después de Lima, Arequipa y Trujillo en consecuencia se tienen chatarra

de plomo provenientes de las baterías de automóviles, lo que, justifica instalar una planta de fundición reductora, en Cusco con una tecnología conforme a la época, el mismo que logrará altas cantidades de plomo a relativo bajo costo de operación, que permitirá participar a profesionales bien capacitados y a técnicos preparados conveniente para el manejo y control de esta tecnología.

1.1.2. Justificación económica

El proyecto logrará altos beneficios económicos considerando además el precio actual de plomo en el mercado mundial está mayor a 2173 dólares USD la tonelada, con tendencia alcista; esto beneficia porque hace más rentable el proceso de reciclado de plomo de baterías usadas.

1.1.3. Justificación social

La implementación de esta planta posibilitará mejorar la calidad de vida de los pobladores ligadas a esa actividad en vista de que los residuos de plomo son contaminantes al ambiente. Generando actividad económica distinta a las tradicionales, acceso a mejores niveles de educación, posibilita apertura de puestos de trabajo, accesos a medios de comunicación, mejora en la atención de salud y otras mejoras al instalarse la planta metalúrgica.

1.1.4. Justificación ambiental

Al instalarse una planta de fusión reductora de plomo en horno de crisol basculante, implica que será más controlada el proceso, los residuos sólidos y los efluentes. Los efluentes líquidos recircularan en el proceso que implicará un impacto mínimo al ambiental. La planta procesara dentro de la Norma ISO-14000 e ISO-18000. Promoviendo y coadyuvando un desarrollo sostenible en la región del Cusco.

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Ejecutar el proyecto a nivel de pre-factibilidad tecnológica y económica-financiera para la instalación de una planta procesadora a partir de chatarra de baterías de plomo ácido por fusión reductora.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar la viabilidad tecnológica a nivel de pre-factibilidad de la instalación de una planta procesadora de plomo a partir de baterías por fusión reductora
- Valorar la rentabilidad económica a nivel de pre-factibilidad de la instalación de una planta procesadora de plomo a partir de baterías por fusión reductora.

1.3. Estado del arte

1.3.1. *Antecedentes internacionales*

Li, Yuny otros autores (2020), realizaron la investigación: *Reciclaje de batería de plomo-ácido gastada para extracción de plomo con conservación de azufre*. Este estudio propuso un método de reciclaje de batería de plomo-ácido (LAB) pirometalúrgico más limpio para la extracción de plomo y la conservación de azufre sin una cantidad excesiva de generación de SO₂. Se introdujo una atmósfera reductora en el sistema de reciclaje de pasta de plomo para reducir selectivamente el PbSO₄ a PbS. Al mismo tiempo, los componentes de PbO y PbO₂ contenidos en la pasta de plomo también se redujeron a Pb metálico. Luego, el PbS intermedio reaccionó aún más con el agente fijador de azufre, típicamente Fe₃O₄, para generar PbO y FeS. Este trabajo investigó la viabilidad termodinámica y experimental y el mecanismo de conversión de fase de este método propuesto, se aclararon los

mecanismos detallados de extracción de plomo y fijación de azufre, y se caracterizaron los procesos de transformación de fase y evolución micro estructural (Li et al., 2020). Con este trabajo obtuvieron los siguientes resultados: “Los resultados obtenidos validan que la técnica reductora de fijación de azufre es experimentalmente factible para reciclar pasta de LAB. Más del 96,2% del plomo y el 98,9% del azufre (89,6% en la mata y 9,3% en la escoria) de las materias primas se extrajeron y fijaron en 1,5 h a 1200°C. Se obtuvo lingotes de plomo bruto con una pureza del 98,6% en peso de Pb. El contenido de plomo en la mata y la escoria fue de 2,6% en peso y 0,5% en peso, respectivamente” (Li, y otros, 2019).

Kalpna Varshney y otros autores (2020), realizaron la investigación: *Tendencias actuales y perspectivas futuras en el reciclaje de baterías de ácido de plomo usadas en la India*, y en su resumen de investigación indican que el plomo se utiliza en diversas aleaciones, construcción y aplicaciones militares, pero principalmente en la producción de baterías de plomo ácido. El sector emergente del automóvil, las industrias de vehículos eléctricos, los sistemas de energía solar y las industrias de telecomunicaciones requieren cada vez más baterías de plomo-ácido debido a su crecimiento excesivo. Por lo tanto, las baterías de plomo ácido tienen una demanda cada vez mayor en varios sectores y, a cambio, su chatarra también aumenta día a día. Una de las mejores cualidades de las baterías de plomo ácido es que son casi completamente reciclables y el plomo metálico también se puede extraer en su mayor porcentaje en la recuperación. En sus resultados indica que, del plomo total, el 80% del plomo se usa en laboratorios. Se puede reciclar y recuperar un máximo de 100 % de plomo de la batería de plomo-ácido (Varshney et al., 2020).

Mauricio Torres C. J. (2016), realizó la Tesis: *Construcción de un horno de crisol fijo de bajo costo para la fusión de metales no ferrosos*, en su resumen del trabajo indica: El objetivo principal de este trabajo fue construir un horno de crisol fijo de bajo costo para

promover la fusión de metales, sirviendo como cámara de combustión para un quemador de gas. La fundición de metales requiere de equipos de fundamental importancia para llevar a cabo este proceso. Estos equipos son los hornos, cuya función principal es transferir el calor generado por la combustión al metal, con calidad y eficiencia. El horno de crisol se destaca al referirse al uso de quemadores para proporcionar la quema de combustible. Tienen limitaciones físicas cuando se quiere producir rangos de temperatura altos, por lo que son ideales para fundir metales no ferrosos. El horno de crisol desarrollado tiene una buena viabilidad económica debido a su bajo costo beneficio, y los materiales utilizados en su construcción tienen bajo costo y son de fácil acceso en el mercado. Al finalizar el proyecto se realizaron pruebas para verificar la eficiencia, en base a análisis del revestimiento refractario del horno, el comportamiento de la llama generada por el quemador, la temperatura máxima alcanzada en el interior del horno y el comportamiento dinámico del sistema para fundir los metales. Se verificó una razonable estabilidad de la llama del quemador operando en modo turbulencia. La temperatura máxima dentro del horno fue de 1250 °C (Mauricio Torres, 2016).

Espinoza Sandoval M. (2014), realizó la Tesis: *Una empresa recuperadora de plomo, por medio de reciclaje de baterías*, y en su resumen del trabajo, menciona: El proyecto consiste en instalar una planta recuperadora de plomo, mediante el reciclaje de batería que utilizamos en los vehículos motorizados a lo largo de nuestro país. Para ello realizaron una serie de procesos para recuperar el plomo de las baterías y transformarlas finalmente en lingotes de Plomo. La oportunidad se presenta al visualizar que Chile solamente posee una planta recicladora, la cual se encuentra en la segunda región de Antofagasta (ciudad de Calama), pero con la diferencia que su mercado de obtención de plomo principal, es el desecho de los ánodos de plomo de las mineras de la región, dejando en segundo lugar a las baterías como materia prima para el proceso de reciclaje. El mercado

objetivo está en función del déficit de plomo a nivel mundial, principalmente para la producción de baterías de plomo / ácido, ya que esta materia prima, es usada en un 90% para la producción de baterías. Bajo este contexto, se ve grandes posibilidades en el mercado local (Sudamérica, particularmente Brasil) y USA, para ser principales clientes con la importación de su producto, por ser grandes exportadores de baterías, y por ello grandes consumidores de plomo. De acuerdo al análisis Poster, las barreras de entrada son bajas para los nuevos competidores (Sandoval Espinoza, 2014). Con su trabajo concluye: “El proyecto tiene una alta rentabilidad es que confirmada por las resultados de los indicadores de rentabilidad ROA, ROE y ROI. La TIR es más alta que la tasa de descuento WACC lo cual es atractivo para el inversionista. Este proyecto genera utilidades a partir del primer año. Este proyecto es intensivo en capital de trabajo, lo cual exige una adecuado manejo de los flujos. El proyecto se evaluó a perpetuidad sin crecimiento y con capital propio. El valor equity del plan de negocio es de 29 MUS\$” (Ardiles Monroy, 2016).

1.3.2. Antecedentes nacionales

Blancas Peña E. G. (2018), realizó la tesis: *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta de reciclaje de baterías de ácido plomo en la ciudad de Lima y Callao*, en su trabajo de investigación indica que en los últimos años se ha producido en el Perú un cambio de la matriz de producción de Pb metálico; tal es así que a partir del año 2010, después del cierre de la Refinería de la Oroya, la producción nacional de Pb metálico pasó de ser aproximadamente 114,000 TM en el año 2008 a ser aproximadamente de tan sólo 12,000 TM en el año 2016 debido a que se dejó de producir Pb primario (Pb refinado a partir de concentrados); y en cambio se incrementó la producción de Pb secundario (Pb refinado a partir del reciclaje); como respuesta a la necesidad de satisfacer la demanda nacional por utilizar Pb metálico como materia prima en la industria local; al punto que a

finales del 2016 en el Perú se habría alcanzado una tasa de reciclaje de baterías usadas de Pb mayor al 82%; y que probablemente estaría alcanzando tasas mayores al 97% en los próximos dos o tres años. Como resultado del estudio, se entiende que el principal mercado consumidor del plomo en el Perú y el mundo es la industria automotriz, cuyo consumo equivale al 80% de la demanda mundial de plomo; que estaría asegurada en las próximas décadas, debido a que el parque automotor mundial continuaría creciendo, como resultado del incremento de la población mundial; y que además los vehículos de combustión interna, que actualmente representa aproximadamente el 99% del parque automotor, no tendría competencia importante en ese mismo período de tiempo. Resultados que indican que el proyecto es financieramente viable en ambos casos, pero mucho más rentable en la segunda propuesta que incluye producir plomo refinado y plomo aleado” (Blancas Peña, 2018).

Coronel Ramírez J. J. y Graefling Alva W. (2002), realizaron la Tesis: *Evaluación y manejo ambiental de una planta recicladora de plomo*, y en su resumen de investigación indican: El objetivo es presentar una alternativa de solución y elaboración de un plan de manejo ambiental que permita mitigar los impactos negativos generados por la “planta recicladora de plomo”. Metodología empleada para la identificación y evaluación de impactos ambientales, las operaciones de la “planta recicladora de plomo”, ocasiona impactos negativos los cuales han sido clasificados y evaluados de acuerdo a las características de cada uno de ellos en impactos a corto, mediana, largo plazo. La Planta inició sus operaciones en 1988 produciendo aleaciones de zinc-aluminio (1600 TM/mes), en 1992 amplía sus líneas de producción mediante la fundición de concentrado de estaño (20 TM/mes), en 1996 se adecua la Planta sólo para realizar los procesos de recuperación de plomo a partir de chatarra de plomo y tierra de baterías, cuya capacidad de producción inicial fue de 1,5 TM/bach, ampliando la producción en 1998 a 2,5 TM/bach; actualmente la Planta opera con dos líneas de producción: Recuperación de Plomo Fino de 240 TM/mes y

Recuperación de Plomo Antimonial con 10 TM/mes (Coronel Ramírez & Graefling Alva, 2002).

1.4. Alcances del Proyecto

El proyecto que se propone tiene la finalidad de instalar una planta procesadora de plomo a partir de baterías usadas de plomo por fusión reductora en la región del Cusco-Anta.

CAPITULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Generalidades

“En este capítulo se obtendrá la información necesaria que sustente la capacidad productiva del proyecto, tomando como pautas el análisis los lingotes de plomo en relación al mercado. Teniendo en cuenta la situación de la demanda para determinar la cantidad del consumo potencial que habrán de adquirir el producto y comparando estos valores con la oferta que presenta actualmente el mercado” (Blancas P. Edward, 2018)

“Una vez indagado en el mercado se establecen las estrategias de comercialización que facilitarán el posicionamiento del producto que satisfagan las necesidades de los consumidores. Finalmente se crearán los canales de distribución por la cual optará la planta productora para llegar a los compradores en una forma ordenada” (Blancas P. Edward, 2018).

2.2. Identificación del producto

2.2.1. *La materia prima: chatarra de plomo*

“Aproximadamente, un 85% del consumo total mundial de plomo va destinado a la producción de baterías de plomo-ácido. Representa un mercado de crecimiento rápido, especialmente en Asia. Estas baterías se usan principalmente en vehículos motorizados, para el almacenamiento de energía generada por células fotovoltaicas y turbinas eólicas, y para suministrar energía eléctrica de reserva (tanto para el mercado del consumidor como para sistemas críticos tales como las telecomunicaciones y los hospitales)”. (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2017)

“La fabricación y reciclaje de baterías de plomo-ácido (ver Tabla 1) se lleva a cabo en todo el mundo tanto en industrias reguladas como en establecimientos informales y no

regulados. Las baterías se descomponen de manera mecánica o manual para separar el ácido y los componentes. Los componentes de plomo se transportan a los hornos para su fundición. Tras la fundición, se retira la escoria y el plomo fundido sin refinar puede verterse en moldes y enfriarse” (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2017).

“El plomo se puede reciclar en plantas de chatarra o plantas de reciclaje de residuos. Se puede adquirir en diversas formas: tubos y planchas (ver Figura 1): metal utilizado en fontanería y prensas de impresión” (Blancas P. Edward, 2018).

Figura 1

Baterías de desecho, súper ácido de plomo



Nota: Alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Used-Scrap-Battery-Scrap-Car-and-10000005665111.html>

Tabla 1

Composición de baterías ácido-plomo

Componente	Composición en peso	Peso (kg)
Plomo (PbO ₂ , Pb, PbSO ₄)	70%	9,8
Electrolito	20%	2,8
Separadores de Plástico	5%	0,7
Caja de Plástico	5%	0,7
Total	100%	14

Nota: Estudio de Alternativas en el reciclaje de baterías de plomo fuera de uso, Bañeres Serinas, Manuel. (2018).

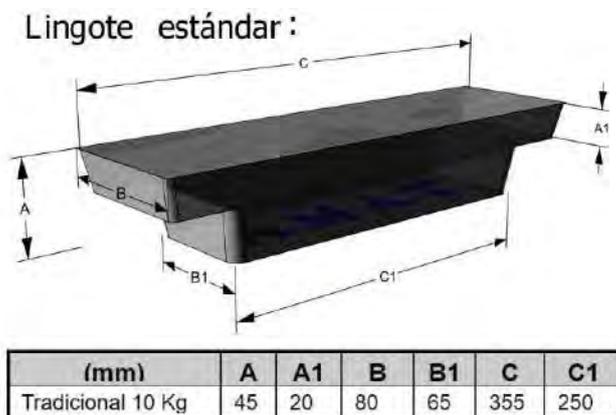
2.2.2. Nombre del producto: lingote de plomo antimonial

El producto que se comercializará, después del proceso de reciclaje de baterías fuera de uso, es el plomo reciclado en forma de lingotes (ver Figura 2), esta servirá para abastecer de la materia prima principal a la fábrica de baterías (Blancas P. Edward, 2018).

“El Plomo antimonial, se usa en lugares en que se necesita mayor resistencia mecánica. Para placas de acumuladores, se emplea una aleación de plomo que contiene del 6 al 7% de antimonio. Una vez colada, tiene resistencia a la tracción de alrededor de 7, 000 lb/pulg² con un alargamiento de alrededor del 22%, densidad 1,080 kg/m³ (677 lb/pies³). Existe también una aleación que contiene alrededor del 1 % de antimonio que sirve como envolvente protectora de cables telefónicos y de transmisión de energía eléctrica. Esta aleación, cuando se extruye como forro para cable y envejece durante un mes a la temperatura ambiente, tiene resistencia a la tracción de 2,750 a 3,050 lb./pulg², con una velocidad de prueba de alargamiento de 0.25 pulg/min./pulg. Además, tiene de longitud libre, hasta un alargamiento de 30 a 40% y límite de endurancia de 800 Lb/pulg² (50 millones de ciclos a 700 por minuto)” (Metales, 2019).

Figura 2

Lingote de plomo forma tradicional



Nota: AMAT-METALPLAST S.A. <http://www.pbamat.com/lingotes-de-plomo.html#!prettyPhoto>

2.2.3. Descripción del producto

“El plomo es el material más pesado comúnmente disponible. Su densidad de 11,3 g/cm^3 lo convierte en el material ideal para su aplicación como lastre o contrapeso en las más variadas aplicaciones. Disponemos de piezas estándar (ver Figura 2) para una entrega inmediata o bien diseñamos una pieza a medida para ajustarnos a necesidades específicas del cliente. Entre las diferentes piezas estándar, el lingote es el producto más habitual, siempre disponible al precio más ajustado” (METALPLAST, s.f.). Entre sus usos en la industria para:

- Fabricar baterías para autos, material de construcción, soldadura, municiones y pigmentos sintéticos.
- Por su resistencia a la corrosión, se utiliza en la fabricación y manejo de compuestos como el ácido sulfúrico y el ácido nítrico.
- Se emplea en la producción de forros protectores para cables eléctricos.
- Por su alta densidad, protege de ciertos tipos de radiación.
- Se emplea en la medicina, al usar rayos X, y en instalaciones nucleares. (SNMPE, s.f.)

“El plomo antimonial se usa para la fabricación de baterías de acumuladores, para la construcción de piezas metálicas para canales y barreras de la humedad, así como también para el acabado de superficies y de balística. Se utiliza principalmente en lugares en que se necesita mayor resistencia mecánica. En las placas de acumuladores, se emplea una aleación de plomo que contiene alrededor del 1 % de antimonio que sirve como envolvente protectora de cables telefónicos y de transmisión de energía eléctrica. Esta aleación, cuando se extruye como forro para cable y envejece durante un mes a la temperatura ambiente, tiene resistencia a la tracción de 2,750 a 3,050 $Ib./pulg^2$, con una velocidad de prueba de alargamiento de

0.25 pulg/min. Tiene de longitud libre, hasta un alargamiento de 30 a 40% y límite de endurencia de 800 Ib./pulg² (50 millones de ciclos a 700 por minuto). Sus propiedades fundamentales son la resistencia y la absorción de radiación. La siguiente tabla muestra la características de análisis típico de plomo antimonial” (MINERIAMIT, 2022).

“Las aleaciones de plomo-antimonio tienen una alta resistencia a la corrosión en la mayoría. Conforman una película impermeable y protectora incluso más rápidamente que el plomo puro en algunos casos incluso más rápidamente que el plomo químico. Se ha comprobado que excepto en presencia de compuestos de flúor, el plomo antimonio al 6% es más resistente a la corrosión que el plomo blando. 6% de antimonio, 92% de plomo, es, por lejos, lo más popular entre los tiradores de tiro al blanco. Buena moldeabilidad. Quebradizo en cierta medida, costo moderado” (BELMONT, s.f.).

Tabla 2

Composición química del plomo antimonial para baterías

Componentes	Contenido %
Pb	97.847
Sb	1.269
Cu	0.059
As	0.0471
Zn	0.0001325
Fe	0.000695

Nota: Publicación del Blog de MINERIA-MIT (MINERIAMIT, 2022)

2.2.4. Usuarios

En este caso el plomo que se recicle mediante la fundición será para la fabricación de baterías para autos ver tabla 2), siendo esta la que se lleve el 100 % de la producción del plomo reciclado (Blancas P. Edward, 2018).

2.3. Estudio del área de mercado

Nuestro mercado se caracteriza por la industria a la que pertenecemos, es decir, la producción y comercialización de plomo, que en nuestro caso particular se logra a través del reciclaje de baterías de plomo/ácido usadas para vehículos de motor (Blancas P. Edward, 2018). A nivel mundial y latinoamericano el Perú se ubica entre los primeros productores de diversos metales, (oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro, estaño, molibdeno, telurio, entre otros), lo cual es reflejo no sólo de la abundancia de recursos y la capacidad de producción de la actividad minera peruana, sino de la estabilidad de las políticas económicas en nuestro país. (MINEM-PERU, 2018).

“Al revisar el mercado nacional, podemos encontrar grandes competidores, distribuidos en la zona norte y centro del país. Puntualmente, en el 2018, las principales empresas productoras de concentrados de plomo en el Perú fueron Volcán* (con el 17% del total producido), Buenaventura (9%), El Brocal (8%), Raura (cada una con 7%) y Nexa El Porvenir (6%), otras empresas mineras (53%), de un total de 289,153 TMF” (MINEM-PERU, 2018)

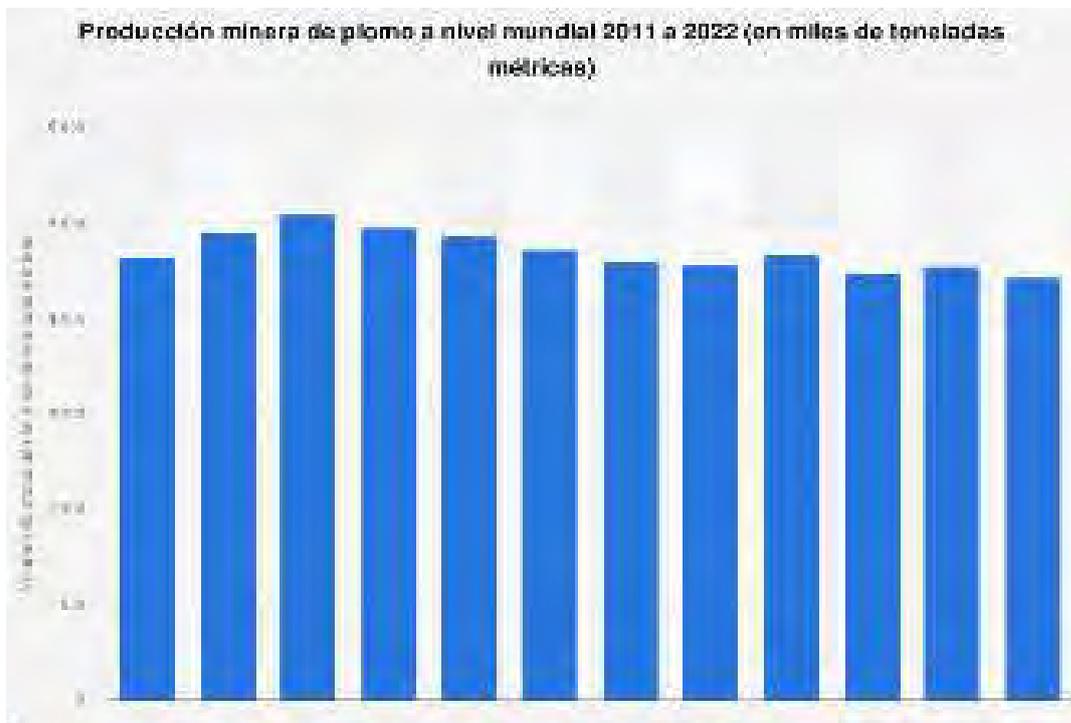
“ILZSG observa que la demanda de plomo refinado excedió a la oferta en 39,000 toneladas en la primera mitad del año. También que la producción mundial de plomo de mina se ha contraído un 4,2% debido a la menor producción en Australia, Kazajistán, EE UU y Perú. La producción de plomo aumentó en Europa, Cuba y Marruecos. Ahora bien, la producción de plomo refinado aumentó 1,2% por la mayor producción en la India y EEUU” (ILZSG, 2022)

Si bien es cierto que nuestro enfoque no está en satisfacer la demanda global (ver figura 3), si estamos enfocados en poder satisfacer parcialmente la demanda. Esta estadística siguiente (ver Figura 3) muestra la evolución anual del consumo de plomo refinado a nivel

mundial desde 2011 hasta 2022, en miles de TM. En 2020, el consumo mundial de plomo refinado fue de 13,5 millones de toneladas métricas (Blancas P. Edward, 2018).

Figura 3

Consumo de Plomo Refinado en el Mundo 2021 a 2022



Nota: Publicado por Statista Research Department, 16 jun 2022, España.

2.3.1. Área de influencia efectiva del producto

2.3.1.1. Área de influencia efectiva

El área de influencia efectiva del producto vendría a ser para nosotros las regiones de Arequipa Cusco, Puno, y Apurímac; de estos lugares se acopiará la chatarra de plomo. Después de la fundición de los reciclados los lingotes de plomo se destinarán a Lima.

2.3.1.2. Área de influencia secundaria

El área de influencia secundaria vendría ser Brasil, ya que en el último año ha demandado 222.32 miles de toneladas métricas de plomo.

2.3.2. Mercado de reciclaje de plomo

El reciclaje del plomo en el Perú y el mundo en general resulta acorde y complementario a las tendencias actuales como las de producción limpia y responsabilidad segura, a través de las cuales se evidencia que una adecuada gestión ambiental puede representar un gran ahorro económica para el sector automotriz en general, ya que recuperando y reciclando el plomo reducimos los costos de producción, materias primas además de los costos de tratamiento de la contaminación (Blancas P. Edward, 2018).

En nuestro país la adquisición del plomo es un monopolio ya que son pocas las empresas que se dedican a la recuperación y reciclado de metales contenidos en los residuos, el alto valor de las baterías fuera de uso se debe a que hoy en día todos los metales de América Latina, como el hierro, el cobre, el plomo los está importando Asia, en especial la India y la China ya que son las nuevas potencias mundiales, es por eso que necesitan de estos metales para realizar megas estructuras, juguetes, cosméticos, pinturas (Blancas P. Edward, 2018).

2.3.3. Definición del origen de la materia prima

“El plomo es considerado como el cuarto metal no férreo más utilizado; se obtiene a partir del mineral galena y dentro de sus principales usos se encuentra la fabricación de baterías para automoción. El principal uso del plomo es la fabricación de baterías para la automoción, cuyo uso con el tiempo se ha visto incrementando, pasando de un 22% en 1970 a un 80% en la actualidad” (Ballesteros, 2021).

Respecto a la recuperación, puede reciclarse a partir del plomo que se extrae de baterías desechadas, de chatarras, residuos y otros productos que contengan este metal. El

plomo es muy fácil de reciclar, de modo que puede ser reutilizado indefinidamente y sometido en cada reciclado a procesos de fusión y afinado, cuyo producto final (plomo secundario) es igual al primero que se obtiene de minerales. (INAGEN, 2023)

“En la actualidad, los residuos de tuberías de plomo, planchas y otros usos clásicos del plomo escasean, debido a que su uso ha ido disminuyendo por su posible toxicidad. En cambio, las baterías son la principal fuente de estos residuos y entorno al 75% del plomo se destina a la fabricación de las mismas”. (INAGEN, 2023)

El plomo es uno de los metales más antiguos que se conocen. Es muy resistente a los productos químicos y se deforma con mucha facilidad debido a su alta maleabilidad y ductilidad.

“El único mineral de plomo que se explota industrialmente es la galena (PbS). El plomo puede mejorar la calidad comercialmente al 99.9%. La metalurgia del plomo puede resumirse en las siguientes etapas: concentración, tostación (sinterizado), fusión (Reducción) y afino. El Perú es un neto exportador de concentrados de plomo. Los países industrializados, que no cuentan con producción de concentrados, lo importan para abastecer sus industrias; pero actualmente la tendencia es reemplazarlos, en un porcentaje cada vez más alto, con materiales reciclados!”. (Ortiz de Málaga, 2019)

Es entonces de suma importancia, que en nuestro país, se empiece a dar mayor valor agregado a estas exportaciones, ampliando así nuestras posibilidades en el mercado internacional con productos semiterminados o terminados (Blancas P. Edward, 2018).

2.4. Análisis de la demanda

“La demanda de plomo prosperó la oferta en 165.000t en 2017, mientras que la producción fue 16.000 veces mayor que el año anterior, dijo ILZSG en un comunicado por

separado. El consumo se incrementó de 11,2 Mt a 11,5 Mt, lo que refleja en gran medida el alza de 3,1% en China. La producción de plomo refinado creció 0,7%, liderada por Europa, Canadá, China, India y Kazajistán, hecho parcialmente contrarrestado por caídas en EE.UU., Australia y Corea del Sur. El volumen minero retrocedió de 4,79Mt a 4,75Mt. Perú fue el quinto mayor productor de plomo con 307.000t, mientras que México fue el sexto con 240.000t. China, el principal productor, experimentó una contracción de 2,34Mt a 2,32Mt” (Bnamericas, 2018).

Por su parte, dado que el principal uso del plomo es en baterías de automóviles e industriales y con la creciente industria de vehículos eléctricos que, con excepción de los vehículos 100% eléctricos, la mayoría llevan baterías secundarias de plomo, en especial los híbridos y microhíbridos, se espera que la demanda por este metal continúe en crecimiento al menos en el corto y mediano plazo (Blancas P. Edward, 2018).

En el largo plazo, el futuro de este metal dependerá del desarrollo tecnológico que se viene realizando para la sustitución de este tipo de baterías. (ENERGIMINAS, 2018)

“Los yacimientos de plomo y zinc del Perú están distribuidos en las franjas metalogenéticas del Cretácico inferior-Paleoceno y del Mioceno, las cuales ya han tenido una producción histórica de 14 y 39 millones de toneladas (Mt) de plomo y zinc, respectivamente. En el 2013, la producción de plomo fue de 266 mil toneladas, siendo Animón el mayor productor, con el 11% de la producción nacional. La producción de zinc fue 1.4 Mt, donde el mayor productor fue Antamina con cerca de 316 mil toneladas. El futuro de la dotación de plomo y zinc se encuentra, gran parte, en estas franjas metalogenéticas, donde estimaciones preliminares de las reservas y recursos ascienden a 22 y 52 Mt, respectivamente. Entre 2014 y 2017, se espera que entren en producción cuatro proyectos y se amplíen tres operaciones, lo cual incrementaría la producción nacional a fines del 2017,

en más de 352 mil toneladas de plomo y aproximadamente 1.7 Mt de zinc en un escenario favorable. La producción global del zinc y plomo el año 2013 fue 13.2 y 5.4 Mt y se estimó que para el 2014 debe crecer 1% y 2.4%, respectivamente, dio a conocer el Grupo de Estudio Internacional sobre el zinc y el plomo” (Blancas P. Edward, 2018).

Los precios del plomo y zinc se han mantenido estables desde el 2008 con un promedio de 2100 y 2000 USD/t respectivamente. Se estima que no tengan altas variaciones gracias al aumento de la demanda de China y Estados Unidos, principalmente. (ACOSTA, 2015).

La demanda mundial de plomo aumentaría 4,4% este año, a 11,7 millones de toneladas (Mt). El incremento reflejará ante todo el crecimiento en China, cuyo consumo se elevaría 7,4%, informó en un comunicado el Grupo de Estudio Internacional sobre el Zinc y el Plomo, con sede en Lisboa. (Bnamericas, 2014)

El año pasado, el 45,2% del consumo total de plomo se atribuyó a China. Tras un repunte de 14,1% el 2013, el grupo anticipa una expansión de 0,6% en EE.UU. El incremento de la demanda europea se proyecta en 2,2% este año, gracias ante todo a Italia. (Bnamericas, 2014).

“La producción mundial de plomo de mina subiría 5,2% este año a 5,66Mt, ante todo por el mayor aporte de Australia y China, mientras que la de plomo refinado se incrementaría 4,3% a 11,7Mt. En Corea del Sur, la producción se empinaría 5,7%. El mercado global del plomo metálico refinado se mantendría en déficit el 2014, con una escasez pronosticada en 49.000t” (Bnamericas, 2014).

Los usos del plomo son diversos, y aunque la mayoría va destinado a baterías (2/3 de la demanda total de este metal), también se utiliza en la producción de cables, en

aleaciones (estaño, cobre, arsénico, antimonio, bismuto, cadmio y sodio), municiones, óxidos para diversos usos, y por su alta densidad para anclas, contrapesos, etc., entre otros. (EMEP/EEA, 2019)

“Se entiende por demanda la cantidad de bienes o servicios que el mercado solicita para buscar la satisfacción de una determinada necesidad. Para el caso, la totalidad de la chatarra de plomo que existen pueden fundirse y volver a procesar creando nuevos productos. Metales de plomo son reciclados fácilmente cuando no están mezclados con otras sustancias, porque pueden ser fundidos y cambiar de forma o adoptar la misma anterior” (Blancas P. Edward, 2018).

La totalidad de chatarra de plomo que existen pueden fundirse y volver a procesar creando plomo antimonial refinado. El reciclaje de baterías de plomo-ácido usadas (BPAU) podría convertirse en un ejemplo de cuidado exitoso del medio ambiente, evitando el desecho de baterías y la producción de plomo antimonial refinado para la industria de baterías. (CCA, 2016).

2.4.1. Variables que influyen en la demanda

2.4.1.1. Económicas

“Cabe destacar que el kilo de plomo en los últimos 3 años ha tenido un comportamiento bastante agresivo, esto es en el presente de 09 julio de 2022 el precio en Londres del plomo baja a 1.946 USD, (precio del kilo de plomo hoy), además la evolución internacional del plomo”. (Bnamericas, 2014) Se observa en la Tabla 3.

Es por este motivo, que creemos importante la necesidad de crear una planta de reciclaje de baterías en desuso, para poder darle un valor agregado a la chatarra de plomo y así proporcionar al consumidor final un producto de excelente calidad. (Bnamericas, 2014).

Tabla 3***Evolución del precio del plomo en los últimos tres años***

Año	Evolución precio plomo
2020	+3,60%.
2021	+ 16,10%.
2022 (09 de julio)	-16,45%.

Nota: PrecioOro.com. <https://www.preciooro.com/precio-plomo.html>

2.4.1.2.Políticas

“Un factor a tener en consideración es la inestabilidad o estabilidad que puede causar los órganos de gobierno nacional y regional, tomando decisiones erróneas, como consecuencia de políticas gubernamentales a favor de la ecología, son las Normas Ambientales; las empresas que pretendan reciclar cualquier material serán controladas por leyes, ordenanzas que protegen el medio ambiente y la sociedad en general” (Ley General del Ambiente. Ley N° 28611).

2.4.1.3.Ambientales

“Esta variable es muy importante; si no se le presta la atención que requiere, es probable que proyectos de reciclaje en general, no estén bien asignados, tal es el caso de los terrenos mal asignados, que traerá como consecuencia enfermedades de los habitantes aledaños a la planta de reciclaje, por la presencia de partículas sólidas, dióxido de azufre y partículas de plomo. Por lo que se debe elaborar un Plan de Manejo Ambiental, con el objeto de que las operaciones de la planta recicladora de plomo se desarrollaron en forma armoniosa con el medio ambiente”. (Ley General del Ambiente. Ley N° 28611).

2.4.2. Segmentación del mercado

2.4.2.1.Fábricas de baterías

Para el proceso de segmentación de mercado en el Perú se efectúa tomando en cuenta a las siguientes fábricas de baterías:

- Baterías Récord en Lima Perú
- Baterías Ritar Power en Lima Perú
- Fábrica de baterías Automotrices e Industriales Baterías Rose, en Ate y Surquillo
- Baterías Volta en Lima Perú
- Fábrica de baterías y placas Penta S.A. en Miraflores
- FabricaTop, Fabrica de batería en Lima Perú

2.4.2.2.Lugares de compra de la chatarra de plomo

“La chatarra a reciclar procede+ de Arequipa, Tacna, Apurímac y Cusco en forma de pilas y baterías, loza vidriada, grifos y tuberías, latas de conservas, balas, perdigones. El precio por kilo de plomo depende del mercado bursátil de los metales, entre otros factores. El destino final del reciclado del plomo es su fundición” (Blancas P. Edward, 2018). Los materiales en estado líquidos se transformarán en nuevos artículos. Las chatarras provendrán de los siguientes centros de acopio:

- Tacna – Tacna: Metal Mix S & B S.A.C.
- Arequipa – Arequipa: J & M Chatarra
- Arequipa – Arequipa: Gamsur S.R.L.
- Arequipa – Arequipa: G y V Beta Plásticos S.A.C.
- Arequipa – Arequipa: Servicios Umaña y Sarayasi E.I.R.L.
- Arequipa – Arequipa: Tradif S.A.C.

- Arequipa – Arequipa: S.P. Metales S.A.C.
- Arequipa – Arequipa: Narmetal S.A.C.
- Arequipa – Arequipa: Servi Mantelco S.R.C.L.
- Arequipa – Arequipa: Servicios Generales Artes Plásticas
- Arequipa – Arequipa: Grupo 3R - Recicla, Reduce y Reutiliza S.R.L.
- Abancay – Apurímac: Reciclaje de Metales y Servicios Afines Remsa Eirl
- San Sebastián – Cusco: Acopreser Región Cusco
- Santa Ana – Cusco: Recicladora Apu S.R.L.
- Quillabamba – Cusco: Distribuciones & Contratistas Vega Empresa Individual de Responsabilidad Limitada
- Cusco – Cusco: Inversiones Mako’S S.R.L.

2.4.2.3.Principales fundidoras de plomo en el Perú

Metalexacto S.R.L. (04/01/2017) no podrá continuar operando su planta de fundición de plomo en el distrito de Ventanilla (Callao) Porque sus emisiones acidas no eran debidamente tratadas. (Oefa, 2017). Actualmente se tiene pequeñas fundidoras de plomo por encargo de sus clientes, como:

- Fundicar S.A.C. - Puente Piedra, Lima.
- Bralex S.A.C. - Independencia, Lima.
- Independencia / Lima (<5 km de Comas).
- Artes Morsant - San Martín De Porres, Lima.
- Bera Del Perú S.A.C. - San Martín De Porres, Lima.
- San Martín de Porres / Lima (6 km de Comas).
- Mercurio Industria y Comercio S.A.C. - San Juan De Lurigancho, Lima.
- San Juan de Lurigancho / Lima (8 km de Comas).

- Fundición Señor De Mayo - San Juan De Lurigancho, Lima.
- Almagu - San Juan De Lurigancho, Lima.
- Fundición de Metal - Fundimetalpesac, Arequipa
- Crisoles Para Fundir Aluminio - Crisoles Para Fundir Aluminio, Arequipa
- El Crisol - Mz. Y Lt. 22 Cerro Colorado, Arequipa
- Fundición Chirinos - Apima, Arequipa
- Fundición Las Mercedes S.A.C. - María Isabel, Arequipa

2.4.3. Investigación de mercado

Los mayores productores de concentrado de plomo en orden de importancia son Estados Unidos, Australia, Canadá, Perú y México; durante los últimos 20 años ha habido pequeñas variaciones en el orden de prioridad.

Con respecto a la producción de plomo refinado encabezan la relación Estados Unidos, Alemania, Gran Bretaña, Japón, Australia, Canadá y Francia.

Aquellos países que carecen de recursos naturales propios (minerales), Como Japón, Alemania y Gran Bretaña se convierten entonces en los mayores consumidores de concentrado de plomo.

Recíprocamente, los países productores de materia prima(concentrados), como Perú y México, siendo menos industrializados, circunscriben su participación en el mercado, solo como exportadores de concentrado de plomo, Los esfuerzos de estos países por incrementar su participación en el mercado con productos con mayor valor agregado no han dado buenos resultados, ni en primera instancia en lo concerniente a la etapa de refinación; esto puede sustentar, estableciendo una relación con el monto de la inversión nacional y extranjera, en el rubro de la refinación de plomo (Blancas P. Edward, 2018)

En lo concerniente a la fundición y refinación de plomo a nivel mundial, ninguna planta individual ocupa una posición dominante; la relativa mayor concentración está en Norte de América, a parte de una posición especial que ocupa Australia.

Norte América se caracteriza por una relación bien balanceada entre su producción minera y su consumo; Estados Unidos es el mayor productor y el mayor consumidor de plomo, pero a pesar de ello se mantiene como un neto importador de concentrados; en cambio Canadá se muestra como un exportador tradicional.

Los países industrializados que tienen deficiencias de materias primas, tienen una situación totalmente prevista. Tienen una alta importación de concentrados, una gran producción de plomo refinado, pero también tiene un alto consumo de mismo, Llegándose al caso de Alemania, donde la producción de plomo refinado excede el consumo. Una consideración especial debe hacerse en estos países, y es en lo referente al reciclaje de chatarra de plomo, que presenta entre el 30% y 50% de plomo en el mercado. Este material se usa junto con la materia prima esencial (concentrado), como materia prima secundaria en la producción de plomo refinado. Todo ello ocasiona que la demanda de concentrados en estos países disminuya cada vez más; lo cual es totalmente inconveniente para países como el nuestro, esencialmente exportadores de concentrado (Blancas P. Edward, 2018).

El desarrollo del consumo de plomo está íntimamente ligado con la industria automotriz y directamente con el uso de baterías de plomo (ver figura 4). El crecimiento de la demanda del plomo, por lo tanto, dependerá en gran medida del crecimiento de esta industria, Además de las grandes posibilidades de aplicación que tienen actualmente los productos semi-terminados y los compuestos de plomo.

Con el análisis de estos factores operativo, podemos llegar a la conclusión de que la tendencia del consumo de plomo, concentrado o refinado, no excederá un rango mayor de

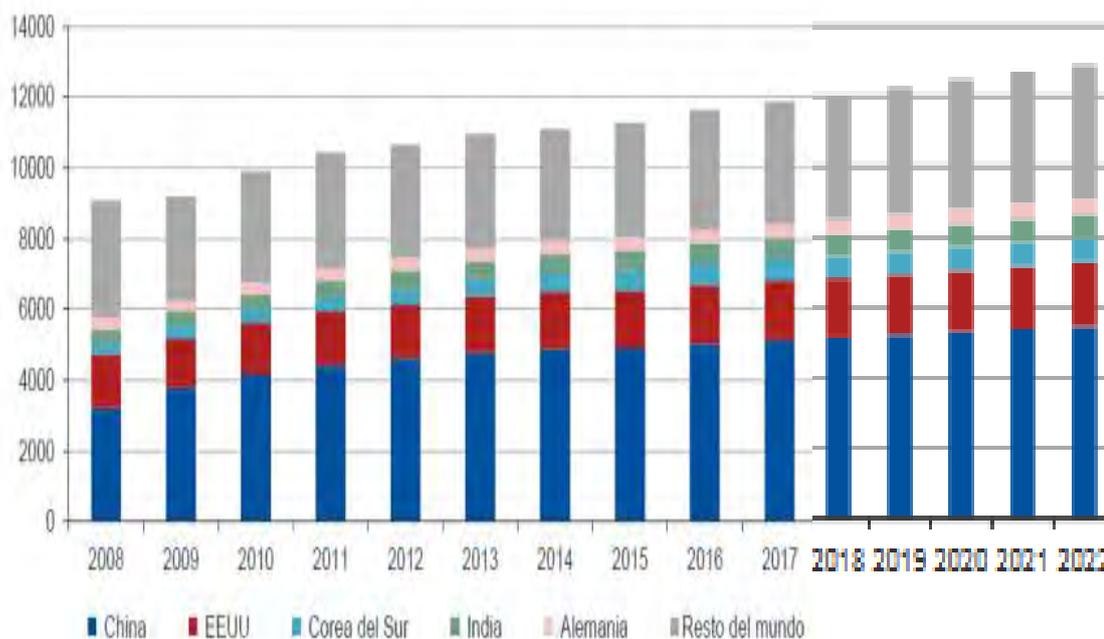
2% a 3% al año (margen de crecimiento de la industria automotriz). Y como en los países desarrollados ya se tiende a tener una sobreproducción de plomo refinado y a utilizar cada vez en mayor proporción la chatarra de plomo; los países subdesarrollados y productores solo de materia prima (concentrados), deben empezar a desarrollar su propia tecnología para darle mayor valor agregado a sus exportaciones, fabricando aleaciones, productos semi-terminados, productos terminados y compuestos de plomo que tiene mayor aceptación en el mercado internacional, donde se podrá alcanzar un buen sitio solo en función a una gran calidad en los productos de exportación.

Solo así, el plomo será para el Perú un material con futuro.

2.4.4. Comportamiento histórico de la demanda

Figura 4

Demanda internacional de diferentes países



Nota: Commodity Market Analysis (CMA). PLOMO: Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2027. Santiago, Chile (2018)

2.4.4.1.Demanda internacional histórica del plomo

La demanda internacional del plomo se puede observar de forma bien detallada en la Tabla 4, y en la Tabla 5 se aprecia un resumen general de dicha demanda, la Figura 5 es la representación gráfica de los datos que se detallan en la Tabla 5, y partir de ella es posible obtener las proyecciones de la demanda las mismas que se encuentran en la Tabla 6, mediante la técnica de los mínimos cuadrados.

Tabla 4

Demanda internacional (TM)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
China	4,776	4,870	4,900	5,035	5,130	5,140	5,225	5,310	5,390	5,465
EEUU	1,590	1,620	1,630	1,650	1,670	1,700	1,725	1,755	1,785	1,820
Corea del Sur	487	545	575	605	628	610	630	650	670	690
India	510	521	543	575	592	640	655	670	680	685
Alemania	380	383	387	395	405	413	421	428	434	438
Resto del mundo	3,228	3,164	3,246	3,370	3,442	3,521	3,602	3,679	3,751	3,815
Total mundial	10,971	11,103	11,281	11,630	11,867	10,024	12,258	12,492	12,710	12,913
% cambio anual	3.0%	1.2%	1.6%	3.1%	2.0%	3.0%	1.9%	1.9%	1.7%	1.6%

Nota: Commodity Market Analysis. PLOMO: Caracterización y análisis de mercado

internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2027.

Santiago, Chile (2018).

Tabla 5

Demanda internacional del plomo

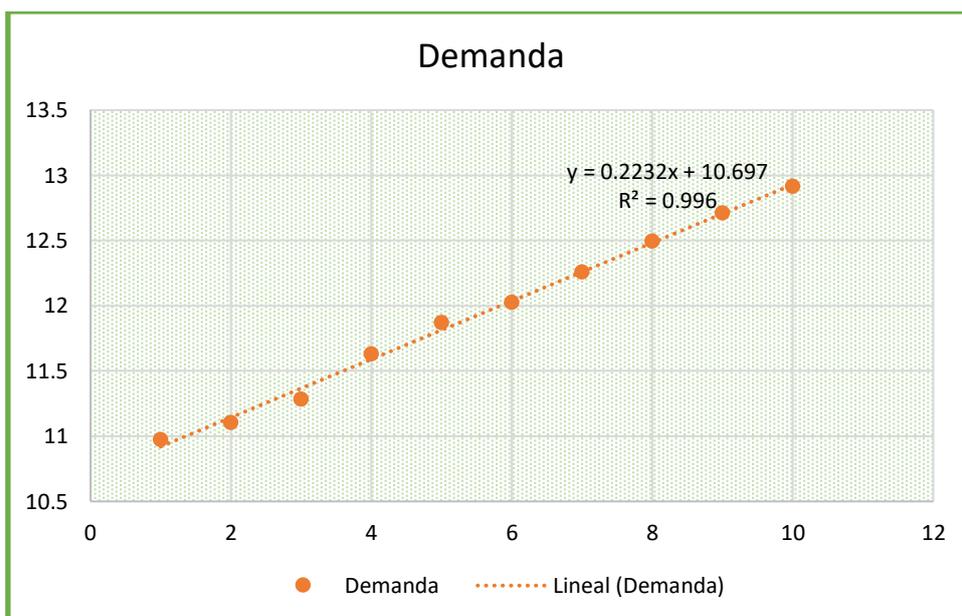
Año	Demanda TM
2013	10,971
2014	11,103
2015	11,281
2016	11,630
2017	11,867
2018	12,024
2019	12,258
2020	12,492
2021	12,710
2022	12,913

Nota: Commodity Market Analysis. Pb: Caracterización y análisis de mercado

internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2027.

Chile 2018

Figura 5

Proyección de la demanda

Nota. Elaboración propia

Tabla 6**Proyección de la Demanda internacional del plomo, según CMA**

Año	Periodo	Demanda TM
2023	1	13.056
2024	2	13.227
2025	3	13.384
2026	4	13.488
2027	5	13.577
2028	6	13.641
2029	7	13.699

Nota: Commodity Market Analysis. PLOMO: Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2027. Santiago, Chile (2018)

Con las Ecuaciones (2.1) y (2.2) obtenemos las constantes a y b

$$b = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2.1)$$

$$b = \frac{10(674.281) - (55)(119.249)}{10(385) - (55)^2} \quad \mathbf{b = 0.2232}$$

$$A = y - bx \quad A = 119.249 - 0.2232(55) = 10.697 \quad (2.2)$$

$$\mathbf{B = 0.2232} \quad \mathbf{A = 10.697}$$

Cálculo de r^2 para hallar este valor utilizamos la siguiente expresión:

$$R^2 = \frac{[n\sum xy - (\sum x)(\sum y)]}{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]} \quad (2.3)$$

Remplazando:

$$R^2 = \frac{[10(674.281) - (55)(119.249)]}{[10(385) - (55)^2][10(1426.15787) - (119.249)^2]}$$

$$R^2 = 0.996$$

Finalmente reemplazando en la ecuación (2.3) obtenemos la proyección de demanda hasta el año 2027.

$$Y = a + bx ; Y = 10.697 + 0.2232x$$

La Tabla 7, muestra la tendencia de la demanda con una pendiente positiva hace que la inversión sea rentable, obtenida con la ecuación de regresión lineal.

Tabla 7

Proyección de la demanda hasta el año 2029

Año	Periodos	Demanda potencial TM
2023	1	13.1491389
2024	2	13.3895960
2025	3	13.6344503
2026	4	13.8837823
2027	5	14.1376738
2028	6	14.3962081
2029	7	14.6594703

Nota: Elaboración propia.

2.5. Análisis de la oferta

“Se ha estimado que la producción histórica del plomo entre 1903 y 2013 ha sido de 14 Mt, proveniente principalmente del centro del Perú y ha sido obtenida de registros oficiales del Ministerio de Energía y Minas. En el 2013, la producción de plomo fue de 266 mil toneladas. El mayor productor de plomo en el Perú fue Animón, el cual ha representado el 11% de la producción nacional, seguido de San Cristóbal, Yauricocha, Cerro Lindo, Milpo, Raura, Colquijirca, Atacocha y Cerro de Pasco, que en forma conjunta producen el 52% de plomo en el Perú. La producción de zinc fue 1.4 Mt, donde el mayor productor fue

Antamina con cerca de 316 mil toneladas que ha representado el 23% de la producción nacional. Las operaciones que le siguieron fueron: Cerro Lindo, Animón, San Cristóbal, Iscaycruz y Milpo, que juntos representan el 60% de la producción nacional” (Blancas P. Edward, 2018).

“Si entran en producción al menos cuatro proyectos mineros y se amplían tres operaciones hasta el 2017, entonces el Perú estaría produciendo más de 352 mil toneladas de plomo y aproximadamente 1.7 Mt de zinc en un panorama optimista. En el 2013, la producción nacional de plomo y zinc representó el 5% y 11% de la producción global, respectivamente. En estos últimos seis años, los precios promedios del plomo y el zinc han presentado menos variaciones que los precios del cobre. Mientras que los precios del cobre llegaron a variar hasta 1,900 USD/t, los precios del plomo y el zinc apenas alcanzaron 500 USD/t” (Blancas P. Edward, 2018).

El Perú es reconocido como uno de los mejores destinos para las inversiones en exploración minera, debido a su enorme potencial minero que cuenta con las mayores reservas mundiales de metales preciosos como el oro y la plata; y metales básicos de la industria moderna como el cobre, plomo y zinc. (IIMP, 2021)

Por otro lado, la producción metálica evidenció resultados mixtos en el acumulado del año, logrando incrementos en la obtención de concentrados de cobre (2.8%), hierro (1.2%), estaño (4.8%) y molibdeno (3.0%); pero menores volúmenes en oro (-1.6%), zinc (-14.8%), plata (-6.1%) y plomo (-3.9%) (IIMP, 2021).

En abril de 2022, la producción minera metálica de hierro (+7.6%), estaño (+1.5%) y molibdeno (+6.0%) registraron aumentos en los niveles de producción en comparación a idéntico mes de 2021. Sin embargo, la producción nacional de cobre (-1.7%), oro (-0.1%),

zinc (-23.6%), plata (-4.4%) y plomo (-4.0%) reflejaron disminuciones en el mismo periodo (IIMP, 2021).

“En lo concerniente a la producción de plomo, en abril de 2022, se registró un total de 20 948 TMF, lo cual generó una contracción interanual de 4.0%. De igual manera, reflejó una disminución de 3.9% al cuarto mes del presente año (82 616 TMF), respecto a similar periodo de 2021 (86 005 TMF). Este resultado se debió al menor nivel de producción de empresas como Compañía Minera Chungar S.A.C. (-4.9%), Sociedad Minera El Brocal S.A.A. (-8.3%) y Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (-15.5%)” (Euronews, 2021).

Se pronostica que el suministro de plomo tendrá un superávit de 27.000 toneladas y 24.000 toneladas, respectivamente, en 2021 y 2022, mientras que el zinc verá un excedente de 217.000 toneladas y de 44.000 toneladas para este año y el próximo, dijo ILZSG (Euronews, 2021).

Se espera que la producción mundial de plomo aumente un 2,8%, a 4,81 millones de toneladas, en 2022, mientras que la demanda global del metal básico subirá un 1,7% a 12,61 millones de toneladas, en 2022, según ILZSG (Euronews, 2021).

De acuerdo al análisis realizado, se observa que, en la actualidad en la región del Cusco, no existe una planta industrial de fundición de plomo reciclado, solo son fabricadas de forma artesanal y bajo pedido, para lo cual se considera un nivel de oferta nula.

2.5.1. Factores que afectan la oferta

Son varios los factores que influyen sobre la oferta entre los principales tenemos el desarrollo de la tecnología, valor de insumos y valor de bienes relacionados o sustitutos.

2.5.2. *Análisis de la oferta del producto*

Para lograr alcanzar exitosamente a ofertar los productos del proyecto, es importante analizar las siguientes 2 variables:

- Precios de materia prima y desarrollo tecnológico

2.5.3. *Comportamiento histórico de la oferta internacional*

La siguiente Tabla muestra el comportamiento de la oferta del plomo a nivel mundial en toneladas métricas.

Tabla 8

Comportamiento de la oferta

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
China	4,800	4,940	4,940	4,990	5,010	5,010	5,150	5,290	5,370	5,450
EEUU	1,231	1,107	1,135	1,148	1,146	1,178	1,188	1,193	1,198	1,203
Corea del Sur	473	544	593	748	747	773	819	854	855	860
India	466	479	501	518	560	588	603	628	648	658
Alemania	441	448	449	439	450	445	458	461	464	468
Resto del mundo	3,709	3,729	3,738	3,784	3,881	3,855	3,975	4,042	4,153	4,213
Total mundial	11,120	11,247	11,356	11,627	11,794	11,849	12,193	12,468	12,688	12,852
% cambio anual	2.5%	1.1%	1.0%	2.4%	1.4%	2.5%	2.9%	2.3%	1.8%	1.3%

Nota: Commodity Market Analysis. PLOMO: Caracterización y análisis de mercado

internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2027.

Santiago, Chile (2018)

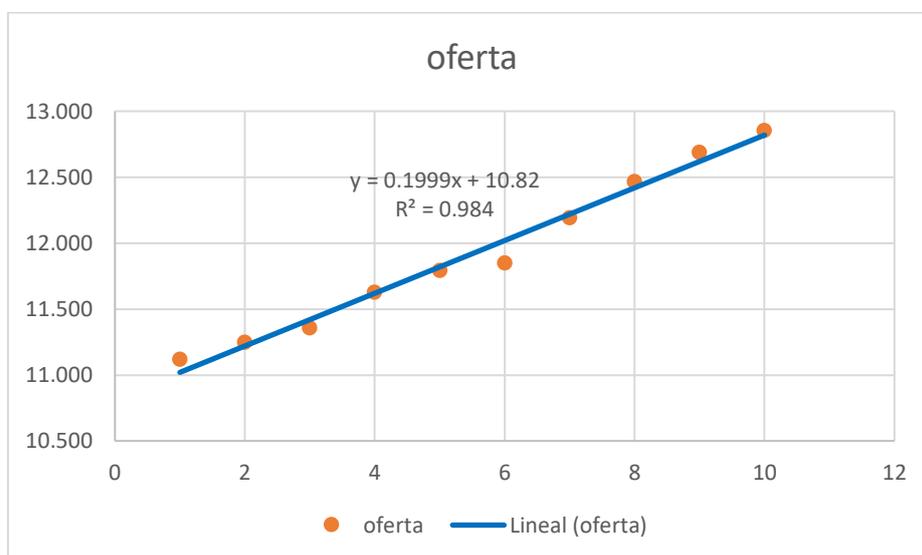
Tabla 9***Oferta internacional del plomo***

Año	Oferta (TM)
2013	11,120
2014	11,247
2015	11,356
2016	11,627
2017	11,794
2018	11,849
2019	12,193
2020	12,468
2021	12,688
2022	12,852

Nota: Commodity Market Analysis. PLOMO: Caracterización y análisis de mercado

internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2027.

Santiago, Chile (2018)

Figura 6***Proyección de la oferta***

Nota: Elaboración propia

2.5.4. Proyección de la oferta

Con valores de la Tabla 9, se grafica y se observa en la Figura 6 y se realiza el análisis de regresión para proyectar la oferta hasta el año 2029, de esta forma se obtiene el grafico y

la Tabla 10 con la oferta planeada para el tiempo de vida del proyecto (Blancas P. Edward, 2018).

Tabla 10

Proyección de la oferta

Año	Periodo	Oferta TM
2023	1	13.06071586
2024	2	13.27282125
2025	3	13.48837122
2026	4	13.70742171
2027	5	13.93002957
2028	6	14.15625258
2029	7	14.38614943

Nota: Elaboración propia.

2.6. Determinación de la demanda insatisfecha

“La demanda insatisfecha se determina restando el valor de la demanda potencial menos la oferta existente” (Blancas P. Edward, 2018) y se observa en la Tabla 11, que la demanda insatisfecha es positiva a partir del año 2026, quedando asegurada la demanda del plomo reciclado a partir de las baterías de carros dadas de baja.

Tabla 11

Proyección de la demanda insatisfecha (TM)

Año	Periodo	Demanda	Oferta	Demanda insatisfecha
2023	1	13.1491389	13.06071586	-0.558282811
2024	2	13.3895960	13.27282125	-0.317825711
2025	3	13.6344503	13.48837122	-0.072971411
2026	4	13.8837823	13.70742171	0.176360589
2027	5	14.1376738	13.93002957	0.430252089
2028	6	14.3962081	14.15625258	0.688786389
2029	7	14.6594703	14.38614943	0.952048589

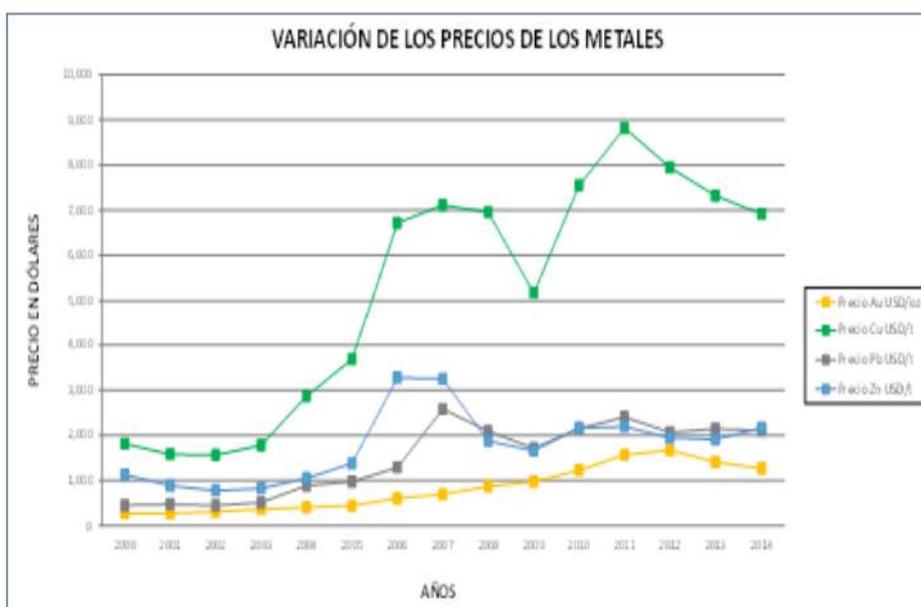
Nota: Elaboración propia

2.7. Precio

“Desde la última caída del promedio de los precios del plomo y zinc en el año 2008, desde 2,600 y 3,200 USD/t hasta 2,100 y 1,900 USD/t, respectivamente, estos se han mantenido más o menos estables hasta el 2014. En los últimos siete años la máxima variación del precio del zinc fue de 500 USD/t y la mínima de 3 USD/t, mientras que para el plomo la variación fue entre 393 y 31 USD/t. De esta manera, los precios han mantenido en un promedio de 2,100 USD/t y 2,000 USD/t para el plomo y zinc, respectivamente (Figura 7). El precio promedio del cobre tuvo su última caída el año 2011 desde 8,800 USD/t hasta 6,900 USD/t. Ya en el año 2009 había caído hasta 5,200 USD/t. Estos datos nos muestran que el cobre ha presentado una mayor variación de precios que el plomo y el zinc desde el año 2009, registrando variaciones entre 1,900 USD/t y 400 USD/t (Figura 7). En el caso del oro, su precio promedio ha estado en alza desde el año 2002 hasta el 2012, desde 310 USD/oz hasta cerca de 1,700 USD/oz. El 2013 el precio cayó hasta 1,400 USD/oz y el año 2014 llegó cerca de 1300 USD/ oz” (ver Figura 7) (ACOSTA, 2015)

Figura 7

Variación de los precios de los metales 2010 al 2014



Nota: (Ministerio de Energía y Minas)

2.7.1. Precio histórico del plomo.

“El precio histórico del plomo alcanzó niveles récord a mediados de 2007. Esto se debe a una serie de retrasos en la oferta de plomo primario, una baja en el stock y un aumento en las compras de plomo con fines de inversión” (ACOSTA, 2015).

Tabla 12

Precio del plomo

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Precio del plomo										
Precio (LME Cash)(US\$/t)	2,141	2,096	1,784	1,872	2,317	2,315	2,180	2,110	1,910	1,995

Nota: Commodity Market Analysis. PLOMO: Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2027. Santiago, Chile (2018)

2.7.2. Precios de la chatarra de plomo

Los precios de la materia prima varían a causa de la demanda, en la Tabla 13 se muestra los precios unitarios de la materia prima. Y las proyecciones en la Tabla 14 y en la Figura 8, se observa una tenue caída en el precio del plomo.

Tabla 13***Precio del plomo***

AÑO	US\$/t miles de dólares
2013	2,141
2014	2,096
2015	1,784
2016	1,872
2017	2,317
2018	2,315
2019	2,180
2020	2,110
2021	1,910
2022	1,995

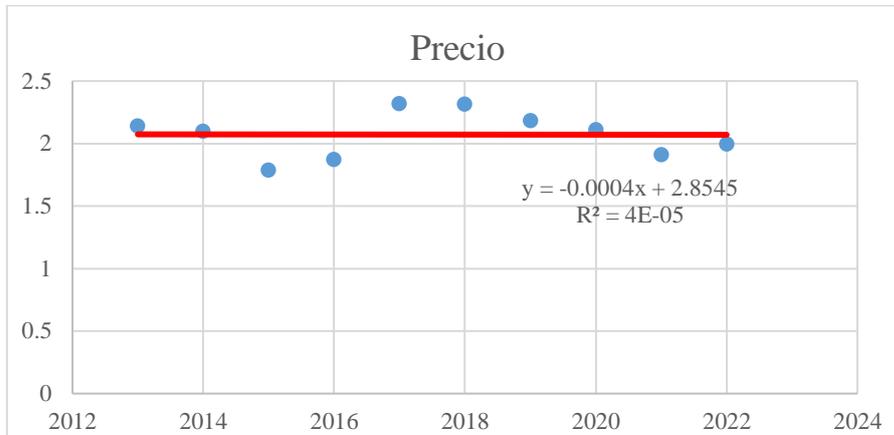
Nota: Elaboración propia

2.7.3. Determinación de proyección de precio

Tabla 14***Proyección del precio del plomo***

Año	Periodo	Precio US\$/t
2023	1	1,989590253
2024	2	1,984195176
2025	3	1,978814728
2026	4	1,973448871
2027	5	1,968097563
2028	6	1,962760767
2029	7	1,957438442

Nota: Elaboración propia

Figura 8***Proyección del precio***

Nota: Elaboración propia

La figura anterior nos indica el precio del plomo será 2,100 miles de dólares

2.8. Canales de distribución y comercialización

“Los canales de distribución y comercialización cumplen con la función de facilitar la distribución” (Blancas P. Edward, 2018) y entrega de productos al consumidor final. Los canales de comercialización pueden ser directos o indirectos.

2.8.1. Canales directos

En la industria de la producción y comercialización del plomo, es obtenido por el medio de reciclaje de baterías de plomo, ácido en desuso de vehículos motorizados, etc. (Blancas P. Edward, 2018).

Principales actores de la industria

Autoridades: Ministerio de Medio Ambiente, dicta la legislación y otorga los permisos de funcionamiento, además es un ente importante en las alianzas que se pueda realizar para la recolección de materia prima (Blancas P. Edward, 2018).

- Competidores: Recimat (Calama), único competidor en Chile, el cual está orientada a la obtención de baterías.
- Clientes: exportación directa a Sudamérica (Brasil)

2.8.2. Canales indirectos

“La exportación es la forma de distribución hacia los clientes, en donde se ve los siguientes puntos:

- Venta
- Transporte
- Financiamiento Pre y Post Embarque

Estos factores son encargados a estimar el valor de venta final del producto con la modalidad de exportación CIF, entregando el producto íntegro en el lugar acordado en la negociación” (Blancas P. Edward, 2018).

- Clientes: RECYLMET trabaja con un intermediario en las exportaciones, estipulando frecuencia y volúmenes de entrega.
- Autorizaciones del MINSAL, COREMA, SEIA.

2.8.3. Mecanismos de ventas

“El equipo de ventas es principalmente por un ejecutivo comercial, el cual la organización está encargada de las ventas del producto.

- Segmentación geográfica del mercado
 - Proyección de posibles clientes potenciales
 - El precio por un kilogramo de plomo depende de varios factores: el precio en la bolsa de metales y el tipo de chatarra de plomo que se desea vender
- Negociación por valorización” (Blancas P. Edward, 2018).

CAPITULO III: TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

3.1. Tamaño de la planta

3.1.1. Generalidades

Se entiende por tamaño de la planta a la capacidad de producción que tiene la planta o la máxima cantidad que es posible producir, sin forzar la planta (Bocángel Weydert, Rosas Echevaría, & Bocángel Marin, 2021).

La magnitud del tamaño o capacidad de producción de la planta industrial está ligado a disponibilidad de materia prima. La ciudad de Cusco en la actualidad tiene 105,000 vehículos y en las trece provincias hay 48,500 vehículos, en total hacen 153,500 vehículos a nivel de la región de Cusco los cuales al año nos da 48,500 baterías aproximadamente.

Para el proyecto se ha estimado una capacidad nominal de producción de 642,00 TM/año de plomo refinado.

De esta manera la planta trabajará en un solo turno.

3.1.2. Relaciones de tamaño

3.1.2.1. Tamaño - disponibilidad de materia prima

Se considera materia prima a la cantidad de baterías usadas disponibles para el proceso, de acuerdo con el estudio de proyecciones, el tamaño de materia prima es favorable.

Se presenta la relación de tamaño disponible de materia prima en la Tabla 15.

Tabla 15***Disponibilidad de la materia prima por año solo de la ciudad del Cusco***

AÑO	PROYECCION DE MATERIA PRIMA (N° de baterías)	PRODUCCION Kg/año
2023	26292.34524	307420.803
2024	27359.2781	319895.766
2025	28426.20238	332370.729
2026	29493.13095	344845.692
2027	52965.55952	619294.881
2028	31626.9881	369795.618
2029	32693.91667	382270.582
2030	33760.84524	394745.545
2031	34827.77381	407220.508
2032	35894.70238	419695.471
2023	36961.63	432170.434

Nota: Elaboración propia, la Tabla 15 representa proyección de la cantidad de materia prima disponible para cada año.

3.1.2.2.Tamaño – mercado

El tamaño de mercado para el año 2026 es muy interesante, ya que la producción se incrementará de manera considerable. La demanda es uno de los factores más indispensables para condicionar el tamaño de un proyecto.

Tabla 16***Relación tamaño - mercado***

AÑO	MATERIA PRIMA DISPONIBLE (Baterias)	MATERIA PRIMA NECESARIO (Kg)
2023	26292.34524	642765
2024	27359.27381	643895.766
2025	28426.20238	642370.729
2026	29493.13095	644845.692

Nota: Elaboración propia.

3.1.2.3. Tamaño tecnología

“La planta procesadora de plomo en Distrito de Anta, tiene el propósito de dar y obtener productos de calidad, por ello plasmará las normas y determinaciones correspondientes, se basa a las disposiciones legales y requisitos exigidos por los consumidores. La tecnología a utilizarse es un horno basculante por proceso de fusión reductora” (Valdez A., 2014).

3.1.2.4. Tamaño de financiamiento

Está dado por el nivel de financiamiento que el proyecto pueda conseguir, La inversión y el financiamiento son elementos fundamentales para la determinación de la capacidad de producción de la planta. La vía de financiamiento sería a través de las entidades bancarias, el financiamiento bancario que será del 70% del total de la inversión y el 30% aporte propio del grupo.

3.1.3. *Tamaño óptimo de planta*

Según el detalle de las opciones de las tres provincias se determinó que en la provincia de Anta- Cusco. Se construirá la planta, cuyas capacidades de producción son:

- Plomo refinado : 642 TM/año
- Funcionamiento: 250 días/año
- Turno de trabajo: 1 turno/día

Su funcionamiento de la planta será progresiva el primer año producirá el 70% de su capacidad y paulatinamente se incrementa el 10% de su capacidad hasta alcanzar a una capacidad óptima de producción al 100%.

3.1.4. Infraestructura

Disponer una adecuada infraestructura dentro de la Región Cusco – Provincia de Anta – Distrito de Anta, que permita transmitir con todos los servicios básicos necesarios y sobre todo de calidad. Todas las áreas necesarias se determinaron dependiendo de la cantidad de materia prima disponible.

Toda la construcción será hecha en función de ladrillos, por estética se refieren al terrajarlas y pintarlas con pinturas acrílicas.

3.2. Localización del proyecto

En localización del proyecto se tomará en consideración los criterios tales como cercanía al cliente, cercanía a los proveedores, mayor demanda de materia prima, cercanía a la población y accesos a los medios de comunicación.

Es estudio de la localización es la ubicación de un determinado unidad productivos dentro de un área geográfica.

También cabe mencionar que la ciudad del Cusco es el cuarto departamento con mayor cantidad de parque automotor del país, como tal es también el principal ciudad para la compra y venta de baterías de vehículos, y la región que tiene mayor disponibilidad de materia prima, por esta razón se consideró a Cusco como la región geográfica más favorable para el análisis de macro y micro localización.

Para el estudio se abordará en dos etapas:

- Etapa Macro-localización.
- Etapa Micro-localización.

3.3. Macro-localización del proyecto

La macro-localización nos ayudara a determinar la región o zona más adecuada para ubicar el proyecto, es decir la zona más óptima para la instalación de la planta.

Para la localización del proyecto se debe tomar ciertos factores favorables tales como, disponibilidad de mano de obra directa, disponibilidad de materia prima, los servicios básicos necesarios, disponibilidad de terreno favorable, clima, etc.

3.3.1. Factores de macro-localización

Los factores principales para macro-localización son los siguientes.

- A. Cercanía de la materia prima:** La cercanía a la materia prima es un factor elemental, para llevar en adelante el proyecto, se estima lograr en lo posible el costo bajo de materia prima.
- B. Disponibilidad de mano de obra:** En cuanto a la disponibilidad de mano de obra directa es muy importante para el proyecto, el proceso seleccionado requiere de mano de obra calificada.
- C. Disponibilidad de servicios básicos:** La planta requiere los suministros importantes como agua, desagües, vías de acceso, comunicaciones, energía eléctrica, etc.
- D. Disponibilidad del terreno:** El terreno es indispensable para la ejecución de la infraestructura, de acuerdo a la necesidad de la empresa.
- E. Clima:** El clima es importante para la comodidad y rendimiento de los trabajadores.

3.3.1.1. Alternativas de macro-localización

Para el estudio de macro-localización del proyecto se considera 3 posibles alternativas, de las cuales una de ellas será favorable para la instalación de la planta.

- **Alternativa I: Departamento de Apurímac.** Se propone esta alternativa debido a su estratégica ubicación, y la cercanía empresa minera las Bambas.
- **Alternativa II: Departamento de Madre de Dios.** Se considera como una posible alternativa de localización de la planta, por ser una región minería, y por el clima el favorable.
- **Alternativa III: Departamento de Cusco.** Se considera como una alternativa favorable, debido a la mayor demanda de la materia prima, además es la cuarta ciudad que tienes mayor cantidad de parque automotriz.

3.3.2. *Método de ponderación de factores de Brown y Gibson*

Para instalar un proyecto se requiere una localización adecuada, se emplean diversos métodos para determinar el lugar geográfico óptimo. Para determinar la macro-localización del proyecto se utiliza el método de ponderación de factores de Brown y Gibson.

A continuación se detalla la escala de calificación, lo cual consiste en asignar un puntaje de manera subjetiva a cada atributo, la calificación será dada de 0 a 3 se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

Valorización de los factores determinantes para localización de un proyecto

ATRIBULO	CALIFICACIÓN
Mala	0
Regular	1
Buena	2
Muy buena	3

Nota: (Carro & Gonzales, 2018)

Con el método de ponderación se podrá definir los principales factores para determinar la localización, para asignar los valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se les atribuye, los datos se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18

Método de ponderación de factores de localización

FACTORES	PESO	OPCIÓN DE LOCALIZACIONES					
		Madre De Dios		Cusco		Apurímac	
		Calificación		Calificación		Calificación	
Cercanía a proveedores	0.3	3	0.9	5	1.5	4	1.2
Costo de mano de obra	0.1	3	0.3	4	0.4	4	0.4
Vías de acceso	0.3	2	0.6	5	1.5	4	1.2
Ambiente laboral	0.1	3	0.3	4	0.4	3	0.3
Materia prima	0.2	2	0.4	4	0.8	2	0.4
Total	1		2.5		4.6		3.5

Nota: Elaboración propia

De acuerdo al método de Brown y Gibson, la Tabla 18 se realizó, de acuerdo a los valores, se elige la opción Cusco por haber obtenido un puntaje de 4.6 puntos mayor valor de frente a las demás opciones.

- **Región Cusco**

Cusco es un departamento ubicado en el sureste del país, limitado con los departamentos de Junín, Madre de dios, Puno, Arequipa, Apurímac y Ayacucho. Con 71986 km² de superficie es el cuarto departamento más extenso, en esta región se ubicará la planta procesadora de baterías por fusión reductora, la Figura 9 muestra el mapa del Cusco.

Figura 9

Mapa del departamento de Cusco



Nota: Análisis de la región Cusco, Caracterización de prestadores 2018-2019, ODS Cusco-

Sunass Elaboración: Sunass

3.4. Micro-localización del proyecto

A partir de la evaluación de macro-localización se determina los posibles lugares de la ubicación de la planta dentro de la ciudad del Cusco y se encontraron las siguientes opciones: Anta, Espinar y Canchis (Sicuani). En esta etapa también se usará el método de ponderación de factores de Brown y Gibson a un nivel de micro-localización.

3.4.1. Factores de micro-localización

Los factores de micro-localización representan un conjunto de variables que nos ayuda a tomar las decisiones para determinar un lugar específico dentro de un contexto geográfico.

- Terreno
- Construcciones
- Mano de obra
- Servicios básicos
- Cercanía a la materia prima
- Facilidad de transporte

3.4.2. Alternativas de micro-localización

De acuerdo a una evaluación de factores de micro-localización, se considera a tres posibles lugares dentro de la región del Cusco, los cuales son las provincias de Espinar, Anta y Canchis (Sicuani).

- **Alternativa I: Provincia de Espinar.**

Disponibilidad de terreno, con los servicios básicos a 5 horas de la ciudad de Cusco.

- **Alternativa II: Provincia de Anta.**

Disponibilidad de terreno, cercanía a la mayor demanda de materia prima, servicios básicos disponibles y acceso de vehículo a 30 min de la ciudad de Cusco.

- **Alternativa III: Provincia de Canchis (Sicuani).**

Disponibilidad de terreno, servicios básicos disponibles y acceso de vehículo a 2:30 media de la ciudad del cusco.

3.4.3. Localización provincial en la Región de Cusco

Para localización provincial también se realizará con el método de Brown y Gibson. Con ello se llega a establecer la zona final del establecimiento del proyecto (ver Tabla 19).

Tabla 19

Método de ponderación de factores de localización

FACTORES	PESO	OPCIÓN DE LOCALIZACIONES					
		ESPINAR		ANTA		SICUANI	
		Calificación		calificación		calificación	
Cercanía a proveedores	0.3	3	0.9	5	1.5	4	1.2
costo de mano de obra	0.1	3	0.3	5	0.5	4	0.4
Vías de acceso	0.3	2	0.6	5	1.5	4	1.2
Ambiente laboral	0.1	3	0.3	4	0.4	3	0.3
Materia prima	0.2	2	0.4	5	1.0	2	0.4
Total	1		2.5		4.9		3.5

Nota: Elaboración propia

De acuerdo al método de Brown y Gibson, recomienda la opción de Anta, puesto que esta opción recibe mayor valor de medidas de preferencia, por consiguiente la provincia de Anta será más favorable para la instalación de la planta.

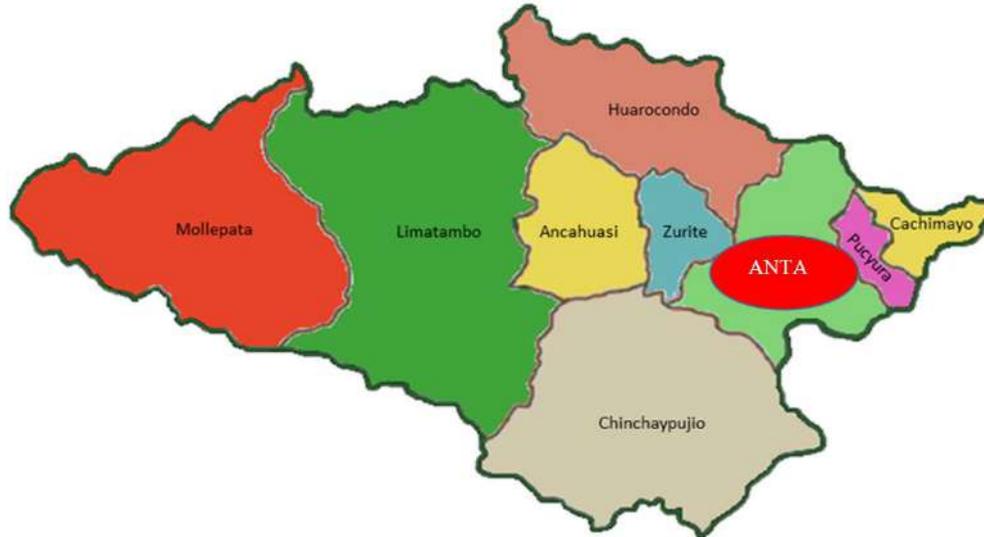
3.4.4. Micro-localización óptima

Mediante el método de Brown y Gibson para micro-localización se elige la opción Anta, por haber obtenido mayor puntaje. Por lo tanto, el proyecto quedara en la provincia de Anta, en la Figura 10 se muestra la ubicación de la provincia de Anta.

Figura 10

Mapa de la provincia de Anta - Cusco

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE ANTA



Nota: <https://espanol.mapsofworld.com/continentes/sur-america/peru/cusco.html>

CAPITULO IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO

En este capítulo se realizará la descripción del proceso abordando el análisis de la Ingeniería del proyecto, tecnología del proyecto, balance de materia, balance de energía, diseño de horno, diseño y distribución de la planta.

4.1. Proceso productivo de la planta

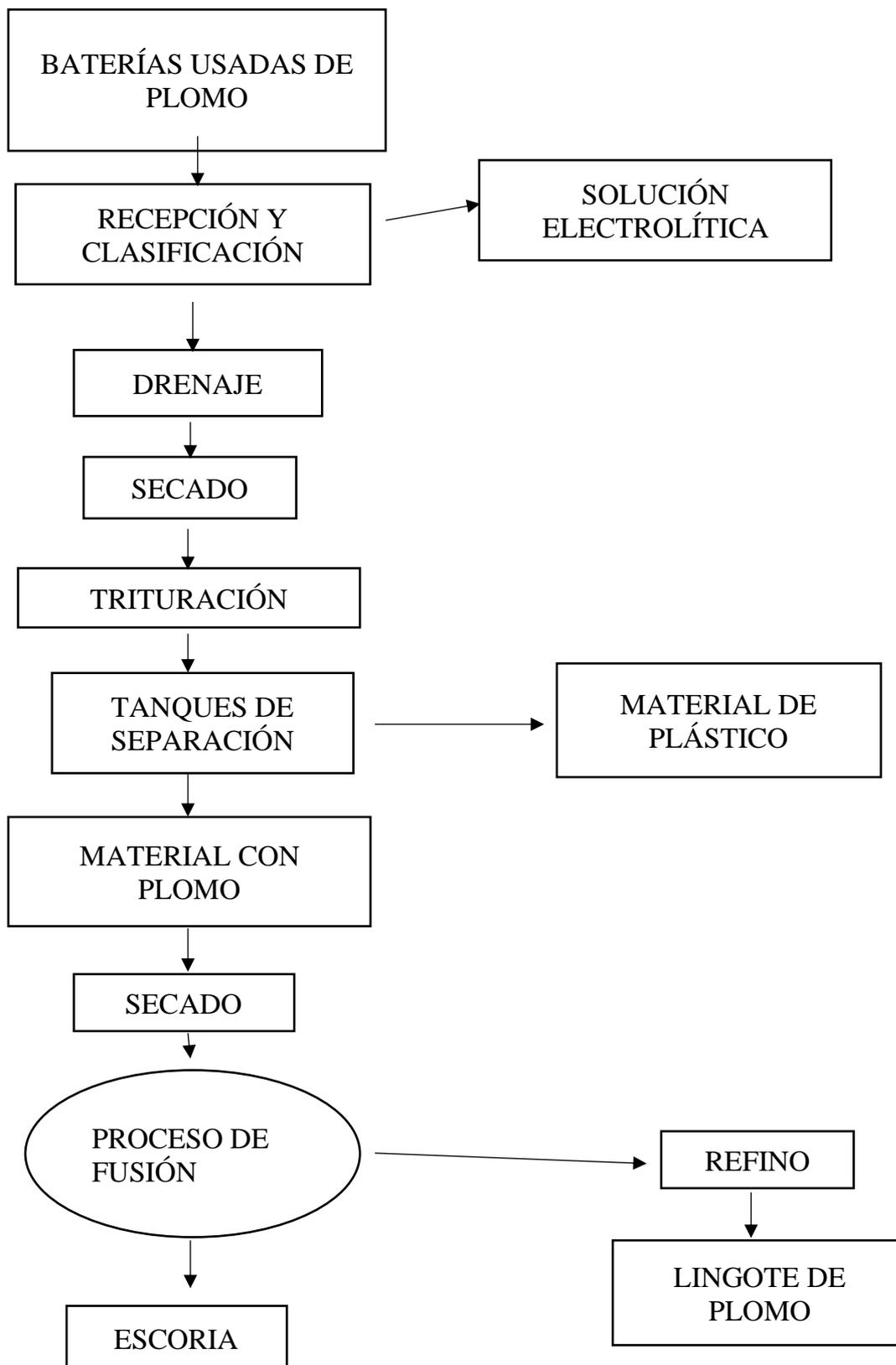
4.1.1. Proceso empleado

El proceso utilizado es la fundición secundaria de plomo (fusión reductora) que consiste en un proceso piro metalúrgico endotérmico que permitirá fundir y reducir el plomo retirado de las baterías y obtener lingotes de plomo del 99.5% de pureza.

4.1.2. Proceso de producción

4.1.2.1. Diagrama de flujo del proceso de producción

El proceso de producción parte las baterías usadas de plomo ácido, el proceso a grandes rasgos, considera la recepción, selección, clasificación, trituración, fundición y refinación, como se observa en la Figura 11.

Figura 11*Diagrama de proceso de reciclado de chatarra de plomo***Nota:** Elaboración propia

4.2. Tecnologías del proceso

4.2.1. *Materia prima*

Materia prima principal:

La principal materia prima a utilizar son las baterías usadas de plomo ácido de la industria automotriz, cuya cantidad es proporcional a la cantidad de baterías vendidas, las cuales tienen un peso unitario de 15 kg con un contenido de plomo que comprende:

- Electrodo de plomo
- Plomo poroso o esponjoso
- Óxidos de plomo: PbO_2 y PbO
- Sulfato de plomo.
- Otros.

Los materiales anteriormente indicados sirven como materia prima principal.

4.2.2. *Tecnologías empleadas*

“La tecnología a emplear es la fusión reductora en un horno de crisol basculante de 100 puntos (horno adecuado para fundición y moldeo del plomo). El horno de crisol basculante es un equipo utilizado principalmente para la fusión de metales no ferrosos. En este equipo el metal a ser fundido se encuentra en el interior de un crisol fabricado de grafito o carburo de silicio. Este crisol se acomoda en el interior de la cámara de combustión, que a su vez está formada externamente por una carcasa de chapa de acero e internamente por un revestimiento refractario” (Flores García & Orellana Núñez, 2014).

El revestimiento refractario normalmente se confecciona a partir de ladrillos especiales y posee la finalidad de resistir el elevado calor existente en el interior de la cámara

de combustión, mientras que la carcasa tiene la finalidad de sustentar todo el conjunto (Balderas Ortiz, Flores Flores, Martínez Berlanga, García Ríos, & Valdés Figueroa, 2022).

“La cámara de combustión debe ser perfectamente cilíndrico para la distribución uniforme del calor. El crisol se posiciona en el centro de la cámara de combustión y se apoya sobre un pedestal, también confeccionado a partir de material refractario. Sobre el horno existe una tapa para evitar las pérdidas de calor e impedir la salida libre de la llama. Otra característica importante es que el metal prácticamente no entra en contacto con la fuente de calentamiento (hecho por vía indirecta) y por esto, está sujeto a poca contaminación” (Balderas Ortiz, Flores Flores, Martínez Berlanga, García Ríos, & Valdés Figueroa, 2022).

4.2.3. Horno de fundición

El horno de fusión reductora será diseñado para la fusión de plomo, entre otras. El horno básicamente consiste en un tambor rotatorio con un mecanismo de basculamiento

Las condiciones operativas del proceso son:

- Temperatura: 1000°C
- Fundente: Bórax 6% en peso
- Reductores: Carbonato de sodio 3% y carbón mineral 6%
- Tiempo de residencia: 1h

A los 30 min el horno basculante se remueve hacia atrás y hacia adelante a manera de remover los materiales, luego el proceso dura otros 30 min finalizando la fundición.

El único material que debe reducirse es el dióxido de plomo (PbO_2) mientras que plomo metálico solo debe sufrir un cambio de estado de agregación, ambos procesos ocurrirán simultáneamente en el reactor horno de fusión de crisol basculante.

- Punto de fusión del Plomo: 327,4°C

- Punto de fusión del PbO_2 : 290°C
- Punto de fusión del PbO : 954°C

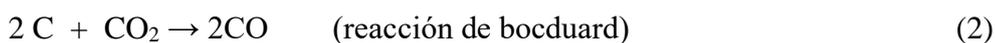
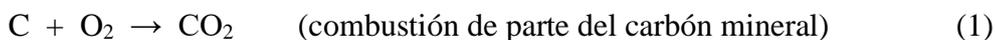
El proceso utilizará fundente Bórax, el que absorbe en su escoria formada a muchas impurezas de materiales terrosos a la vez que recubre el baño metálico formado evitando la re-oxidación.

El punto de fusión del bórax es de 741°C , por tal motivo, el proceso de fusión reductora será a una temperatura cercana a 1000°C .

El agente reductor utilizado será el carbón mineral el que se utilizará molido y mezclado con el material terroso de PbO_2 .

Reacciones químicas que ocurrirán:

Combustión del carbón mineral:



Reducción de PbO_2 a PbO :



Reducción del PbO a Pb :



Reacción neta o sumativa:





Reacción de formación de escoria:



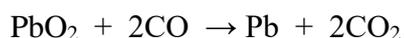
El bórax, fundente ampliamente usado para la fusión de metales preciosos, es un borato de sodio hidratado y tiene como fórmula química $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; en la fusión reductora del plomo lo utilizamos como un fundente que absorberá algunos óxidos metálicos que son impurezas y a la vez protegerá el baño fundido para evitar que se oxide el plomo metálico fundido. (Balderas Ortiz, Flores Flores, Martínez Berlanga, García Ríos, & Valdés Figueroa, 2022).

“El bórax es un fundente ácido, activo y muy fusible, se funde en su propia agua de cristalización, al calentarlo se hincha por la eliminación de agua, se funde formando un vidrio viscoso a 741°C y se vuelve un líquido muy fluido sobre los 1000°C . El bórax disuelve a la mayoría de óxidos metálicos por lo que el propósito del bórax en la mezcla fundente es ayudar en la formación de escoria. En pocas cantidades, disminuye la temperatura para la formación de escoria y genera una fusión ordenada y tranquila” (Toapanta Cartagena, 2011). La disolución de óxidos metálicos por medio de bórax se lleva a cabo en dos etapas: primero el bórax se funde a una forma vidriosa transparente, que consiste de una mezcla de meta borato de sodio y anhídrido bórico, como se observa en la siguiente reacción:



Donde M es un metal que ingresa al sistema como impureza y en el proceso se elimina en la escoria de boratos metálicos.

Reducción completa del PbO₂:



Resultados de la fusión reductora completa:

La temperatura del proceso es de 1000°C y se formarán dos productos: escoria y plomo fundido.

La escoria se cola y se separa al bascular el crisol, mientras que el plomo fundido con algo de escoria se cola sobre unas lingoteras el que se deja enfriar luego mediante golpe se separa la escoria del plomo metálico.

4.2.4. Producto obtenido

En todos los proyectos se realizan para obtener un producto, el material se recupera mediante el proceso de fusión reductora en un horno de crisol basculante, después de un proceso adecuado se logra producto en lingotes de plomo de 10.5 kg y de forma prisma triangular cuyas dimensiones se mencionan en la Tabla 20 y con 99.5 % de pureza.

Tabla 20

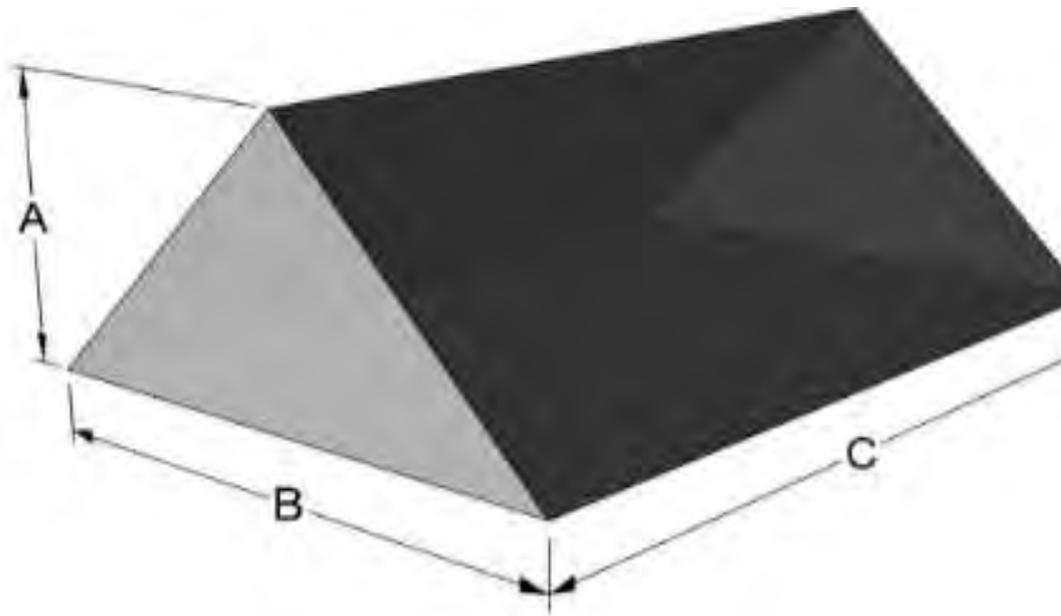
Dimensiones del plomo de forma prisma triangular

Dimensiones en mm	A	B	C
Triangular	70	140	200

Nota: Elaboración propia

Figura 12

Forma prisma triangular



Nota: Elaboración propia

4.2.5. Requerimiento de insumos

Insumos. Entre los insumos importantes tenemos:

- Bórax
- Gas natural residual o seco
- Carbón mineral
- Carbonato de sodio

4.3. Balance de materia y energía

4.3.1. Balance de materia

El balance de materia se hará para una carga anual que constituye 25,550 baterías, de las cuales se disgregan o separan todas las partes de la batería, separando la parte útil para el proceso, lo que se muestra en la Tabla 22.

Tabla 21***Material recuperado de una batería***

MATERIAL	PESO Kg
Electrodo de plomo	5,10
Plomo poroso o esponjoso	3,00
Sulfato de plomo	0,62
Dióxido de plomo (PbO ₂ y PbO)	4,61
Acero	0,60
Otros	1,07
Total	15,00

Nota: Elaboración propia.

Cabe indicar que el cuadro muestra la parte útil para el proceso, las partes separadas no útiles como la solución líquida y la carcasa (material sólido compacto que recubre a los componentes de la batería) en base a polipropileno, se desechan.

El balance de materia que parte para una carga de componentes de 5.67 baterías que es base para 100 kg de carga al horno y luego se completa para 25550 baterías que es la base de cálculo en el balance de materia que se procesará anualmente el cual constituye un peso de 436136.3926 Kg.

En la primera columna de Balance de Materia en las ENTRADAS se muestra:

- Componentes de la batería alimentadas al horno: Plomo poroso o esponjoso, Electrodo de plomo, Sulfato de plomo, Dióxido de plomo (PbO₂ y PbO), acero y otros.
- Fundentes: Bórax.
- Agente reductor: harina o carbón mineral y carbonato de sodio.

Haciendo un total de 368,543.8 kg de carga anual.

El equipo o reactor del proceso es un horno basculante que trabaja intermitentemente o mejor dicho en proceso batch de 100 puntos es decir de 100 kg de capacidad de carga que al día se realizará 12 coladas y en un año se realizarán 4380 coladas procesando un peso de 436136,3926 Kg en un año.

El proceso es de fusión reductora donde ocurrirán reacciones redox que reducirán los óxidos de plomo, cambio de estado de agregación del plomo sólido a plomo líquido (fusión), reacciones de combustión tanto del carbón mineral para generar gas CO y gas CO₂, combustión del gas natural seco, formación de escoria y generación de gases de salida.

En el cuadro de balance de materia se muestra las SALIDAS que son:

- Plomo refinado
- Escoria: B₂O₃, Na₂O, PbO, FeO y otro.
- Gases: CO, CO₂, H₂O, N₂, O₂ y SO₂.

A continuación, tenemos la Tabla 22 de Balance de Materia.

Tabla 22

Balance de Materia

ENTRADA DE 100Kg DE CAGA AL HORNO				ENTRADA DE 436136.3926 Kg DE CARGA AL HORNO				SALIDAS					
MATERIAL ENTRA	APORTE DE UNA BATERIA	CARGA AL HORNO (5.67 BATERIAS)	LEY DE PLOMO (% Pb)	CONTENIDO METALICO DE PLOMO (Kg Pb)	CARGA AL HORNO (25550 BATERIAS EN 5 MESES)	LEY DE Pb (% Pb)	CONTENIDO METALICO DE PLOMO EN Kg	MATERIAL SALE	peso	LEY (Pb)	CONTENIDO (Pb)	RECUPERACION (Pb)	
Electrodo de plomo	5.1	28.9	98	28.322	130305	98	127698.9	Pb REFINADO	298740.70	99.9	298441.9617	99.5	
Plomo poroso o esponjoso	3	17	90	15.3	76650	90	68985	ESCORIA	24585.38	6.1	1499.70835	0.5	
Sulfato de plomo	0.62	3.51	57	2.0007	15841	57	9029.37	B2O3	43018.71				
Dioxido de plomo (PbO2 y PbO)	4.61	26.13	80	20.904	117785.5	80	94228.4	Na2O	12830.24				
Acero	0.6	3.4			623.8			PbO	1615.63				
Otros	1.07	6.06			27338.5			FeO	790.00				
SUB TOTAL	15	85		66.5267	368543.8		299941.67	Otros	1.02				
FUNDENTE								GASES	792643.11				
Borax		6			27037.03704			CO2	165906.71				
AGENTE REDUCTOR								H2O	140223.18				
Harina o carbon mineral		6			27037.03704			N2	127260.52				
Carbon de sodio		3			13518.51852			O2	285522.08				
TOTAL		100			436136.3926			SO2	3345.95				
COMBUSTIBLE (GAS NATURAL SECO) 20 m3				m3 de gas seco para 25550 B				Otros	1.02				
Gas Natural seco	m3	densidad Kg/m ³	kg	45061.73									
Metano: 90.10 %	9.01	0.687	6.18987	13946.31253	9581.116711								
Etano: 9.90 %	0.99	1.282	1.26918	2859.572324	3665.971719								
100.00%	10	0.745905	7.45905	16805.88486									
AIRE		110.61			498439.22								
O2		82.37			371178.7								
N2		28.24			127260.52								

Nota: Elaboración propia

4.3.2. Balance de energía

El balance de energía se hará para una carga anual que constituye 436136,3926 Kg de material.

La temperatura de referencia para el balance de energía es 25 °C equivalente a 298,15 °K, luego se tiene las reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas en función de las tablas termodinámicas existentes, determinándose las entalpías de reacción.

En el proceso ocurren reacciones de reducción de óxidos de plomo a plomo metálico, reacciones de formación de escoria y reacciones de combustión. En el balance de energía se tiene que en el interior del horno hay una proporción de CO/CO₂ de 0.53 y a la salida de chimenea del horno tiene una relación de CO/CO₂ de 1.50 La generación de gases en las respectivas combustiones dentro del horno dan mayor proporción de CO, el que es un agente reductor que al terminar la reducción se transforma en CO₂ el que tiene mayor proporción.

Las escorias formadas son de tipo ternario de boratos dioxi ferrosos de plomo y algún óxido ácido resultado de las reacciones que ocurren a alta temperatura. La escoria está constituida por una mezcla de compuestos formados por eutécticos y peritéticos formando diagramas ternarios B₂O₃-Na₂O óxidos metálicos ácidos y al enfriarse forman compuestos: borato de plomo, borato ferroso, borato de sodio y óxido de sodio que solubilizan a distintos óxidos metálicos contenidos como impurezas. El punto de fusión medio es mayor a 600°C.

Previamente se han determinado los calores específicos de la carga, fundentes, combustibles, del aire, del plomo refinado líquido de la escoria y de los gases de salida. Se aplicó el método de media ponderada a partir de pesos y calores específicos de cada especie.

Así tenemos exotérmicos:

- Combustión de carbón mineral
- Reducción de PbO_2
- Combustión del gas natural seco
- Oxidación del hierro (del acero)
- Formación del borato del plomo en la escoria

Haciendo un total de -364 155 649,05 kcal.

En endotérmicas tenemos:

- Calentamiento de los fundentes
- Calentamiento del reductor
- Calentamiento del aire
- Gas natural seco
- Calentamiento de la carga
- Calor latente de fusión
- Calentamiento del plomo líquido
- Calor sensible de la escoria
- Calor sensible de los gases
- Pérdida de calor
- Conversión del Pb, PbSO_4 y PbO

Haciendo un total de 364 155 649.05 kcal

4.3.3. Determinación del calor específico (Cp)

El calor específico es una propiedad física intensiva que expresa la cantidad de calor que requiere una sustancia (Significados, 2013), los valores de calor específico se muestra en la Tabla 23.

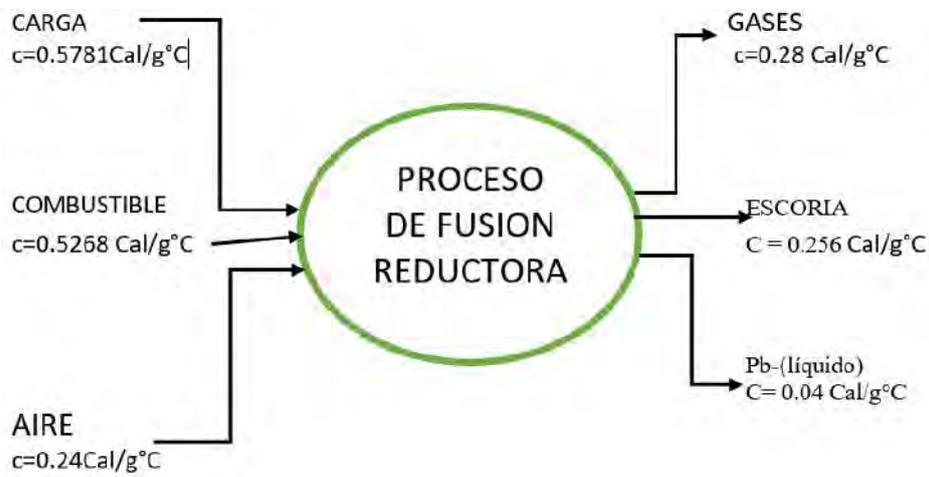
Tabla 23

Capacidades caloríficas

	PESO	Cp	PESOxCp
B ₂ O ₃	9874,716811	0,28	2764,92070700
Na ₂ O	12304,01608	0,27	3322,08434000
PbO	1615,627836	0,04	64,62511344
FeO	790	0,19	150,10000000
CO ₂	165906,7063	0,20	33181,34126000
CO	70384,666	0,25	17596,16650000
H ₂ O	140223,1846	0,48	67307,12861000
N ₂	127260,52	0,25	31815,13000000
O ₂	285522,08	0,22	62814,85760000
SO ₂	3345,95	0,63	2107,94850000
	817227,4676	0,270578647	221124,30260000
GAS NATURAL SECO	PESO	Cp	PESOxCp
• Metano	9581,116711	0,52	4982,18069
• Etano	3665,971719	0,56	2052,944163
	13247,08843	0,531069517	7035,124852
AGENTE REDUCTOR	PESO	Cp	PESOxCp
• Carbón mineral	27037,03704	0,31	8381,481481
• Carbón de sodio	13518,51852	0,88	11896,2963
	40555,55556	0,5	20277,77778
AIRE	PESO	Cp	PESOxCp
• O ₂	38443,29	0,22	8457,5238
• N ₂	127260,52	0,25	31815,13
	165703,81	0,243040	40272,6538
ESCORIA	PESO	CP	PESOxCp
• B ₂ O ₃	9874,716811	0,28	2764,920707
• Na ₂ O	12304,01608	0,27	3322,08434000
• PbO	1615,627836	0,04	64,62511344
• FeO	790,000000	0,19	150,10000000
	24584,36072	0,256330853	6301,73016100
GASES	PESO	Pc	PESOxCp
• CO ₂	574507,36	0,20	114901,472
• CO	243730,39	0,25	60932,5975
• H ₂ O	678585,06	0,48	325720,8288
• N ₂	127260,52	0,25	31815,13
• O ₂	1209312,20	0,22	266048,684
• SO ₂	3345,95	0,63	2107,9485
	2836741,48	0,282551888	801526,6608

Nota: Elaboración propia

En la siguiente Figura 13 se muestra las capacidades caloríficas del proceso de fusión reductora.

Figura 13***Capacidades caloríficas de entrada y salida del proceso de fusión reductora***

Nota: Elaboración propia

Los datos obtenidos para esta figura se obtienen en función de los datos de la Tabla 23, se resumen los cálculos realizados para el balance de energía correspondiente.

Tabla 24

Balance de Energía

ENTRADAS (Reacción exotérmica)	Kcal/mol.Kg	Kcal	SALIDAS (endotérmicos)	kcal
Combustión de carbón mineral 2.5 C + 2 O₂ → 1.5 CO₂ + CO $\Delta H_r = (1.5 \Delta H(\text{CO}_2) + \Delta H(\text{CO})) - (2.5\Delta H \text{ C} + 2\Delta H(\text{O}_2))$ $\Delta H_r = (1.5*(-94.05) + (-26.39)) - (2-5)*0 + 2*0$ $\Delta H_r = 167.459369$ Kcal	-167459.4	150920172.1	Calentamiento de los fundentes (15 a 25)= $mc(t_2-t_1) = (27037.04*0.4)*(25-15)$ Calentamiento del reductor (15 a 25) = $mc(t_2-t_1) = (40555.56*0.5)*(25-15)$ Calentamiento del aire = $mc(t_2 - t_1) = mc(t_2-t_1) = (165703.84*0-2430)*(25-15)$ De gas natural seco = $mc(t_2 - t_1) = 67223.53943*0.53(t_2-t_1)$ Calentamiento de la carga (15 a 25°C)= $mc (t_2-t_1)= 817227.47*0.28*(25-15)$	108148 202778 1211407 70351.2 2211243
REDUCCIÓN DE PbO₂ PbO₂ + 2CO → Pb + 2CO₂ $\Delta H_r = (2*\Delta H(\text{CO}_2)) - (\Delta H(\text{PbO}_2) + 2\Delta H(\text{CO}))$ $\Delta H_r = (2*(-94.05)) - ((-66.04) + 2*(-26.39))$ $\Delta H_r = -69.28$ Kcal/mol=	-69280	-86510707.5	Calor latente de fusión del plomo = $m.L = 298441.9617*5.74$ Calentamiento de Pb líquido= $mc(t_2-t_1) = 298441.96*0.04(1000-25)$	1713057 11639236.5
COMBUSTIÓN DEL GAS NATURAL SECO			Calor sensible de la escoria = $m.c (t_2-t_1) = (24585.3828*0.26)*(1000-25)$ Calor sensible de los gases = $m.c (t_2-t_1) = (2836741.48*0.28)*(1000-25)$ Perdidas de calor (conducción, convección y radiación)	6232395 2163915682 122980119
Combustión de metano 5CH₄ + 9 O₂ → 3 CO₂ + 2 CO + 10H₂O $\Delta H_r = (3 \Delta H(\text{CO}_2) + 2\Delta H(\text{CO}) + 10\Delta H(\text{H}_2\text{O})) - (5\Delta H(\text{CH}_4) + 9\Delta H(\text{O}_2))$ $\Delta H_r = (3*(-94.05) + 2(-26.39) + 10*(-57.74)) - (5*(-74.8) + 9*0)$ $\Delta H_r = -822.9684$ Kcal/mol=	-822968.5	-98561959.8	Conversión del PbSO ₄ a PbO = $m\Delta H_r = 1499.71*(266689.6127)/303=2488.08$ $\text{PbSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{PbO} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$ $\Delta H_r = (1*\Delta H(\text{PbO}) + 1*(\text{Na}_2\text{SO}_4) + 1*(\text{CO}_2)) - (1*\text{PbSO}_4 + 1*(\text{Na}_2\text{CO}_3))$ $\Delta H_r = (1*(-52.39) + 1*(-316.3) + 1*(-94.05)) - (1*(-219.50) + 1*(-270.33))$ $\Delta H_r = 26.68961274$ Kcal/molKg	1395347 36415564
Combustión del etano 7 C₂H₆ + 31/2 O₂ → 6CO₂ + 4CO + 15H₂O $\Delta H_r = (6\Delta H(\text{CO}_2) + 4\Delta H(\text{CO}) + 15\Delta H(\text{H}_2\text{O})) - (7\Delta H(\text{C}_2\text{H}_6) + 31/2\Delta H(\text{O}_2))$ $\Delta H_r = (6*(-94.05) + 4*(-26.39) + 15*(-57.74)) - (7*(-84.4) + 31/2*0)$ $\Delta H_r = -1394.7896$ Kcal/mol=	-1394789.7	24348854.8		
Oxidación del hierro (del acero) Fe + 1/2 O₂ → FeO $\Delta H_r = \Delta H^*(\text{FeO})$ $\Delta H_r = -15.44$ Kcal/mol=	-15440	171990.571		
Formación del borato de plomo en la escoria: PbO + Na₂B₄O₇.10H₂O → PbB₄O₇ + Na₂O + 10 H₂O $\Delta H_r = (\Delta H(\text{PbB}_4\text{O}_7) + \Delta H(\text{Na}_2\text{O}) + \Delta H(\text{H}_2\text{O})) - (\Delta H(\text{PbO}) + (\Delta H(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7.10\text{H}_2\text{O})))$ $\Delta H_r = ((-259.32) + (-23.77) + 10*(-57.74)) - ((-52.39) + (-357.84))$ $\Delta H_r = -502.69$ Kcal/mol=	-502688.8	3641964.31		
		-364,155,649.05		

Nota: Elaboración propia

En el proceso ocurrirá primeramente el calentamiento de toda la carga del horno hasta la temperatura de fusión

4.4. Descripción del proceso

La materia prima con que se trabajó, son las baterías de plomo ácido; estas consisten en una caja de polipropileno, electrodos de plomo, plomo poroso y óxidos de plomo y puentes (grapadas o remaches), para asegurar su correcto manejo ambiental las baterías usadas se drenan (contenido de solución electrolítica), luego se apilan en contenedores asegurando que no filtre la solución electrolítica, seguidamente se lleva la materia prima al proceso de recuperación, fusión reductora y refinación, finalmente se obtiene plomo de alta pureza.

4.4.1. Recuperación del plomo

Las baterías usadas fueron reducidas de tamaño con un molino de martillos y las piezas reducidas son descargadas a un tanque de agua el cual servirá como clasificador, las piezas fueron separadas de acuerdo a su peso, las piezas ligeras fueron las que quedaron en la parte superior, las piezas de plomo se sedimentaron, todas las piezas de plomo fueron retiradas a una cancha secadora a través de un tornillo sin fin.

El proceso de reducción de plomo se realizó mediante el proceso de fusión reductora en horno basculante.

4.4.2. Reducción del plomo

“El plomo de las baterías (secadas a la intemperie), las cenizas obtenidas en el proceso de refinación, y los polvos del plomo (recolectado del sistema de recuperación de material particulado y polvos de plomo), se cargaron en un horno rotatorio, en un proceso por lotes (coladas), sin mezclarse, y de manera diferenciada, los lotes o coladas de

producción son llamados coladas, en el horno rotatorio se fundieron la carga junto con los fundentes” (Valdez A., 2014).

Las materias primas están constituidos por:

- PbO y PbO₂ óxidos de plomo (pasta que envuelve a las rejillas).
- Pb plomo metálico (rejillas, bornes, terminales y puentes).
- PbSO₄ sulfato de plomo (residuo de las reacciones electrolíticas en las baterías usadas).

Si bien el segundo componente solo necesita fundirse, en cambio los demás componentes deben someterse necesariamente a un proceso metalúrgico para luego obtener un plomo crudo; para dicho fin se utiliza el horno rotatorio, también los polvos y cenizas de plomo son cargadas al horno rotatorio.

Una vez cargado el plomo y los insumos al horno rotatorio, se cierra la boca de carga y se procede a encender el quemador, luego se inicia el proceso de reducción. El horno se calentó hasta alcanzar los 1000°C, para favorecer la reacción química dentro del horno. El bórax actuó como fundente y el carbonato de sodio actuó como reductor y separador de escoria.

Luego de 40 minutos de quema aproximadamente, se empezó a girar el horno rotatorio, para generar una mezcla homogénea de los materiales dentro del horno, debido a diferente peso específico, el plomo fundido se asienta en la base del horno, mientras la escoria flotó sobre la superficie de plomo líquido. Para saber su condición de fluidez de la escoria se debe mirar hacia el interior del horno a través de una compuerta.

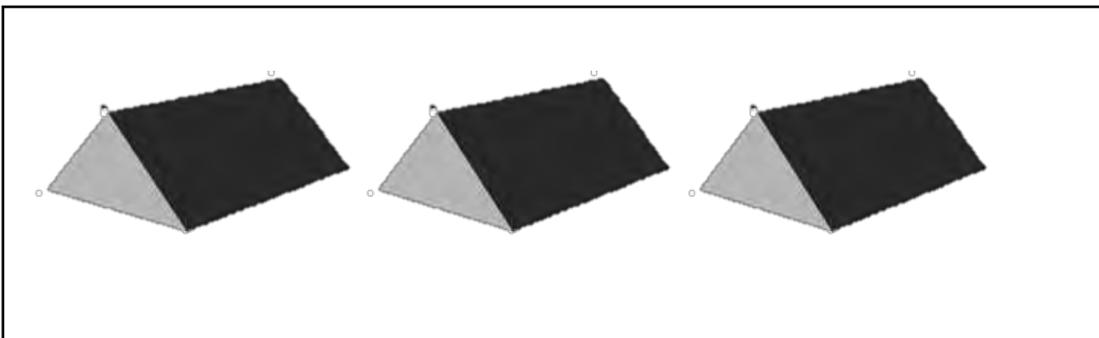
Cuando la escoria fluye con facilidad por las paredes del horno eso indica que ya se ha reducido el máximo plomo posible, inmediatamente se procedió a descargar el horno.

“El horno debe estar en posición de descarga, se procedió abrir la salida y se dejó sangrar el material fundido dentro de la tochera, las primeras tocheras se llenarán con plomo líquido y las últimas tocheras se llenan con las escorias “ (Valdez A., 2014)..

Las tocheras con plomo se trasladan a la zona de enfriamiento hasta solidificarse bien el plomo. El producto obtenido se le llama plomo. El lingote de plomo crudo en forma de prisma triangular como se observa en la Figura 14.

Figura 14

Tocho de plomo en forma de prisma triangular



Nota: Recobat

Las tocheras que contienen la escoria, fueron trasladadas al almacenamiento de escorias, donde son almacenadas, para su posterior disposición final.

Finalmente del proceso de reducción de plomo se obtuvo un producto en proceso, que fueron refinados en la siguiente etapa, también se obtiene tochos de escoria.

4.4.3. Refinación del plomo

Por la presencia de algunas impurezas, y estar aún aleados con elementos como cobre, estaño, níquel y plata del proceso anterior, el proceso de refinación se realiza por medio piro-metalúrgico, los tochos de plomo se cargan ahora al horno de refinación y se funden en ellas a temperatura superior a 327°C.

4.5. Diseño y distribución de planta

4.5.1. Distribución de planta

La distribución de planta comprende básicamente la disposición física de los elementos en general que serán destinados a la producción del producto. Esto incluye los espacios adecuados para el movimiento de material y actividades que se prestará dentro de la empresa, la distribución tiene como objetivo principal encontrar una distribución óptima de las áreas de trabajo de acuerdo a la necesidad y comodidad de trabajo, así como los equipos, que sea la más segura.

4.5.1.1. Requerimiento de la estructura física

De acuerdo a las necesidades de la estructura física identificadas para el proyecto, será necesario contar con las siguientes áreas.

- **Área de administración.** En la cual se realiza todos los procesos administrativos, lo cual contará con 2 oficinas, siendo estas para el Jefe de comercialización o ventas, Gerencia y Jefe de producción. Los ambientes deben ser cómodos con buena iluminación y mobiliario ergonómico.
- **Área de servicios.** Esta área está conformada por servicios higiénicos y vestuarios, sala de reuniones y zona de parqueo.
- **Área de equipos y procesos de producción.** Cuenta con 2 sub áreas, área de recuperación de plomo y refinación de plomo.

En estas áreas se encuentran los equipos necesarios de producción, dentro de estas áreas los equipos también estarán distribuidas de manera adecuada.

- **Área de almacenes.** Esta área comprende 3 áreas.

- **Almacén de materia prima.** En esta área se almacena toda la materia prima, la cual serán recepcionada en un lugar seguro de evitar la filtración de los reactivos.
- **Almacén de producto terminado.** En ella se encuentra los productos terminados que están listos para la comercialización.
- **Área de laboratorio.** Lugar donde se ubica un equipo multidisciplinario, en esta área se realizarán pruebas de la calidad de material.
- **Área de guardianía.** El área será exclusivamente para el personal de vigilancia
- **Área de secado de plomo.** En esta área se elimina la humedad del plomo, y contará con ambiente con bastante iluminación y ventilación.
- **Área de mantenimiento.** Lugar donde serán almacenadas todas las herramientas necesarias para el mantenimiento de los equipos.
- **Área de insumos.** En esta área se almacenarán todos los insumos necesarios para el proceso.
- **Área de Elementos de protección personal (EPPs).** En ésta área se almacenarán los EPPs para el personal de la empresa
- **Áreas verdes.** En ella de plantarán árboles, flores y otras especies decorativas, nos ayudará para ser una planta con respeto al medio ambiente.

4.5.1.2.Requerimiento total de superficies

La Tabla 25 presenta el requerimiento de superficies de la planta.

Tabla 25***Requerimiento de superficies de la planta***

AREAS DE LA EMPRESA	SUPERFICIE (m²)	ANCHO (m)	LARGO (m)
Area administrativa	50	5,00	10
Area de producción (recuperación de plomo)	60	5,00	12
Area de producción (reducción y refinación de plomo)	60	5,00	12
Area de guardiania	6	3,00	2
Servicios higiénicos y vestuarios	10	2,25	4
Area de estacionamiento	40	13,00	4
Area de Almacen de materia prima	60	5,00	12
Area de laboratorio	30	5,00	6
Area de secado de plomo	60	5,00	12
Area de transito vehicular y peatonal	312		
Area de almacen de productos terminados	20	4,00	5
Zona de disposicion de residuos solidos	12	3,00	4
Mantenimiento (taller)	20	4,00	5
Area sobrante (jardines)	28	2,00	14
Area de EPPs	12	3,00	4
Area de insumos	20	4,00	5
Area al aire libre	40		
Total	780		

Nota: Elaboracion propia

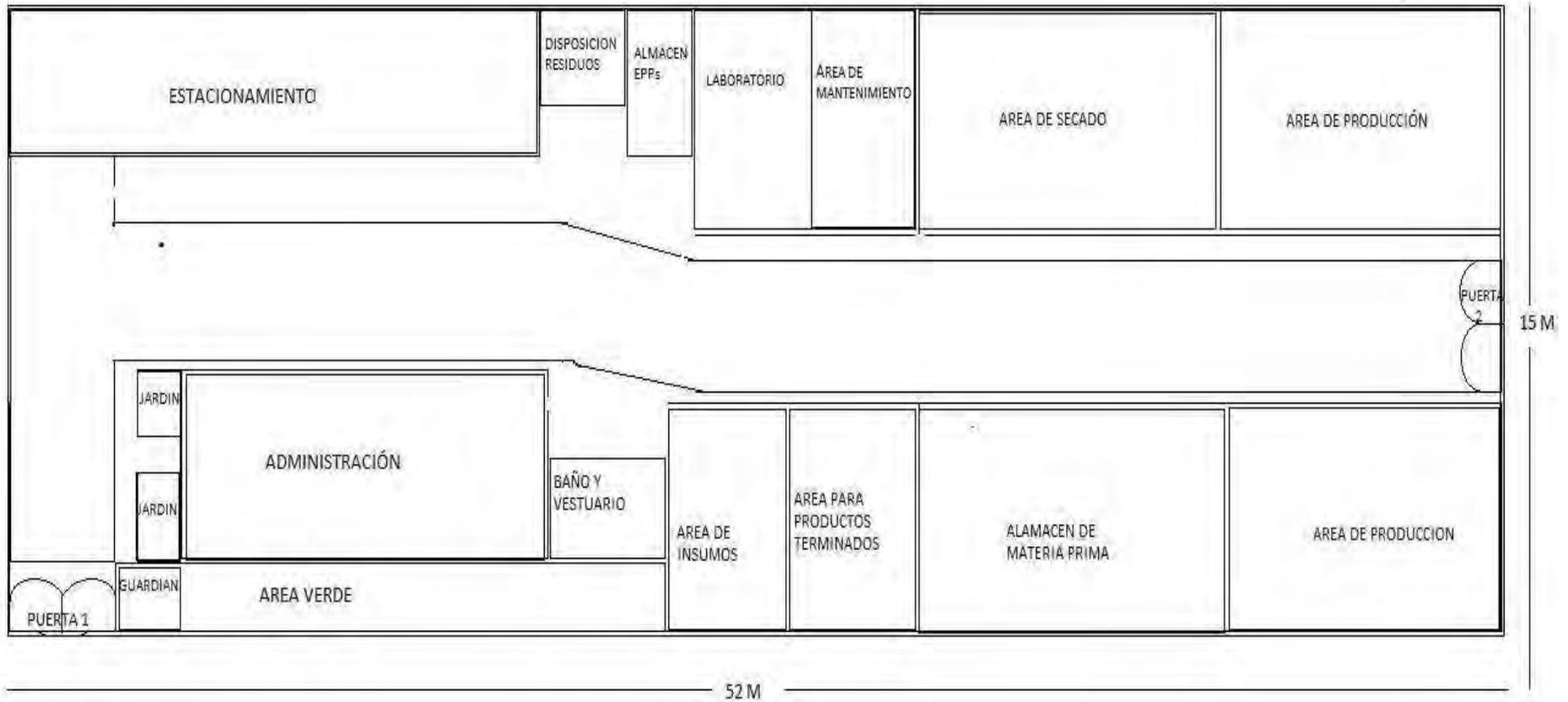
De acuerdo a la distribución de áreas para la planta el terreno necesario para el proyecto, será de 780 m².

En mejoramiento por metro cuadrado se va invertir a aproximadamente S/. 50.

4.5.1.3.Distribución general de planta

La Figura 15 presenta el plano de distribución general de la planta según lo necesario.

Figura 15

Distribución general de la planta

Nota: Elaboración propia, ver el detalle del plano en la Tabla 25.

4.6. Selección de equipo y diseño de un crisol y horno basculante

4.6.1. Selección de equipos

Para el proceso de reciclado de baterías usadas de plomo se utilizarán los equipos y maquinarias, para fines prácticos nombraremos los principales equipos.

Recuperación

- Molino: Se utilizará para triturar las baterías.
- Tornillo sin fin o transportador: Utilizado para transportar las baterías trituradas desde el molino hasta el tanque de separación.
- Tanque de separación: Aquí se separan los componentes, de la batería triturada, por diferencia de densidad.
- Estación de recuperación de solución electrolítica o ácido sulfúrico.
- Planta de tratamiento de afluentes (neutralización de ácidos)

Reducción

- Horno basculante
- Máquina de carga de materiales al horno rotatorio
- Estación de recuperación de material particulado de Pb.

Refinación

- Horno de refinación
- Línea de colada de lingote
- Agitadores de paletas
- Agitador automático

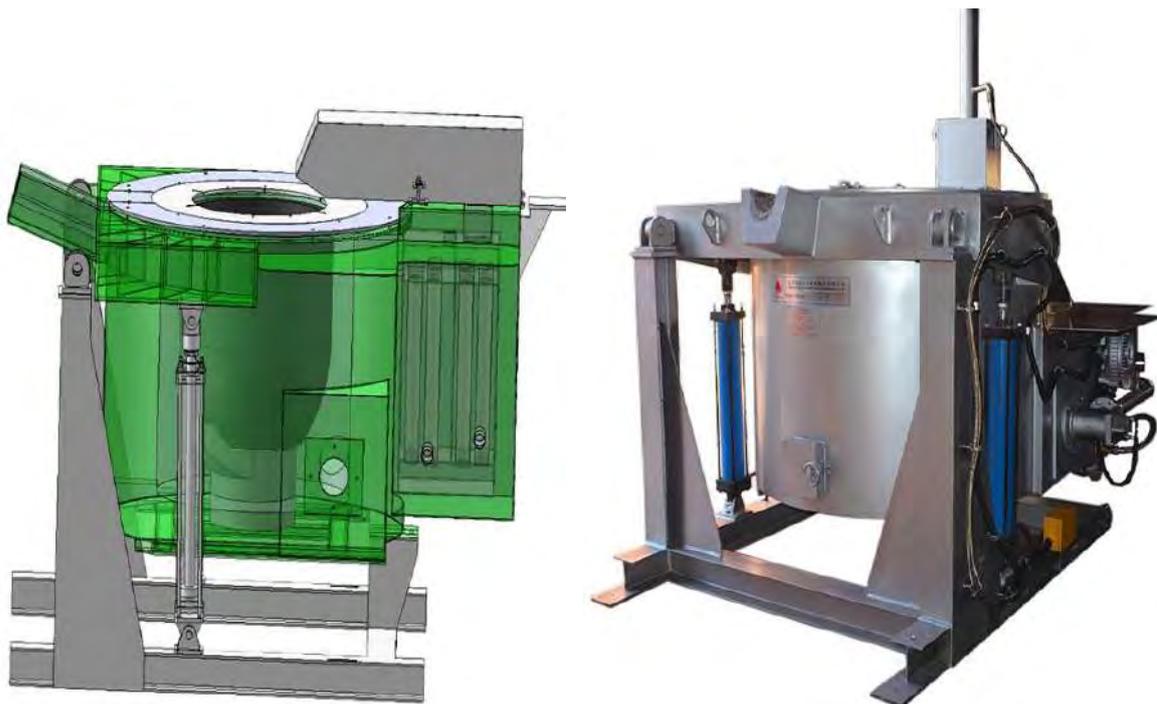
Instrumentos adicionales

- Crisoles de acero (ollas de refinación) para los hornos.
- Lingoteras de tochos.
- Un montacarga de 1.5 TM.
- Herramientas: espumaderas, espátula (para refinación en ollas) y lampas (para reducción en hornos); enzunchadora (para atar los paquetes con cintas de embalaje).

En la Figura 16 se muestra el equipo a usar en la producción, un horno basculante de fundición, el cual en su interior está constituido de un material refractario y su quemador.

Figura 16

Horno basculante de fundición



Nota: <http://heatingmelting.com/1-2-1-regenerative-gas-fired-tilting-furnace.html>

Características del horno basculante:

- Capacidad: 200 kg
- Tiempo de fundición 90 min.

- Temperatura de proceso: 900°C-1000°C

Estructura: Carcaza del horno, boquilla del crisol recubrimiento del horno, sistema de combustión, sistema de control de temperatura, quemador, estación hidráulica y cilindro de aceite.

Principio de trabajo: El horno de fundición basculante tiene un crisol que se calienta directamente por quemador, el horno presenta una inclinación hasta de 90 grados para verter el plomo fundido.

Estructura del horno

1. Estructura externa

- La carcaza del barril está hecha de plancha de acero de 4mm de espesor.
- La cubierta del crisol esta hecho de plancha de acero de 25 mm espesor.
- La placa inferior está hecha de planta de acero de 8 mm espesor.
- La cubierta está hecha de placa de acero de 10 mm de espesor.
- La chimenea está fabricada de placa de acero gruesa de 6 mm
- El intercambiador de calor está fabricado de acero inoxidable 304 de espesor de 6 mm

2. Materiales de recubrimiento de construcción del horno

- Tres capas de placas aislantes de alta temperatura
- Algodón aislante con densidad de 260 (manta de fibra cerámica)
- Ladrillo aislante al calor.

4.6.2. Dimensionamiento de la cámara de combustión

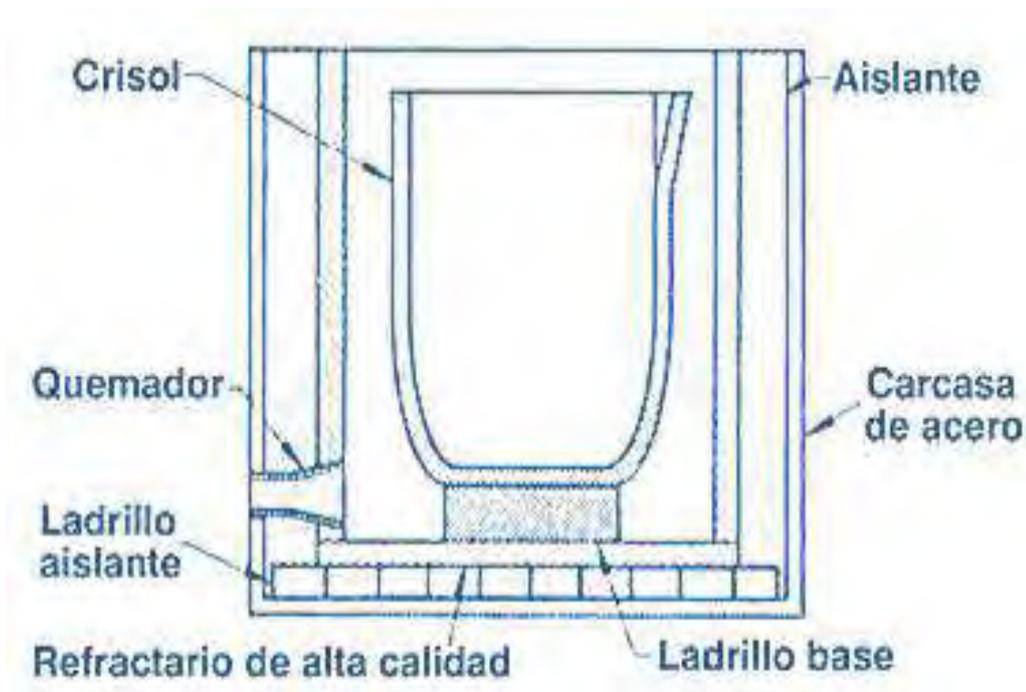
Para el dimensionamiento será necesario la disponibilidad de la materia prima y la

producción por día. En función de las dimensiones se calculó: los volúmenes de la cámara interior del horno, volumen físico de la cámara de combustión y volumen del crisol.

En la Figura 17 se muestra el corte transversal del horno basculante que nos permite ubicar los materiales que constituyen el horno.

Figura 17

Corte transversal del horno basculante



Nota. Tomado de Hornos metalúrgicos, por J. A. Aguilar, 2019, <http://recursosbiblio.url.edu>.

4.6.2.1. Características del horno de crisol basculante

En la Tabla 26 se muestra las características del horno de crisol basculante.

Tabla 26***Características del horno de crisol basculante***

Características del horno de crisol basculante	
Tipo de crisol	Grafito
Metal a fundir	Plomo de baterías usadas
Tipo de quemador	Automático
Capacidad del crisol	100 kg
Temperatura máxima	(1200 – 1500)°C
Tipo de combustible	Gas natural seco
Estructura interna del horno	Ladrillo refractario -aislante térmico- carcasa metálica

Nota: Elaboración propia

4.6.2.2. Volumen de la cámara interior del horno

Es el espacio cilíndrico del horno que está hecho por los ladrillos refractarios.

$$V_{\text{Cámara.Hor}} = \pi \frac{D_c^2}{4} L_c \quad (4.1)$$

Donde:

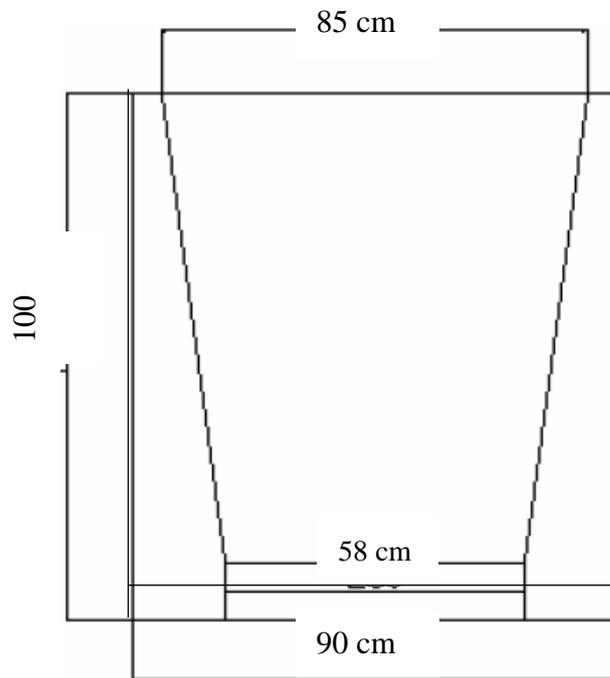
$V_{\text{Camara.Hor}}$ = Volumen de la cámara interior del horno. (m³)

D_c = Diámetro del cilindro. (m)

d_c = diámetro del crisol (m)

L_c = longitud del cilindro (m)

Los cálculos se desarrollarán en base a las dimensiones expresadas en la Figura 18.

Figura 18***Dimensionamiento del horno***

Nota: Elaboración propia

Datos:

$$Dc = 90 \text{ cm}$$

$$Lc = 100 \text{ cm}$$

Con la ecuación (Ec. 4.1) se saca el volumen de la cámara interior del horno.

$$V_{\text{Cámara. Hor}} = 3.1416 * \frac{0.90^2}{4} * 1.00 = 0.64 \text{ m}^3$$

4.6.2.3. Volumen del crisol

$$V_{\text{Crisol}} = \pi * Lc * \left(\frac{Dc^2 + dc^2 + Dc * dc}{12} \right) \quad (4.2)$$

Los datos se consideran de la Figura 18.

Donde: $D_c = 0.90 \text{ m}$

$d_c = 0.85 \text{ m}$

$L_c = 1.00 \text{ m}$

$$V_{\text{Crisol}} = 3.1416 * 1.00 * \left(\frac{0.85^2 + 0.58^2 + 0.85 * 0.58}{12} \right) = 0.41 \text{ m}^3$$

4.6.2.4. Volumen físico de la cámara de combustión

El volumen físico de la cámara de combustión es el espacio que será calentado, se halla utilizando la Ecuación 4.3.

$$V_{\text{Fis.C.C}} = V_{\text{Camara.Hor}} - V_{\text{Crisol}} \quad (4.3)$$

$$V_{\text{Fis.C.C}} = 0.64 \text{ m}^3 - 0.41 \text{ m}^3 = 0.23 \text{ m}^3$$

4.7. Composición de materiales para una carga al horno

Para 100 kg de carga se requerirán 6 kg de fundente bórax, 6 kg de agente reductor y 3 kg de agente refino. La Tabla 27 muestra los resultados de cálculos realizados para los materiales agregados al horno, así como los aportes de una batería; los materiales que contienen el metal plomo presentan también sus respectivos análisis químicos con su contenido de plomo.

Para 100 kg de carga al horno requerirá 85 kg de materiales de la batería, esto implica que se requerirán un número de baterías que serán de 85/15 equivalente a 5.67 baterías que aportarán los 85 kg de materiales de batería para carga al horno.

Tabla 27

Resultados de cálculos realizados para los materiales agregados al horno

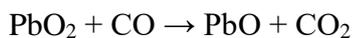
ENTRADA PARA 100 kg DE CARGA AL HORNO		
MATERIAL	APORTE DE UNA BATERÍA	CARGA AL HORNO (5.67 baterías) kg
Electrodo de plomo	5,10	28,90
Plomo poroso o esponjoso	3,00	17,00
Sulfato de plomo	0,62	3,51
Dióxido de plomo (PbO ₂ y PbO)	4,61	26,13
Acero	0,60	3,40
Otros	1,07	6,06
SUB TOTAL	15,00	85,00
FUNDENTE		
Bórax		6,00
AGENTE REDUCTOR		
Harina o carbón mineral		6,00
Carbonato de sodio		3,00
TOTAL		100,00

Nota: Elaboración propia

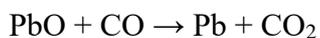
4.8. Reacciones que ocurren en el proceso de fundición

Las reacciones que ocurrirán son:

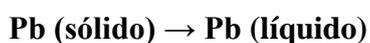
- Reducción de PbO₂ a PbO:



- Reducción del PbO a Pb:



El plomo electrodo y el plomo poroso solo sufre cambios de estado de agregación, mejor dicho que logran fundirse debido a alto calor reinante en el interior del horno:



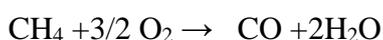
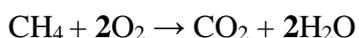
El monóxido de carbono o CO es producto de la siguiente reacción:

Combustión del carbón mineral:

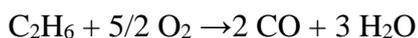
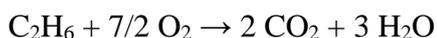


4.8.1. Combustión del gas natural seco

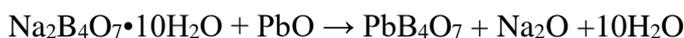
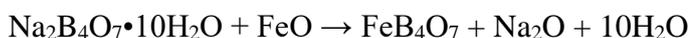
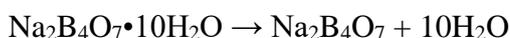
- El metano reaccionará:



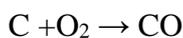
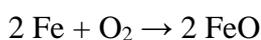
- El etano reaccionará:



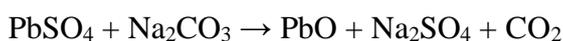
4.8.2. Reacción del bórax para formar escoria



4.8.3. Reacción del acero:



4.8.4. Reacción de refinación del plomo fundido con Na_2CO_3 :



El carbonato de sodio al contactarse con cualquier tipo de sulfato u óxido metálico que no sea PbO, reaccionará formando un compuesto oxidado y sulfato metálico respectivo eliminando de esta manera las impurezas metálicas que impurifican al plomo

4.9. Salidas del horno de fundición

Los materiales de las baterías se descomponen por la fusión reductora en los siguientes productos:

4.9.1. Plomo refinado

Por su densidad se acumula en el fondo del horno luego se cola a las lingoteras.

4.9.2. Formación de la escoria

La escoria es el material líquido de menor densidad que el plomo refinado e inmisible con el mismo, este material que sobre nada sobre plomo refinado se cola y se lleva a un sedimentador donde se enfría y el material sedimentado regresa al horno de crisol y la escoria se lleva a disposición (Galvez A., 2003).

La escoria está constituida por una mezcla de compuestos formados por eutécticos y peritéticos formando diagramas ternarios $B_2O_3-Na_2O$ óxidos metálicos ácidos y al enfriarse forman compuestos: borato de plomo, borato ferroso, borato de sodio y óxido de sodio que solubilizan a distintos óxidos metálicos contenidos como impurezas.

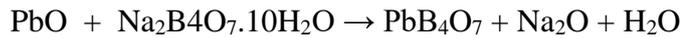
El punto de fusión medio es $600^\circ C$ aproximadamente. El balance estequiométrico se muestra a continuación:

4.9.2.1. El borato

Se forma básicamente por la deshidratación de bórax, $Na_2B_5O_7 \cdot 10H_2O$ se descompone en Na_2O , PbB_4O_7 , FeB_4O_7 , $Na_2B_4O_7$

4.9.2.2. Borato de plomo

Resulta de todo el plomo presente en la escoria según análisis y su reacción es:



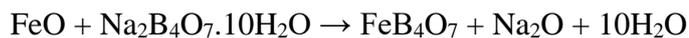
1694.39 kg de plomo en la escoria nos dará:

$$1694.39 \times 262.24/107 = 4152.687945 \text{ kg}$$

4.9.2.3. Borato ferroso

Resulta del acero contenido en la carga de baterías el cual es 15330 kg el mismo que tiene un contenido de carbono de 1.5% y contenido de hierro 98.5%. El hierro que se transforma en borato de hierro será: $15330 \times 85/100 = 13\ 030.5 \text{ kg}$.

Los 15330 kg de hierro nos dará el borato de hierro según la siguiente reacción:



El borato ferroso resultara:

$\text{FeB}_4\text{O}_7 \rightarrow 15330 \times 211.24/56 = 57826.95 \text{ kg}$. Resulta del borato de sodio o borato anhidro resulta de la diferencia $\text{B}_3\text{O}_7 - \text{BO}_7 - \text{B}_3\text{O}_7$ y este resultado se transforma en borato de sodio.

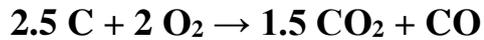
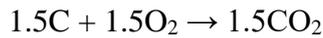
4.9.3. Gases

El carbón mineral de entrada tiene 92% de carbono fino y la diferencia es otros. El carbono fino de entrada será

$$\text{Carbono entrada} = 27037,04 \times 92/100 = 24874,08$$

Al reaccionar el carbono fijo con el oxígeno del aire que se alimenta al horno nos dará una mezcla de CO_2 y CO el que relación dentro del horno es $\text{CO}_2/\text{CO} = 0.53$ y a la salida de chimenea del horno tiene una relación de $\text{CO}_2/\text{CO} = 1.50$.

La reacción química de combustión del carbono fijo será



Donde el número de moles de carbono fijo es:

$$24874.04/12 = 2072,84\text{molKg}$$

El mismo que nos genera al combustionar $CO_2 = 2072.04 \times 1.5/2.5 = 1243.7 \text{ mol kg}$

El CO será = $2072.84 \times 1/2.5 = 829.14 \text{ mol kg}$

Considerando a dichos gases como ideales tendremos que el volumen de CO_2 será:

$$1243,7 \times 22,4 = 27858,9 \text{ kilolitro o metros cúbicos de } CO_2$$

El volumen de monóxido de Carbono (VCO) será:

$$VCO = 829,14 \times 22,4 = 18572,74 \text{ kilolitros o metros cúbico de CO.}$$

Finalmente tendremos la relación R

$$R = CO_2/CO = 27858,9/18572,74 = 1,49$$

En cuanto a pesos el CO_2 será:

$$m_{CO_2} = 24874,04 \times 1,5 \times 44/2,5/12 = \mathbf{54722,89 \text{ kg de } CO_2}$$

El peso de CO será:

$$m_{CO} = 24874,04 \times 1 \times 28/2,5/12 = \mathbf{23215,8 \text{ kg}}$$

Y su relación en peso $R = CO_2/CO$ será:

$$R = \text{CO}_2/\text{CO} = 54722,89/23722,8 = 2,31$$

4.10. Aire para el proceso de combustión

La combustión del carbón mineral se realiza con un exceso moderadamente pequeño en vista de que se debe generar una atmósfera reductora dentro de la cámara del horno:

Exceso de aire = 5% sobre el teóricamente requerido.

De la reacción anterior: $2,5 \text{ C} + 2 \text{ O}_2 \rightarrow 1,5 \text{ CO}_2 + \text{CO}$

Se tendrá el aire teóricamente requerido que es el mismo al oxígeno teóricamente requerido.

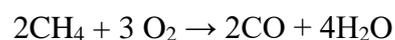
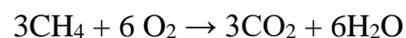
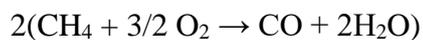
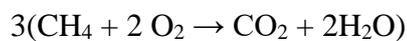
$$24874,04 \times 2 \times 2 \times 16/2,5/12 = 53064,62 \text{ kg de oxígeno.}$$

El exceso de oxígeno será el 5% del teóricamente requerido:

$$= 53064,62 \times 5/100 = 2653,23 \text{ kg.}$$

4.10.1. Combustión del gas seco

Los gases de la combustión del metano cumplirán la siguiente ecuación



Por lo que se tiene peso CO₂:

$$\frac{55785,25014 \times 3 \times 44}{5 \times 16} = \mathbf{92045,66273 \text{ kg de CO}_2}$$

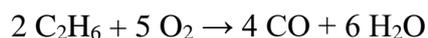
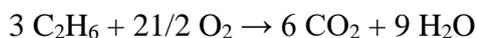
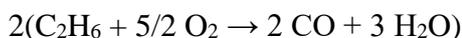
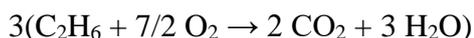
El valor de CO será:

$$\frac{55785,25014 \times 2 \times 28}{5 \times 16} = \mathbf{39049,6751 \text{ kg CO}}$$

El valor de H₂O será:

$$\frac{55785,25014 \times 10 \times 18}{5 \times 16} = \mathbf{125516,8128 \text{ kg de H}_2\text{O}}$$

Los gases de la combustión de etano cumplirán la siguiente ecuación



Por lo que se tiene peso CO₂:

$$\frac{11438,2892 \times 6 \times 44}{7 \times 30} = \mathbf{14379,56357 \text{ kg de CO}_2}$$

El valor de CO será:

$$\frac{11438,2892 \times 4 \times 28}{7 \times 30} = \mathbf{6100,42 \text{ kg de CO}}$$

El calor de H₂O será: $\frac{11438,2892 \times 15 \times 18}{7 \times 30} = \mathbf{14706,3718 \text{ kg de H}_2\text{O}}$

4.11. Determinación del oxígeno teóricamente requerido

Los procesos de combustión trabajan con 30% de exceso como se indica en la Tabla 28, Oxígeno en exceso para la combustión respectiva.

Tabla 28

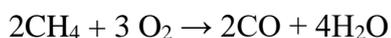
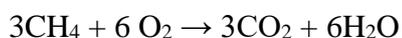
Oxígeno en exceso para la combustión

O ₂ de carbón mineral	57679,01 kg
O ₂ metano	971865,94 kg
O ₂ etano	179767,28 kg
TOTAL	1209312,23 kg

Nota: Elaboración propia

Exceso de O₂ = $1209312,23 \times 30 / 100 = 362793,669$ kg de O₂

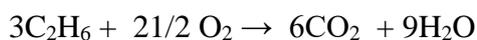
De la reacción de metano tendremos:



Oxígeno para metano:

$$\frac{55785,25 \times 9 \times 32}{5 \times 16} = 200826,9 \text{ kg de O}_2$$

De la reacción de etano tendremos:



Oxígeno para etano

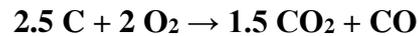
$$\frac{11438,29 \times 15,5 \times 32}{7 \times 30} = 27016,16 \text{ kg de O}_2$$

4.12. Determinación del aire necesario

Del punto (combustión de carbón mineral) se tiene el O₂ teóricamente requerido de igual manera de la ecuación de reacción de metano y etano, también se tiene el oxígeno teóricamente requerido.

Se suman ambos oxígenos teóricamente requeridos.

El proceso de combustión ocurre con 30% de exceso, entonces el O₂ necesario es igual a oxígeno teóricamente requerido más exceso.



Por lo que se tiene peso de CO₂

$$\frac{27037,04 \times 1,5 \times 44}{2,5 \times 12} = 59481,48 \text{ kg de CO}_2$$

El valor de CO será:

$$\frac{27037,04 \times 28}{2,5 \times 12} = 25234,57 \text{ kg de CO}$$

Requerimiento de oxígeno para combustión del carbón mineral

$$\frac{27037,04 \times 2 \times 32}{2,5 \times 12} = 57679,02 \text{ kg de O}_2$$

El oxígeno necesario

$$362793,669 \times 1,30 = 471631,7697 \text{ kg de O}_2 \text{ en exceso}$$

El aire necesario será:

El aire tiene 21% en volumen de O₂ y para calcular con su exceso suman 23,2% de O₂

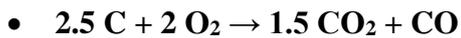
$$\frac{471631,7697 \times 100}{23,2} = 2032895,559 \text{ kg de aire en exceso}$$

El Gas nitrógeno se calcula con la siguiente fórmula:

Nitrógeno = aire necesario – oxígeno necesario

$$\text{Nitrógeno} = 2032895,559 - 471631,7697 = 1561263,789 \text{ kg de N}_2$$

4.13. Cálculo del calor necesario para las reacciones



$$\Delta H_r = (1.5 \Delta H(\text{CO}_2) + \Delta H(\text{CO})) - (2.5 \Delta H(\text{C}) + 2 \Delta H(\text{O}_2))$$

$$\Delta H_r = (1.5 * (-94,05) + (-26,39)) - (2 * 0 + 2 * 0)$$

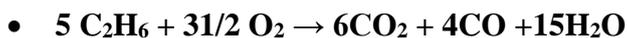
$$\Delta H_r = -167,459369 \text{ Kcal/mol} = -167459,369 \text{ Kcal/molKg}$$



$$\Delta H_r = (3 \Delta H(\text{CO}_2) + 2 \Delta H(\text{CO}) + 10 \Delta H(\text{H}_2\text{O})) - (5 \Delta H(\text{CH}_4) + 9 \Delta H(\text{O}_2))$$

$$\Delta H_r = (3 * (-94,05) + 2 * (-26,39) + 10 * (-57,74)) - (5 * (-74,8) + 9 * 0)$$

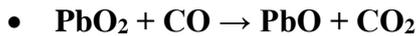
$$\Delta H_r = -822,9684512 \text{ Kcal/mol} = -822968,51 \text{ Kcal/molKg}$$



$$\Delta H_r = (6 \Delta H(\text{CO}_2) + 4 \Delta H(\text{CO}) + 15 \Delta H(\text{H}_2\text{O})) - (5 \Delta H(\text{C}_2\text{H}_6) + 31/2 \Delta H(\text{O}_2))$$

$$\Delta H_r = (6 * (-94,05) + 4 * (-26,39) + 15 * (-57,74)) - (5 * (-84,4) + (31/2 * 0))$$

$$\Delta H_r = -1394,789675 \text{ Kcal/mol} = -1394789,67 \text{ Kcal/molKg}$$



$$\Delta H_r = (1 * \Delta H(\text{PbO}) + 1 * \Delta H(\text{CO}_2)) - (1 * \Delta H(\text{PbO}_2) + 1 * \Delta H(\text{CO}))$$

$$\Delta H_r = (1 * (-52,39) + 1 * (-94,05)) - (1 * (-66,04) + 1 * (-26,39))$$

$$= -106,7877629 \text{ Kcal/mol} = -106787,763 \text{ Kcal/molKg}$$



$$\Delta H_r = (2 * \Delta H(\text{FeB}_2\text{O}_6) + 1 * \Delta H(\text{Na}_2\text{O})) - (2 * \Delta H(\text{FeO}) + 1 * (\Delta H(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)))$$

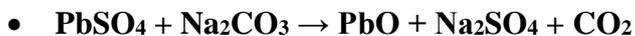
$$\Delta H_r = (2 * \Delta H(-744,3) + 1 * (-57,74)) - (2 * (-15,44) + 1 * (-357,84))$$

$$\Delta H_r = -1158,5 \text{ Kcal/mol} = -1158500 \text{ Kcal/molKg}$$



$$\Delta H_r = \Delta H^*(\text{FeO})$$

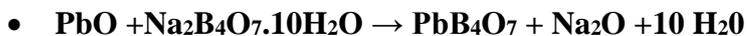
$$\Delta H_r = -15,44 \text{ Kcal/mol} = -15440 \text{ Kcal/molKg}$$



$$\Delta H_r = (1 * \Delta H(\text{PbO}) + 1 * (\text{Na}_2\text{SO}_4) + 1 * (\text{CO}_2)) - (1 * \text{PbSO}_4) + 1 * (\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

$$\Delta H_r = (1 * (-52,39) + 1 * (-316,3) + 1 * (-94,05)) - (1 * (-219,50) + 1 * (-270,33))$$

$$\Delta H_r = 26,68961274 \text{ Kcal/mol} = 26689,6127 \text{ Kcal/molKg}$$



$$\Delta H_r = (\Delta H(\text{PbB}_4\text{O}_7) + \Delta H(\text{Na}_2\text{O}) + \Delta H(\text{H}_2\text{O})) - (\Delta H(\text{PbO}) + (\Delta H(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7.10\text{H}_2\text{O})))$$

$$\Delta H_r = (1 * (-259,32) + 1 * (-23,77) + 10 * (-57,74)) - (1 * (-52,39) + 1 * (-357,84))$$

$$\Delta H_r = (\Delta H(\text{PbB}_4\text{O}_7) + \Delta H(\text{Na}_2\text{O}) + \Delta H(\text{H}_2\text{O})) - (\Delta H(\text{PbO}) + (\Delta H(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7.10\text{H}_2\text{O})))$$

$$= -502,69 \text{ Kcal/mol} = -502688,81 \text{ Kcal/molKg}$$

Reducción de PbO a Pb



$$\Delta H_r = (1 \cdot \Delta H(\text{Pb}) + 1 \cdot \Delta H(\text{CO}_2)) - (1 \cdot \Delta H(\text{PbO}) + 1 \cdot \Delta H(\text{CO}))$$

$$\Delta H_r = (1 \cdot (0) + 1 \cdot (-94,05)) - (1 \cdot (-52,39) + 1 \cdot (-26,39))$$

$$= -15,27246654 \text{ Kcal/mol} = -15272,46654 \text{ Kcal/molKg}$$

CAPITULO V: INVERSIÓN EN ACTIVOS

5.1. Inversión del proyecto

Este capítulo, tiene el objetivo de obtener el valor de la cuantía total de las inversiones en el proyecto, se refiere a todos aquellos costos que se deben considerar para formular un estudio de pre-factibilidad. Estos costos de inversión se calculan en base a los estudios anteriores en principal de los estudios económicos y de ingeniería. Preliminarmente, las siguientes pautas son de importancia:

- Para la determinación de los costos directos, los costos indirectos y las contingencias de todo proyecto de inversión, se utilizan los estudios de precios del estudio de mercado, el tamaño de planta, y los balances de materia realizadas en los estudios de ingeniería.
- El conocimiento de todas estas pautas, permiten realizar el cálculo de inversiones.
- A través de la Tablas del Anexo A, se engloba la valorización referencial de los suministros (sistemas tecnológicos y equipos principales donde se llevarán a cabo los procesos productivos del proyecto), todo ello según el mercado.

5.2. Inversión en terrenos y su habilitación

Inicialmente se adquirirá terrenos, un total de 780 metros cuadrado, el cual se habilitará para las operaciones respectiva, el mismo que tiene un precio de S/ 117000 Soles (Capital de trabajo).

5.2.1. *Inversión en bienes administrativos*

La inversión en bienes administrativos (diversos bienes entre ellos: escritorios, archivador mesas de oficina y otros) asciende a S/. 28598 (ver anexo A1).

5.2.2. Equipos de mantenimiento y emergencia

La inversión en Equipos de mantenimiento y emergencia (diversos bienes entre ellos: tenazas, martillos, set de alicates, parihuelas, contenedor móvil y otros) asciende a S/. 47844 (ver anexo A2).

5.2.3. Bienes de seguridad y vigilancia

La inversión en bienes administrativos (entre ellos: equipo de protección personal, mesas, sillas y otros para seguridad y vigilancia) asciende a s/. 5040 (ver anexo A3).

5.2.4. Equipos de análisis metalúrgico y control de calidad

La inversión en bienes administrativos (diversos bienes entre ellos: laboratorio químico – metalúrgico, oficina de control de calidad) asciende a S/. 10800 (ver anexo A4).

5.2.5. Edificaciones de oficinas administrativas

La inversión en bienes administrativos (diversas edificaciones entre ellos: área de gestión administrativa y contabilidad, área de servicios de emergencia, área de alimentación y descanso) asciende a s/. 900720 (ver anexo A5).

5.2.6. Edificaciones de planta de proceso

La inversión en construcción de plantas (diversos bienes entre ellos: área de proceso de fundición, área de almacén y despacho de productos, área de tratamientos de desechos) asciende a s/. 2016000 (ver anexo A6).

5.2.7. Estudios: previo, definitivo y afines

La inversión en perfil, estudio de factibilidad y expediente técnico definitivo asciende a S/. 189,000 (ver anexo A7).

5.2.8. Supervisión del proyecto inicial y puesta en marcha

La inversión en actividades de supervisión estimada para el proyecto asciende a S/. 198000 (ver anexo A8).

5.2.9. Costos del terreno y su mejora

La inversión en terreno y sus mejoras asciende a S/. 156000 (ver anexo A9).

5.3. Elementos del capital de Trabajo

“El capital de trabajo o activo circulante del proyecto, está compuesto por tres elementos: efectivo, cuentas por cobrar e inventarios, a continuación, se analizarán las proyecciones de cada uno de ellos. Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. Esto significa que el destino económico de una empresa está asociado con: el ingreso (por ej., los bienes vendidos en el mercado y el precio obtenido) y el costo de producción de los bienes vendidos. Mientras que el ingreso, particularmente el ingreso por ventas, está asociado al sector de comercialización de la empresa, el costo de producción está estrechamente relacionado con el sector tecnológico” (Pérez A., 2022, p. 45).

5.3.1. Insumos

La inversión en bórax, gas natural seco, carbón, carbonato de sodio, asciende a S/. 410900 (ver anexo A10).

5.3.2. Mano de obra directa

La inversión en personal que operara la planta de fundición se tiene entre ellos:

ingeniero de planta, horneros de fundición, operarios de producción, supervisión de calidad asciende a S/. 618000 (ver anexo A11).

“La cantidad de capital de trabajo que tiene una empresa generalmente dependerá de su industria. Algunos sectores que tienen ciclos de producción más largos pueden necesitar mayor capital de trabajo. Para calcular el capital de trabajo, se debe restar los pasivos circulantes de una empresa de sus activos circulantes” (Moreno N., Suarez C., 2019, p. x).

5.3.2.1. Mano de obra indirecta

La inversión en mano obra indirecta asciende a S/. 421200 (ver anexo A15).

5.3.2.2. Materia prima

La inversión en materia prima asciende a S/. 1256850 (ver anexo A16).

5.3.2.3. Gastos de Constitución de empresa

La inversión en constitución formal de la empresa, capacitación del personal y programas de concientización de la sociedad, asciende a S/. 53000 (ver anexo A17).

5.4. Componentes de los costos de producción

5.4.1. *Suministros*

La inversión en suministros para la fundición de materiales reciclables de plomo asciende a S/. 144000 (ver anexo A12).

5.4.2. *Costo de producción en planta de fundición de plomo*

La inversión en costos de producción consiste en insumos, mano de obra directa, materia prima, mano de obra indirecta, servicios asciende a S/. 2850950 (ver anexo A13).

5.4.3. *Gastos de servicios por ventas*

La inversión en transporte de productos, publicidad, programas de concientización sociedad, asciende a S/. 110000 (ver anexo A14).

CAPITULO VI: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

6.1. Inversiones

“La cantidad de dinero necesaria para poner el proyecto en operación es conocida como inversión del proyecto. Dicha inversión podrá estar integrada por varios rubros” (Moreno N., Suarez C., 2019, p. x), las que serán consideradas las más pertinentes con la finalidad de viabilizar el proyecto. Las inversiones que este tipo de proyectos propone aumentar los recursos financieros que en el futuro generen rentabilidad.

6.1.1. Estimación de las inversiones a largo plazo.

“La estimación de la inversión se puede realizar a largo plazo y son las que se realizan por más de 1 año con la finalidad de obtener una mayor rentabilidad. Es decir, si hay planes a futuro que no son inmediatos, pero que requieren una gran cantidad de dinero, que sirve para determinar la capacidad productiva óptima de la planta, basándose en la hipótesis de que existe una relación entre el monto de la inversión y la capacidad productiva del proyecto” (Béjar S., 2019, p. x).

Los activos fijos tangibles, activos fijos intangibles y capital de trabajo, constituyen componentes de la inversión de un proyecto. A largo plazo, y escogiendo estratégicamente los productos en los que se invierte, podrá beneficiar de beneficios fiscales.

En concreto, podrá beneficiar a los diferentes sectores de la economía, y solo tendrá que tributar cuando la inversión genere beneficios, a largo plazo y corto plazo.

“Los proyectos de inversión suelen someterse a procesos de evaluación que determinan su conveniencia: su rentabilidad, su margen de riesgo y otros aspectos posibles, como el aspecto ambiental, legal y administrativo” (Moreno N., Suarez C., 2019, p. 89).

A) Activos tangibles

“Los activos tangibles constituyen todos los activos fijos que se utilizarán en el proceso de producción o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto. Entre estos se tiene los siguientes rubros: los terrenos, las obras físicas (edificios industriales, oficinas, vías de acceso, estacionamientos, almacenes, etc.), equipamiento de planta, muebles en general, vehículos y la infraestructura de servicios (agua potable, desagües, red eléctrica, energía, etc.)” (Béjar S., 2019, p. x). “Los activos fijos deben estar sujetos a “depreciación” que servirá como escudo fiscal en la contabilidad del proyecto. Cabe mencionar que muchas veces los terrenos e infraestructuras aumentan su valor por la plusvalía generada por el desarrollo urbano o rural; sin embargo, también pueden perder su valor en el mercado por lo cual es común considerar el valor del terreno como constante” (Béjar S., 2019, p. x).

Tabla 29

Costo de equipos y maquinarias

Equipos y maquinarias del proceso	Capacidad	Cantidad	Costo FOB (\$)	Costo total (S/)
Faja transportadora	0.5 TM/hr	2 líneas	21000	75600
Trituradora de baterías	3 TM/hr	1 línea	385260	1386936
Tanque de separación	40 TM/mes	1 línea	5000	18000
Estación de recuperación electrolítica	500 TM/mes	1 línea	15000	54000
Línea de fundición con sistema de control de contaminación	1000 TM/mes	1 línea	95000	342000
Horno de refinación de plomo con su sistema auxiliar	40 TM/mes	2 líneas	76120	274032
Máquina de fundición de lingotes	10 TM/hr	1 línea	63500	228600
Camión recolector	20 TM	1 unidad	90000	324000
Equipo de tratamiento de efluentes	5 TM/hr	1 línea	40000	144000
Instrumentos de control de proceso		1 línea	7230	26028
camionetas para administración		2 unidades	50000	180000
Empaquetadora		1 unidad	10000	36000
Electroimán		2 unidades	500	1800
Montacarga		1 unidad	8000	28800
Precios totales				3119796

Nota: Elaboración propia

- **Costo del terreno y mejoras de terreno:** En el capítulo de ingeniería se ha calculado el área requerida para la instalación de la planta de fundición, considerando el área administrativa y el área de proceso. El área representa donde se ubicará espacialmente la planta. Los terrenos y su mejora costarán un total de S/. 156000, que representa el 2.32 % de la inversión de activos fijos tangibles (ver anexo E9).
- **Edificaciones planta y oficinas:** “En este campo se incluyen los gastos relacionados con excavaciones y movimiento de tierras, vías de acceso, cimientos, levantamiento de muros y construcción de edificaciones; así como las instalaciones y acabados” (Béjar S., 2019, p. x).
- **Maquinaria y equipo:** Este rubro es valorizado en S/. 3119796. (ver Tabla 29). Se consideran el costo de las máquinas y los equipos auxiliares usados en el proceso.
- **Bienes administrativos:** Como muebles en general (oficinas y planta) se considerarán por una cantidad de S/. 28598 (ver anexo E1) los siguientes requerimientos: Microondas, escritorios y estantes, juego de comedor (mesa y sillas), juego de baño completo, sillas, sillones, archivador, estante de madera, laptops, teléfonos de oficina, mesas de recepción, de oficina y de reuniones, así como duchas para el personal de planta.
- **Construcción de área administrativa y área de servicio:** Para realizar las instalaciones y conexiones necesarias para la actividad administrativa y de servicios, será necesario contratar o tercerizar la construcción dedicada al rubro. El cálculo estimado es 20.11 % (ver Tabla 30) del valor de los activos tangibles.
- **Construcción de la planta de proceso:** Se tiene que construir la planta de procesos para la producción de lingotes de plomo orientadas a satisfacer de manera eficiente las necesidades de la demanda, garantizando condiciones óptimas de los lingotes de plomo y el empleo de métodos de mejora continua, se estimado una inversión de S/.

2000000 (29.80 % de los activos fijos tangibles, en Tabla 30). Se consideran cuatro áreas: recepción de materia prima, proceso de fundición, almacén con despacho y tratamientos de desecho.

- **Análisis metalúrgico y control de calidad:** Activo necesario para implementar las “áreas de análisis metalúrgico cumpliendo con eficiencia, eficacia, calidad y economía, que permitirá obtener la satisfacción de los clientes. Con el empleo de métodos de mejora continua, buscaremos como norma de vida en la organización la calidad total” (Calle F., Mejía Q. 2011, p. 85).

Tabla 30

Activos fijos tangibles

Activos fijos tangibles	Costo (S/.)	Porcentaje (%)
Equipos y maquinarias del proceso	3119796	46.48
Bienes administrativos	28598	0.43
Bienes de mantenimiento y emergencia	47844	0.71
Bienes de seguridad y vigilancia	5040	0.08
Equipos de análisis metalúrgico y control de calidad	5040	0.08
Terreno	117000	1.74
Mejoras de terreno	39000	0.58
Construcción de área administrativa	900000	13.41
Construcción de área de servicios	450000	6.70
Construcción de planta de producción	2000000	29.80
Total activos tangibles	6,712,318	100

Nota: Elaboración propia

B) Activos intangibles

Los activos intangibles (ver Tabla 31) del proyecto por un total de S/. 269000, “son aquellos que no pueden ser materializados físicamente, sin embargo, colaboran con la generación de utilidades a la empresa, a continuación, se mencionará a los elegidos del proyecto” (Béjar S., 2019, p. 89).

- Estudio previo y definitivo
- Supervisión del proyecto inicial
- Gastos de puesta en marcha
- Gastos imprevistos

Tabla 31*Activos fijos intangibles*

Activos fijos intangibles	S/	Porcentaje
Estudio previo y definitivo	189000	70.26
Supervisión del proyecto inicial	50000	18.59
Gastos de puesta en marcha	20000	7.43
Gastos imprevistos	10000	3.72
Total activos intangibles	269,000	100

Nota: Elaboración propia

6.1.2. Estimación de las inversiones de corto plazo (capital de trabajo)

“En el caso de terreno, con un cálculo de ajuste se puede demostrar que la proporción es un porcentaje del valor de los equipos. El m² del terreno en Anta está S/. 150. En el plano se demuestra que se necesitan 780 m² para la instalación total de la planta” (Béjar S., 2019, p. 90), lo que da un total de S/. 117000 y su mejora S/. 39000, el valor de los equipos es de S/. 3119796, entonces:

$$\text{Proporción} = \frac{\text{Maquinaria y equipo}}{\text{Terreno} + \text{mejora}}$$

Se muestra la Tabla 32 de capital de trabajo para el funcionamiento de la fundición, considera muchos rubros requeridos para la fundición de plomo.

Tabla 32**Capital de trabajo**

Capital de trabajo	monto total anual (S/)	Monto trimestral (S/.)	Monto mensual (S/.)	Porcentaje
Materia prima	1256850	314213	104738	43.93
Insumos	410900	102725	34242	14.36
Mano de obra directa	618000	154500	51500	21.60
Mano de obra indirecta	421200	105300	35100	14.72
Servicios	144000	36000	12000	5.03
Imprevistos	10000	2500	833	0.35
Total	2,860,950	715,238	238,413	100

Nota: Elaboración propia

Para la inversión total del proyecto y poner en actividad la empresa dedicada al reciclado de baterías de plomo por fusión reductora se requiere S/. 8461314 según muestra la Tabla 33. En esta tabla, se considera: activos fijos intangibles, activos fijos tangibles, el 40 % del capital de trabajo y contingencias (5 % activo fijo tangible).

Tabla 33**Inversión total**

Activos fijos intangibles	S/	Porcentaje
Activos fijos tangibles	6712318	79.33
Activos fijos intangibles	269000	3.18
Capital de trabajo (40 %)	1144380	13.52
Contingencias (5 % activo fijo tangible)	335616	3.97
Inversión Total	8461314	100

Nota: Elaboración propia

6.2. Costos de producción

La determinación de los costos se hace de manera estimativa según el tamaño de planta y los cálculos de ingeniería de balance de materia y energía, ya que la mayor parte de estas empresas priorizan mucho más la producción y venta de sus productos.

Tabla 34***Cálculo de los costos por materias primas***

Año	Materia prima (S/.)	Insumos (S/.)	Total (S/.)
2023	0	0	0
2024	1256850	410900	1667750
2025	1256850	410900	1667750
2026	1256850	410900	1667750
2027	1256850	410900	1667750
2028	1256850	410900	1667750
2029	1256850	410900	1667750

Nota: Elaboración propia

6.2.1. Costos de materias primas

La materia prima proviene de las chatarras de baterías de plomo de Cusco. Ver Tabla 34, sobre materias primas e insumos (Bórax, gas natural seco, carbón, y carbonato de sodio).

6.2.2. Costo de la mano de obra directa

“El valor de lo que representa la mano de obra monetariamente constituye uno de los principales puntos de los costos de operación de un proyecto. Se necesitará identificar y cuantificar al personal que se necesitará, tanto en el área productiva como en la administrativa. Para el área productiva se considerará un total de 15 trabajadores operarios (Béjar S., 2019, p. 78).

La importancia relativa que tenga dentro de éstos dependerá, de la especialización de los operarios de planta y de la coyuntura y de las leyes laborales, etc.

Para el cálculo de mano de obra directa, se tiene 15 trabajadores distribuidos en ingeniero de planta, horneros de fundición, operarios de producción, supervisión de calidad,

operarios de laboratorios, recepcionistas y clasificadores de materia prima. En la Tabla 35 detalla la distribución del personal.

Tabla 35

Cálculo del costo por mano de obra directa

Costo de mano de obra directa más beneficios sociales	Cantidad	Sueldo mensual (S/)	Descuento trabajador ONP	Es Salud	Sueldo mensual del colaborador	Total sueldo anual	Gratificaciones	CTS	Total anual (S/)
Ingeniero de Planta	1	6000	780	540	7320	87840	14640	7027	109507
Horneros de fundición	3	9000	1170	810	10980	131760	21960	10541	164261
Operarios de producción	6	15000	1950	1350	18300	219600	36600	17568	273768
Supervisión de calidad	1	4000	520	360	4880	58560	9760	4685	73005
Operarios de laboratorios	1	3500	455	315	4270	51240	8540	4099	63879
Recepción y clasificación de materia prima	3	7500	975	675	9150	109800	18300	8784	136884
Total									618,000

Nota: Elaboración propia

6.2.3. Costo indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta)

Para la mano de obra indirecta, en el área administrativa contará con un total de 18 trabajadores, entre ellos un Gerente general, Jefe de administración, finanzas y recursos humano, Asistente de seguridad y medio ambiente, Supervisor de almacén, Jefe de logística, Montacarguista, Técnico electricista, Técnico mecánico, Vigilantes de seguridad y Personal de limpieza. La Tabla 36 muestra el requerimiento de obra indirecta con sus correspondientes sueldos y los respectivos beneficios sociales, así como los aportes laborales contemplados por las leyes laborales.

Tabla 36***Cálculo del costo por mano de obra indirecta***

Puestos Directos	Cantidad	Sueldo mensual (S/)	Descuento trabajador ONP	Es Salud	Sueldo mensual del colaborador	Total sueldo anual	Gratificaciones	CTS	Total anual (S/)
Gerente General	1	7000	910	630	8540	8540	1452	683	10675
Jefe de Administración y Finanzas	1	4500	585	405	5490	5490	933	439	6863
Asistente social	1	2500	325	225	3050	3050	519	244	3813
Asistente de Recursos Humanos	1	2500	325	225	3050	3050	519	244	3813
Jefe Comercial	1	4500	585	405	5490	5490	933	439	6863
Montacarguista	1	2000	260	180	2440	2440	415	195	3050
Técnico mecánico-electricista	1	2500	325	225	3050	3050	519	244	3813
Vigilantes de seguridad	1	1200	156	108	1464	1464	249	117	1830
Personal de limpieza	1	1200	156	108	1464	1464	249	117	1830
Total									421,200

Nota: Elaboración propia

La Tabla 37, nos muestra los costos de insumos y servicios. Para el caso de los insumos se considera: bórax, gas natural seco, carbón y carbonato de sodio. Cabe mencionar que los “insumos como elementos que se consideran clave en el proceso de producción o elaboración de un determinado producto, siendo estos la parte esencial para la elaboración del producto final que se pondrá en el mercado” (Pérez A., 2022, p. 40). Para el caso de los servicios se consideran los siguientes costos: requerimiento de agua en el proceso, requerimiento de agua en servicios, telefonía e internet, transporte y exportación

Tabla 37***Cálculo costos de insumos y servicios***

Año	Insumos (S/.)	Suministros (S/.)	Total (S/.)
2023	0	0	0
2024	410900	144000	554900
2025	410900	144000	554900
2026	410900	144000	554900
2027	410900	144000	554900
2028	410900	144000	554900
2029	410900	144000	554900
2030	410900	144000	554900

Nota: Elaboración propia

CAPITULO VII: PRESUPUESTOS Y FLUJOS DE FONDOS

7.1. Presupuesto operativos

“El objetivo del presupuesto operativo es facilitar la realización de las operaciones de la empresa. Para cumplir con su finalidad, este debe tener en cuenta todos los ingresos y los gastos necesarios para que la empresa pueda llevar a cabo su actividad productiva o comercial” (ESAN, 2019, p. 2)

“El presupuesto operativo es guía que facilita las decisiones de las diferentes áreas operativas de una empresa, facilitando una visión a corto plazo de sus necesidades para cumplir sus objetivos de ventas. Además, es de gran utilidad para comunicar los recursos necesarios para su cumplimiento. Cómo su finalidad es principalmente operativa, los gastos contables se deben dividir en fijos y variables” (Calle F., Mejía Q. 2011, p. 47)

Tabla 38

Presupuestos de ingresos por ventas

Ingreso por ventas	Ventas (S/.)			Total ventas	Existencias
	Plomo refinado por batería	Plomo refinado por chatarra	Polipropileno		
2023	0	0	0	0	0
2024	5228724	2078680	37303	7344707	734471
2025	5228724	2078680	37303	7344707	734471
2026	5228724	2078680	37303	7344707	734471
2027	5228724	2078680	37303	7344707	734471
2028	5228724	2078680	37303	7344707	734471
2029	5228724	2078680	37303	7344707	734471
2030	5228724	2078680	37303	7344707	734471

Nota: Elaboración propia

7.1.1. Presupuesto de ingreso por ventas

La Tabla 38 muestra la demanda y el precio de venta de éstos a S/. 50 y se calcula el ingreso por ventas que se tendrá anualmente en soles. El presupuesto de ventas se define

como un plan financiero que estima la rentabilidad de una compañía para un período determinado. Es una herramienta útil para establecer metas y objetivos de ventas y también para controlar su cumplimiento (Calle F., Mejía Q. 2011, p. 67).

7.1.2. Presupuesto operativo de costos

“Por una parte, algunas de las ventajas que se pueden presentar de cara al uso de este presupuesto pueden ser: Mayor control sobre el origen de los costos, estudio de la evolución anual de ciertas partidas clave de costos. Establecimiento de metas a corto y largo plazo en un periodo determinado” (Pérez A., 2022, p. 70), para el caso del proyecto se considera anual.

La Tabla 39 “muestra la depreciación de los activos fijos tangibles que se usarán para el cálculo del presupuesto de costo de producción que se encuentra detallado” (Béjar S., 2019, p. x), en la Tabla 40. La Tabla 41 muestra la amortización, como una distribución sistemática del importe amortizable de un activo para periodo 2024-2030, considerado como horizonte del proyecto

7.1.3. Presupuesto operativo de gastos

La Tabla 42, contiene el presupuesto operativo de gastos generales, se ha estimado considerando los gastos de ventas, administrativos y operativos. Ha sido necesario calcular la amortización de los activos fijos intangibles (Tabla 41) y a la vez usar el cálculo de la depreciación no fabril.

La Tabla 42, muestra el presupuesto de gastos generales como un cálculo que sirve a los estudios de factibilidad del proyecto. Para realizar las compras y controlar el volumen de gasto. Un documento que forma parte de un documento mayor y que se elige como el principal para el presupuesto general (Pérez A., 2022, p. 79).

Tabla 39

Presupuesto de depreciación de activos fijos tangibles

Activo Fijo Tangible	Importe (S/)	% Depreciación	Año								Deprec. Total	Valor residual
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
Terreno	117000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117000
Mejoras de Terreno	39000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39000
Equipos y maquinarias de proceso (f)	3119796	8	0	249584	249584	249584	249584	249584	249584	249584	1747086	1372710
Equipos de análisis metalúrgico y control de calidad (f)	10800	10	0	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	7560	3240
Edificaciones de planta de proceso (f)	2016000	5	0	100800	100800	100800	100800	100800	100800	100800	705600	1310400
Equipos de seguridad y vigilancia (nf)	5040	10	0	504	504	504	504	504	504	504	3528	1512
Inversión en bienes administrativos(nf)	28598	8	0	2288	2288	2288	2288	2288	2288	2288	16015	12583
Edificaciones oficinas administrativas (nf)	900720	5	0	45036	45036	45036	45036	45036	45036	45036	315252	585468
Equipos de mantenimiento y emergencia (nf)	47844	10	0	4784	4784	4784	4784	4784	4784	4784	33491	14353
Total	6284798		0	404076	2828532	3456267						
Depreciación acumulada				404076	808152	1212228	1616304	2020380	2424456	2828532		
Deprec. Fabril	5146596			351464								
Deprec. No Fabril	982202			52612								
Valor no depreciado	3232608											3456267
Valor de mercado												0.75
Valor de salvamento (75%)												2592200

Nota: Elaboración propia

Tabla 40

Presupuesto de costo de producción

Rubro	Año							
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Costo Producción (S/.)	0	2850950	2850950	2850950	2850950	2850950	2850950	2850950
Depreciación fabril (S/.)	0	351464	351464	351464	351464	351464	351464	351464
Total Costo Producción (S/.)	0	3202414						

Nota: Elaboración propia

Tabla 41

Presupuesto de amortización de activos fijos intangibles

Activo Fijo Tangible	Importe (S/)	% Amortización	Año								Amortización total	Valor residual	
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030			
Intereses Pre operativos	269000	14.2857		38429	38429	38429	38429	38429	38429	38429	38429	269000	0
Total	269000			38429	269000	0							

Nota: Elaboración propia

Tabla 42

Presupuesto de gastos generales

RUBRO	Año							
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Gastos Administrativos	458000	83135						
Mano de obra indirecta		63135	63135	63135	63135	63135	63135	63135
Supervisión del proyecto inicial y puesta en marcha	198000							
Estudios: previo, definitivo y afines	189000							
Gastos de Constitución de empresa	53000							
Seguro		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Servicios administrativos	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
Impuestos Municipales	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Gastos de ventas	6000	111000						
Transporte de productos		100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
Embalaje de productos		5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Publicidad	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Gastos Operativos	0	2653054						
Materia prima		1256850	1256850	1256850	1256850	1256850	1256850	1256850
Insumos		410900	410900	410900	410900	410900	410900	410900
costo de mano de obra directa más beneficios sociales		821304	821304	821304	821304	821304	821304	821304
Suministros		144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000
Mantenimiento máquinas y equipos de proceso		20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Depreciación No Frágil	0	52612						
Gastos Generales	464000	2899801						
Amortización Intangibles	0	1211892						
Total Gastos Generales	464000	4111694						

Nota: Elaboración propia

7.2. Presupuestos financieros

“Un presupuesto financiero es una herramienta de planificación de suma importancia, donde se describen los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos a largo plazo” (Moreno N., Suarez C., 2019, p. x).

7.2.1. Presupuesto de servicio de deuda

Tabla 43 se observa el coeficiente deuda capital en 2.36, y sus correspondientes porcentajes son: deuda y capital de 70.26% y 29.74% individualmente.

Tabla 43

Financiamiento y relación deuda/capital

Estructura de financiamiento del proyecto	S/	Porcentaje	Relación deuda capital
Aporte de los socios	2516301	29.74	2.36
Corporación Financiera Internacional (CFI)	5945014	70.26	
Total	8461314	100	2.36

Nota: Elaboración propia

“Además, se ha calculado el presupuesto de gastos financieros o el servicio de la deuda considerando una tasa efectiva anual (TEA) de 10%, 1 año de gracia parcial de periodo pre operativo, usando el método de cuotas constantes” (Béjar S., 2019, p. 85).

Tabla 44*Servicio de la deuda*

Periodo	Deuda	Amortización	Interés	cuota	Saldo	Amortización acumulada
2023	0	0	0	0	0	0
2024	5900000	621892	590000	1211892.45	5278107.55	621892
2025	5278107.55	684082	527810.76	1211892.45	4594025.86	1305974
2026	4594025.86	752490	459402.59	1211892.45	3841536.00	2058464
2027	3841536.00	827739	384153.60	1211892.45	3013797.15	2886203
2028	3013797.15	910513	301379.71	1211892.45	2103284.41	3796716
2029	2103284.41	1001564	210328.44	1211892.45	1101720.41	4798280
2030	1101720.41	1101720	110172.04	1211892.45	0.00	5900000
Total		5,900,000				

Nota: Elaboración propia

7.2.2. *Presupuesto de ganancias y pérdidas*

Los presupuestos de pérdidas y ganancias (P&L) de proyectos se consideran herramientas de planificación financiera y son utilizados por los formuladores para crear presupuestos de ingresos y gastos a nivel del libro mayor. “Nos permite medir y analizar diversos parámetros que, al ser evaluados correctamente, nos dan una mejor idea de la rentabilidad del proyecto. Este reporte cuando se compara con otros informes contables básicos, como el balance general o el estado de flujo de efectivo, es de mucha utilidad” (Moreno N., Suarez C., 2019, p. 200).

Tabla 45

Estado de ganancias y pérdidas

RUBRO	Año							
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso por ventas	0	7344707	7344707	7344707	7344707	7344707	7344707	7344707
(-) Costo de producción	0	3202414	3202414	3202414	3202414	3202414	3202414	3202414
(=) Utilidad bruta	0	4142293						
(-) Gastos generales	464000	2899801	2899801	2899801	2899801	2899801	2899801	2899801
(-) Gastos financieros	0	590000	527811	459403	384154	301380	210328	110172
(+) Venta de activos en el mercado	0	0	0	0	0	0	0	2592200
(-) Valor en libros de activos	0	0	0	0	0	0	0	3456267
= Utilidades antes de Participación e Impues.	-464000	652492	714681	783090	858339	941112	1032164	268253
(-) Participación de los trabajadores (10%)	0	65249	71468	78309	85834	94111	103216	26825
(=) Utilidad antes de impuestos	-464000	587243	643213	704781	772505	847001	928947	241428
(-) Impuesto a la renta (29.5%)	0	19249	21083	23101	25321	27763	30449	7913
(=) Utilidad antes de reserva legal	-464000	567994	622130	681679	747184	819238	898498	233515
(-) Reserva legal (Hasta 10%)	0	56799	62213	68168	74718	81924	89850	23351
(=) Utilidad disponible	-464000	511195	559917	613511	672465	737315	808649	210163
Repartición de utilidades 70%	0	357836	391942	429458	470726	516120	566054	147114
Utilidades para Capital de Trabajo 30%	0	153358	167975	184053	201740	221194	242595	63049
Resultados Acumulados	464000	-310642	-142666	41387	243127	464321	706916	769965

Nota: Elaboración propia

7.2.3. Presupuesto de estado de situación financiera

“Un presupuesto financiero es una herramienta de planificación de suma importancia, donde se describen los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos de una empresa a largo plazo” (Pérez A., 2022, p. 178).

Tabla 46

Estado de situación financiera

RUBRO	Año				
	2023	2024	2025	2026	2027
Activo Corriente	-464000	4108206	4116603	4125841	4136002
Efectivo	-464000	3220376	3214157	3207317	3199792
Capitalización	0	153358	167975	184053	201740
Existencias	0	734471	734471	734471	734471
Activo No Corriente	6473798	9866939	10118387	10313865	10447775
Activo fijo tangible	6284798	5880722	5476646	5072571	4668495
Activos intangibles y otros	189000	2960249	2527615	1970602	1276773
Depreciación acumulada	0	404076	808152	1212228	1616304
Amortización acumulada	0	621892	1305974	2058464	2886203
Total Activo	6009798	13975145	14234991	14439705	14583777
Pasivo Corriente	0	641141	705165	775591	853060
Parte Corriente DLP	0	621892	684082	752490	827739
Tributos por pagar	0	19249	21083	23101	25321
Pasivo No Corriente	0	5900000	5278108	4594026	3841536
Deuda Largo Plazo	0	5900000	5278108	4594026	3841536
Total pasivo	0	6541141	5983272	5369617	4694596
Patrimonio neto	6009798	6267151	6489262	6732865	7000109
Capital Social	6009798	6009798	6009798	6009798	6009798
Reserva Legal	0	56799	62213	68168	74718
Resultados del Ejercicio		511195	559917	613511	672465
Resultados Acumulados	0	-310642	-142666	41387	243127
Total Patrimonio y Pasivos	6009798	12808292	12472534	12102482	11694705
Recurso para igualar: T. ACTIVO =TOTAL PATRI, Y PASIVO					
Total Patrimonio y Pasivos	6009798	12808292	12472534	12102482	11694705
Total Activo	6009798	13975145	14234991	14439705	14583777
Otros activos	0	-1166853	-1762456	-2337224	-2889072
	0	2960249	2527615	1970602	1276773

Nota: Elaboración propia

El objeto de las proyecciones de la situación financiera (Tabla 46) es mostrar anticipadamente la repercusión que tendrá la situación financiera y el resultado de las operaciones futuras de la empresa al incluir operaciones que no se han realizado.

7.2.4. Presupuesto de caja

El presupuesto de caja (Tabla 47) “es la estimación de las entradas y salidas de dinero de una empresa en un período de tiempo específico. Sirve para evaluar si la organización tendrá suficiente efectivo para operar normalmente durante el período de tiempo materia de proyección. Estima el presupuesto de caja: Ingresos futuros menos egresos futuros. Este procedimiento se debe realizar por cada año” (Moreno N., Suarez C., 2019, p. x).

7.3. Flujo de caja anual

“Cuando hablamos de flujo de caja anual, nos referimos a un término económico que tiene que ver con las salidas y entradas netas de dinero. El estado de flujo de efectivo es un estado financiero básico que informa sobre las variaciones y los movimientos de efectivo y sus equivalentes en un periodo dado. Muestra el efectivo que ha sido generado y aprovechado en las actividades operativas, de inversión y financiamiento de la empresa” (ESAN, 2019, p. 10)

7.3.1. Flujo de fondos económicos

“En la Tabla 48 se muestra los flujos de fondo económicos que servirán para la elaboración de la evaluación económica. En este flujo se considera en el año 0 la inversión total; es decir. La deuda total y el capital social” (ESAN, 2019, p. 11).

7.3.2. Flujo de fondos financieros

Tabla 49 se muestra los “flujos de fondos financieros que servirán para la elaboración de la evaluación financiera. En este flujo se considera en el año 0 únicamente el capital social. Que significa el 40% de la inversión total. Además, se debe restar la amortización de la deuda para todos los años (ESAN, 2019, p. x).

Tabla 47

Presupuesto de caja (Ingresos y Egresos)

RUBRO	Año							
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	0	7344707.06						
Ventas	0	7344707	7344707	7344707	7344707	7344707	7344707	7344707
Egresos	464000	4124331	4130550	4137390	4144915	4353193	4162298	4085907
Gastos Administrativos	458000	83135	83135	83135	83135	83135	83135	83135
Gastos de ventas	6000	111000	111000	111000	111000	111000	111000	111000
Gastos Operativos	0	2653054	2653054	2653054	2653054	2653054	2653054	2653054
Amortización de deuda	0	621892	684082	752490	827739	910513	1001564	1101720
Gastos financieros	0	590000	527811	459403	384154	301380	210328	110172
Compra de activos fijos	0	0	0	0	0	200000	0	0
Participación colaboradores	0	65249	71468	78309	85834	94111	103216	26825
Flujo de caja anual	-464000	3220376	3214157	3207317	3199792	2991514	3182409	3258800

Nota: Elaboración propia

Tabla 48

Flujo de caja económico del proyecto

RUBRO	Año							
	2023 = 0	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Inversión Total	-8461314							
(+) Utilidad antes de reserva legal	0	567994	622130	681679	747184	819238	898498	233515
(+) Amortización de intangibles	0	38429	38429	38429	38429	38429	38429	38429
(+) Depreciación fabril	0	351464	351464	351464	351464	351464	351464	351464
(+) Depreciación no fabril	0	0	52612	52612	52612	52612	52612	52612
(+) Gastos financieros	0	590000	527811	459403	384154	301380	210328	110172
(+) Valor residual (V. Libros)								3456267
(+) Capital de trabajo								1144380
Flujo neto de fondos económicos	-8461314	1547887	1592445	1583586	1573842	1563123	1551331	5386838

Nota: Elaboración propia

Tabla 49

Flujo de caja financiero del proyecto

RUBRO	Año							
	2023 = 0	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Inversión Total	-8461314							
Préstamo	5945014							
Utilidad antes de la reserva legal	0	567994	622130	681679	747184	819238	898498	233515
(+) Amortización de intangibles	0	38429	38429	38429	38429	38429	38429	38429
(+) Depreciación fabril	0	351464	351464	351464	351464	351464	351464	351464
(+) Depreciación no fabril	0	0	52612	52612	52612	52612	52612	52612
(-) Amortización del préstamo	0	-621892	-684082	-752490	-827739	-910513	-1001564	-1101720
(+) Valor residual (V. Libros)								0
(+) Capital de trabajo								5278108
Flujo neto de fondos financieros	-2516301	335994	380553	371694	361949	351230	339439	4852406

Nota: Elaboración propia

CAPITULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

8.1. Evaluación de proyectos de inversión

“Se empezará hallando el COK, conocido como la tasa que el accionista está dispuesto a recibir como mínimo. Utilizamos esta tasa para los siguientes análisis con el objetivo de que los retornos de inversión sean mayores al COK” (Pérez A., 2022, p. 70).

$$R_f = \text{Tasa libre de riesgo} = 3.32\%$$

$$\beta = \text{Prima de riesgo de mercado} = 0.81\%$$

$$R_m = \text{Tasa de rentabilidad del sector industrial} = 9.5 \%$$

$$COK = 3.32 + 0.81 * (9.5 - 3.32) = 8.32 \cong 9 \%$$

“La tasa libre de riesgo es lo mínimo que como empresa se espera recibir, es decir, “un porcentaje prácticamente asegurado de ganancia, la prima de riesgo de mercado es el adicional que se quisiera obtener y la tasa de rentabilidad del sector industrial (reciclaje) es evidentemente la tasa de ganancia que en promedio se obtiene por pertenecer a ese sector” (Béjar S., 2019, p. 90).

“Luego de las evaluaciones se espera obtener una TIR mayor al COK para que el proyecto de más ganancias de las que el accionista espera, de ese modo se tendría más inversores interesados en aportar para financiar el proyecto. Entonces, 9 %, es el mejor rendimiento alternativo, de igual riesgo, en el mercado de capitales” (ESAN, 2019, p. x).

8.2. Evaluación financiera: VANF, TIRF, (B/C)F, PRF

Las Tablas 50 y 51 muestra los cálculos de los indicadores financieros y económicos: VAN, TIR, (B/C) y PR, obtenidos a partir de los datos contenidos en las tablas anteriores.

Tabla 50***Evaluación económica del proyecto***

Rubro	Año							
	2023 = 0	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7
Factor de actualización	1.00000	0.91743	0.84168	0.77218	0.70843	0.64993	0.59627	0.54703
Flujo neto de fondos económicos	-8461314	1547887	1592445	1583586	1573842	1563123	1551331	5386838
VA. FNNE al Kc (9 %)	-8461314	1420079	1340329	1222819	1114949	1015922	925008	2946785
Valor actual neto económico	1524578							
Beneficio	9985893							
Flujo neto de fondos económicos de recuperación	-8461314	-7041234.88	-5700905.48	-4478086.14	-3363136.97			
VAN económico al 9 %	1524578							
Relación (B / C)E =	1.18							
TIR Económico =	13.32%							
Periodo de recuperación PRE (años) =	7.02							

Nota: Elaboración propia

Tabla 51***Evaluación financiera del proyecto***

Rubro	Año							
	2023 = 0	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7
Factor de actualización	1.00000	0.85609	0.73289	0.62742	0.53713	0.45983	0.39366	0.33701
Flujo neto de fondos financieros	1.00000	0.91743	0.84168	0.77218	0.70843	0.64993	0.59627	0.54703
VA. FNNF al Kc (16.81%)	-2516301	335994	380553	371694	361949	351230	339439	4852406
Valor actual neto financiero	-2516301	308252	320304	287016	256414	228275	202396	2654432
Beneficio	1740789							
Flujo neto de fondos económicos de recuperación	4257089							
Van económico al 16.81%	1740789							
Relación (B/C)F =	1.69							
TIRF=	20.25							
Periodo de recuperación: PRF (años) =	7.89							

Nota: Elaboración propia

8.3. Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto

La evaluación económica y financiera se aplica en estudios de proyectos con la finalidad de tomar decisiones adecuadas de una de inversión, Se determina la inversión total y luego se evalúa a través de ratios e indicadores si esta inversión generara utilidades económicas, como consecuencia de operar el proyecto.

8.3.1. Análisis de ratios

Las ratios se analizarán de la siguiente manera:

A) Índice de liquidez

$$\text{Razón corriente} = \frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}} = \frac{4108206}{641141} = 6.4$$

La ratio de 6.4 es mayor que 1, indica que el proyecto puede cubrir sus gastos con los ingresos generados por la venta de los lingotes de plomo en el corto plazo.

B) Índice de Actividad, Rotación o Eficiencia

$$\text{Razón corriente} = \frac{\text{Ventas netas anuales}}{\text{Activo fijo neto}} = \frac{7344707}{6473798} = 1.13$$

La rotación es 1.13, el proyecto genera en su operación rotaciones bajas del capital.

C) Índice de endeudamiento

$$\text{Razón deuda – Patrimonio} = \frac{\text{Pasivo total}}{\text{Patrimonio neto}} = \frac{4694596}{7000109} = 0.67 = 67 \%$$

Esta ratio de 0.67 no indica que por 100% invertido en unidades monetarias y aportada por los socios se tiene 67 % de deuda. El proyecto no se encuentra sobre endeudada.

$$\text{Razón de cobertura de intereses} = \frac{UAI}{G. \text{Financieros}} = \frac{652492}{38429} = 16.27$$

El proyecto tiene una ratio positiva con valor de 16.27, y con las ganancias generadas se puede cumplir con las obligaciones de los intereses.

D) Índice de rentabilidad

$$\text{Rentabilidad bruta sobre ventas} = \frac{\text{Ventas} - \text{CV ventas}}{\text{Ventas}} = \frac{4142293}{7344707} = 56 \%$$

$$\text{Rentabilidad neta sobre activos (ROA)} = \frac{UNIDI}{T. \text{activos}} = \frac{511195}{13975145} = 3.66 \%$$

El ROA del proyecto muestra la rentabilidad obtenida por cada sol invertido en el proyecto. Este ROA es cercano al 5% y es positiva. Entonces, 3.66 % es positivo.

8.3.2. Evaluación económica

“La evaluación económica de proyectos corresponde al proceso de identificación, medición, y valorización de los beneficios y costos de un proyecto, desde el punto de vista del bienestar social” (Moreno N. Suarez C. 2019, p. 180).

Tabla 52

Cálculo del flujo neto de los fondos económicos

Rubro	Año							
	2023 = 0	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7
Factor de actualización	1.00000	0.91743	0.84168	0.77218	0.70843	0.64993	0.59627	0.54703
Flujo neto de fondos económicos	-8461314	1547887	1592445	1583586	1573842	1563123	1551331	5386838
VA. FNNE al Kc (9 %)	-8461314	1420079	1340329	1222819	1114949	1015922	925008	2946785

Nota: Elaboración propia

A partir de la tabla anterior, para el análisis económico se evaluarán los resultados obtenidos se muestra en la Tabla 53 los cuales fueron:

Tabla 53

Resumen de resultados económicos

Indicador económico	Cantidad
Van económico al 9 %	S/. 1,524,578
Relación B/C al 9%	1.18
TIR	13.32%
Periodo de recuperación (años) al 9 %	7.02

Nota: Elaboración propia

- Analizando el Valor Actual Neto económico, que muestra la cantidad de S/. 1524578 cantidad obtenida al deducir el valor actualizado de los costos futuros del proyecto del valor actualizado de los beneficios generados en el futuro.
- El hecho de que el indicado Beneficio-coste sea mayor que 1, señala de que el proyecto es rentable, semana que los beneficios son mayores que los costos, durante el funcionamiento del proyecto.
- Específicamente, la tasa interna de retorno económico es 13. 32 % mayor que COK = 9 %, muestra que todo el flujo de caja económico genera intereses superiores al interés de oportunidad de capital.
- El siguiente resultado del periodo de recuperación económica, toma el valor de PRE = 7.02, eso indica que efectivamente es el tiempo que le toma al proyecto recuperar el capital invertido.

8.3.3. Evaluación financiera

Usualmente el análisis financiero está sustentado en el flujo neto de fondos financieros, que mide sobre las variaciones y los movimientos de las finanzas y sus

equivalentes en un periodo dado. Viendo la Tabla 54, se observa que el efectivo que ha sido generado por el proyecto como consecuencia del financiamiento del proyecto

Se pretende conocer la solvencia y liquidez de las inversiones, es decir la capacidad del proyecto para atender las obligaciones a corto y largo plazo. Dentro de sus cálculos está incluida la deuda, lo que no sucede en el análisis económico.

Tabla 54

Flujo neto de fondos financieros

Rubro	Año							
	2023 = 0	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7
Factor de actualización	1.00000	0.91743	0.84168	0.77218	0.70843	0.64993	0.59627	0.54703
Flujo neto de fondos financieros	-2516301	335994	380553	371694	361949	351230	339439	4852406
VA. FNNF al Kc (9 %)	-2516301	308252	320304	287016	256414	228275	202396	2654432

Nota: Elaboración propia

La evaluación financiera nos brinda como información el valor agregado total o financiero que se genera en un proyecto o negocio, tanto por la parte comercial o valor agregado económico, como por el efecto de un menor nivel de costo del endeudamiento o valor agregado de la deuda (Moreno N., Suarez C. 2019, p. 178)

La evaluación financiera es útil dentro proceso de valoración del proyecto de fundición de plomo y sustenta la toma de decisiones de la ejecución del proyecto, porque mide la sensibilidad financiera en un periodo determinado. Se realiza un análisis de sensibilidad de un determinado período de tiempo, del Flujo neto de fondos financieros, y a partir de ella, se obtienen los siguientes indicadores:

Tabla 55***Resumen resultados financieros***

Indicador financiero	Cantidad
Van financiero al 9 %	1740788.86
Relación B/C al 9%	1.69
TIR	20.25%
Periodo de recuperación (años) al 9%	7.89

Nota: Elaboración propia

Como se puede observar, el VANF es mayor que 0, el (B/C)F es mayor a 1, lo que quiere decir que las ganancias son mucho mayores que las pérdidas, para La tasa COK (9%), esto significa que los accionistas esperan obtener ganancias por invertir en el presente proyecto, La TIRF es 20.25 % el proyecto tiene una mayor rentabilidad que la mínima requerida del 9 %. “El propósito del cálculo de la TIRF es lograr apreciar las ventajas que se puede obtener como consecuencia del esquema de financiamiento propuesto en el proyecto de inversión” (ESAN. 2023, p 9).

El Período de recuperación financiero es de 7.89 años, entonces, es el tiempo que le toma al proyecto en recuperar el capital invertido para generar la ejecución del proyecto.

8.4. Punto de equilibrio

“El punto de equilibrio es establecido a través de un cálculo que sirve para definir el momento en que los ingresos de un proyecto cubren sus gastos fijos y variables, esto es, cuando logras vender lo mismo que gastas, no ganas ni pierdes, se ha alcanzado el punto de equilibrio” (Moreno N. Suarez C. 2019, p. 181).

“Siendo así, calcular el punto de equilibrio es fundamental para evaluar la rentabilidad de un proyecto, ya que de esta forma es posible saber cuánto se necesita de ingreso para no perder” (Calle F., Mejía Q. 2011, p. 114).

“El análisis del punto de equilibrio es una forma de averiguar el volumen de ventas mínimo para que un negocio no sufra pérdidas. Un análisis del punto de equilibrio es una poderosa herramienta para la planificación y la toma de decisiones, y para poner de relieve información crítica como los costos, las cantidades vendidas, los precios y mucho más” (Pérez A. 2022, p. 72).

“Conocer este valor, incluso antes de empezar un nuevo proyecto, permite saber qué tan interesante es financieramente tu idea de negocio. Hacer el cálculo también ayuda a saber cuánto tiempo, aproximadamente, necesitará tu negocio para empezar a obtener beneficios. Es decir, es una etapa fundamental para cualquier proyecto” (Moreno N. Suarez C. 2019, p. 180). La Tabla 56 concentra los ingresos y costos que permitirán calcular el punto de equilibrio.

Tabla 56

Ingresos y costos

Rubros para calcular el punto de equilibrio	2024
Ingreso por ventas	7344707
ventas	7344707
Costos variables	2653054
Gastos operativos	2653054
Costos fijos	1471277
Gastos Administrativos	83135
Gastos de ventas	111000
Amortización de deuda	621892
Gastos financieros	590000
Participación colaboradores	65249
Costos totales	4124331

Nota: Elaboración propia

La Tabla 57, nos muestra el escenario para averiguar los beneficios por deducir los costos a los ingresos del proyecto y ver las ganancias y las pérdidas.

Tabla 57

Diferentes escenarios de ingresos y costos

Porcentaje de producción	Ingresos (S/.)	C fijos (S/.)	C totales (S/.)	C variables (S/.)
0	0	1471277	1471277	0
100	7344707	1471277	4124331	2653054

Nota: Elaboración propia

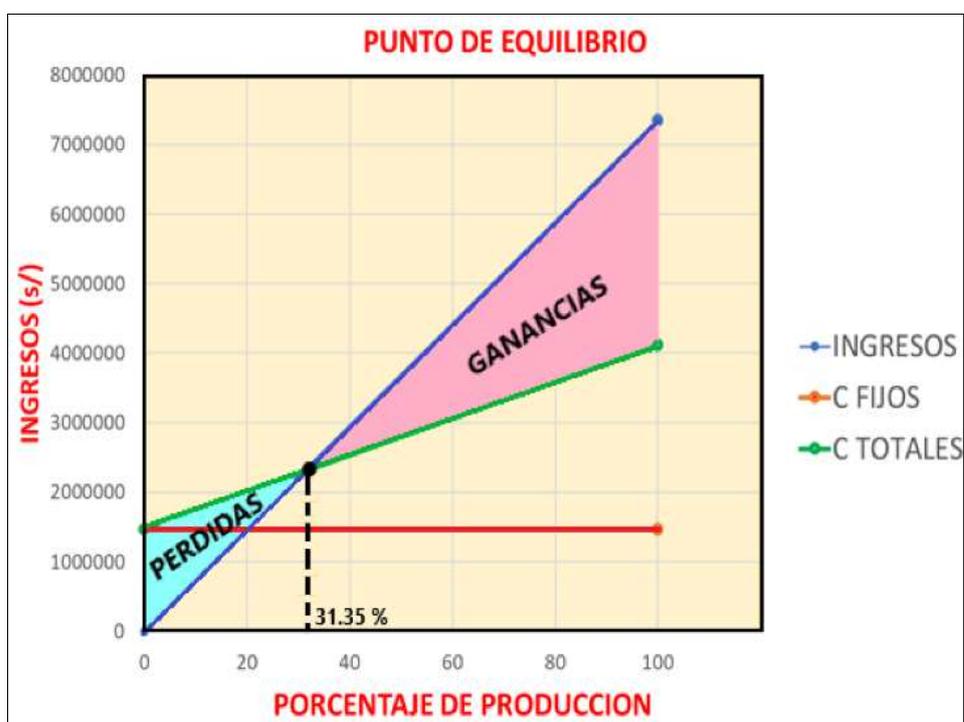
Para calcular el punto de equilibrio se necesita recolectar datos para la fórmula:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Ingresos} - \text{C. variables}} * 100$$

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{1471277}{7344707 - 2653054} * 100 = 31.35 \%$$

Entonces, con el 31.35 % de las ventas de los productos se paga los costos de producción sin ganar ni perder. La Figura 19, nos muestra el punto de equilibrio.

Figura 19

Determinación del punto de equilibrio

Nota: Elaboración propia

8.5. Simulación del valor actual neto y de la tasa interna de retorno

La inquietud al formular el proyecto, es ¿qué tasa de descuento (o tasa de interés) apoyará esta inversión?, y cuáles son las sensibilidades del VANE, VANF y de la TIRE, TIRF, tanto desde el punto de vista de los beneficios a la sociedad, así como los beneficios generados para los inversionistas. La siguiente tabla (ver Tabla 58) muestra los diferentes escenarios de los indicadores de rentabilidad.

Tabla 58

Diferentes escenarios de VAN y TIR

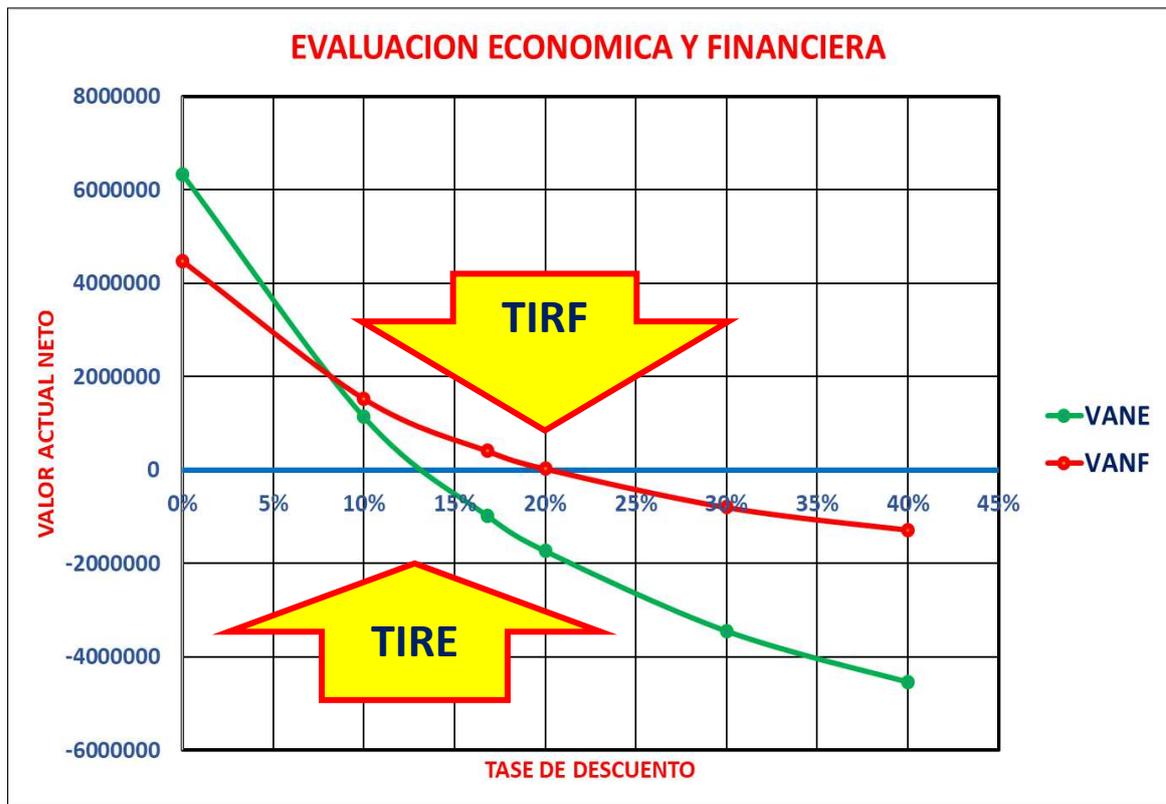
TASA DE DESCUENTO	VALOR ACTUAL NETO	
	VANE (S/.)	VANF (S/.)
0%	6337738	4476965
10%	1137215	1529873
17%	-985280	408297
20%	-1739037	26666
30%	-3455642	-798523
40%	-4548725	-1281762

Nota: Elaboración propia

Ahora bien, la Figura 20 muestra el comportamiento del VAN y de la TIR para diferentes tasas de interés y la Figura 19 muestra gráficamente las variaciones de los indicadores para diferentes escenarios.

Figura 20

Simulación de indicadores económicos: VAN y TIR



Nota: Elaboración propia

CAPITULO IX: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Durante la ejecución del proyecto, se presta exclusiva atención al cuidado del medio ambiente, aplicando métodos de trabajo y tecnologías adecuadas que va garantizar un control de los sospechosos efectos ambientales, como los aspectos físicos, socioeconómicos, bilógicos y personas.

9.1. Normas legales

El presente trabajo se desarrollará teniendo en cuenta las normativas ambientales vigentes en el país.

- Ley N° 28611- Ley general del medio ambiente.
- ISO (Organización Internacional de Normalización) 14001:2015, Norma Internacional de Gestión Ambiental, encargada de gestionar e identificar los riesgos ambientales que puedan producirse en las empresas mientras realizan sus operaciones. (ISO, 2022)
- Ley 29263 ley que modifica diversos artículos del código penal y de la ley del ambiente
- Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA)
- Decreto supremo N° 019 – 2009-MINAM, se aprobó el reglamento de la ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental
- Decreto supremo N° 011- 2017-MINAM, Estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo
- Ley N° 28245, Ley marco del sistema de gestión ambiental (Ministerio de Medio Ambiente MINAM, 2026)

- Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua.

9.2. Impacto ambiental

Con el impacto ambiental básicamente nos referimos a una alteración negativa o positiva, directa o indirectamente de los componentes del ambiente en un área determinada.

Los desechos sólidos que le acompaña a la batería deben tener un destino a lugares adecuados, de tal manera que no genere ningún impacto negativo al medio ambiente.

Con el presente proyecto todos los desechos que le acompaña a la batería usada serán comercializados con diferentes fines por ejemplo los polipropileno serán negociados para la buena producción de baterías y entre otros productos.

En consecuencia los desechos sólidos con una buena organización, no producirán ningún impacto ambiental negativo o adversario, por el contrario habrá un control efectivo.

9.2.1. Impactos directos

Básicamente se hace referencia a aquellos, tanto positiva como negativa, el cual las consecuencias podemos apreciar de inmediato en algún factor ambiental, se produce durante el periodo de ejecución del proyecto.

9.2.2. Impactos indirectos

“Mientras el impacto indirecto tarda más tiempo en notarse y, de hecho, algunos autores lo consideran como daños colaterales. Como ejemplo de este tipo de impacto

ambiental podemos mencionar la destrucción de la capa de ozono, la cual ha ido acumulando los problemas ambientales y, de manera progresiva, se ha destruido su estructura” (twenergy, 2020).

9.3. Identificación de impactos ambientales

La identificación de impactos ambientales se lleva a cabo sobre el entorno geográfico donde se pretende desarrollar el proyecto, dentro de ella se incluye a la flora y fauna, agua, aire, suelo y el entorno social (Hatami, Vaezihir, & Hasanpour, 2019).

Para llevar a cabo la identificación de impactos ambientales haremos uso del método de análisis de la Matriz modificada de Leopold, el cual permite identificar los impactos ambientales probables de este proyecto y sus posibles efectos.

9.3.1. Matriz de Leopold para el proyecto

La matriz de Leopold, es un método de análisis sistemático, el cual garantiza la evaluación de los impactos en las etapas del proyecto y su relación con las condiciones ambientales.

Para realizar la matriz de Leopold es necesario hacer:

- Una lista de aspectos ambientales vinculados a las actividades del proyecto (ver Tabla 59),
- Una evaluación de la importancia de cada uno de los efectos (ver Tabla 60) y
- Una estimación de la magnitud y de su importancia (ver Tabla 61).

Una vez que tengamos todos estos datos podremos completar la Matriz de Leopold y poder determinar el impacto ambiental que generará el proyecto.

Tabla 59**Aspectos ambientales vinculados a las actividades del proyecto**

Acciones del Proyecto		Diseño	Construcción	Operación	Abandono
		Impacto Ambiental			
Aire	Calidad				
	Ruido				
Agua	Calidad				
	Cantidad				
Suelo	Erosión				
	Productividad				
Flora	Abundancia				
	Representatividad				
Fauna	Abundancia				
	Representatividad				
Paisaje	Belleza				
	Visibilidad				
Población	Empleo				
	Afectación				

Nota. (SEIA, 2021)

Tabla 60**Criterios de evaluación de la matriz modificada de Leopold**

Intensidad	Magnitud		Duración	Importancia	
	Alteración	Calificación		Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10

Nota. (SEIA, 2021)

Donde, es necesario considerar que dependiendo a su naturaleza ya sea Magnitud (M) o Impactos (I) tomarán un valor desde el 1 – 10 y serán positivos (+) o negativos (-) (SEIA, 2021).

Tabla 61

Valorización de impactos

Parámetros de impactos	
Impacto bajo	100 – 300
Impacto medio	300 – 600
Impacto severo	600 – 1000
Impacto critico	> 1000

Nota: (SEIA, 2021)

Empleando las tablas anteriores se elabora la matriz de Leopold para el proyecto (ver Tabla 62), en la cual se aprecia una puntuación 545, que es considerada como impacto medio o remediable.

La Tabla 62, obtiene para la matriz modificada de Leopold del proyecto, una puntuación de 545 dentro de la valoración de impactos de la matriz, a la cual le corresponde la denominación de impacto medio sobre el área de influencia del proyecto.

Tabla 62

Matriz de Leopold

		Magnitud: 1-10	ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS																			Total Acciones		
		Importancia: 1-10	1. ETAPA DE INVERSION						2. ETAPA DE OPERACIÓN						3. ETAPA DE CIERRE									
Valoración	Magnitud: 10 = Grande 5 = Mediana 1 = Pequeña	Importancia: 10 = Alta 5 = Mediana 1 = Ninguna	Movimientos de tierra	Estructural	Construcción	Mecánico	Instrumentación	Total Acción 1	Recepción y clasificación	Drenaje y trituración	Separación de plomo y la	Proceso de fusión	Proceso de limpieza de	Proceso de refinación	Proceso de colada	Total Acción 2	Desmontaje de	Reasignación de	Manejo de residuos	Manejo de efluentes	Rehabilitación ambiental		Total Acción 3	
FACTORES AMBIENTALES	A. Físicas	1. Tierra	Suelos	-4 5	-2 5	-3 5	-3 5	-2 1	-62	-4 4	-4 2	-1 3	-2 2	-1 1	-2 1	-4 6	-58	-2 3	-3 4	-4 3	-5 4	9 8	22	-98
		2. Agua	Superficial	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-5	-3 2	-4 2	-4 5	-2 4	-3 4	-2 5	-5 5	-89	-1 5	-1 5	-1 5	-6 6	8 8	13	-81
		3. Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	-2 3		-2 3	-2 3	-3 2	-24	-4 3	-4 3	-6 1	-6 4	-3 4	-3 4	-4 6	-102	-1 1	-1 1	-1 2	-1 2	9 8	66	-60
	B. Biológicas	1. Flora	Diversidad flora	-4 3	-2 3	-1 3	-1 2	-1 1	-24	-1 2	-2 1	-6 4	-4 2	-1 4	-1 2	-1 2	-44	-1 1	-2 3	-2 3	-2 4	9 8	51	-17
			Diversidad fauna	-3 4	-2 2	-2 2	-2 1	-2 1	-24	-3 2	-2 1	-6 4	-3 2	-1 2	-1 2	-1 2	-44	-1 1	-2 3	-2 3	-2 3	9 8	53	-15
	C. Socioculturales	1. Población	Salud	-4 4	-4 3	-2 3	-2 3	-4 3	-52	-6 3	-4 5	-4 3	-5 4	-4 4	-4 5	-4 4	-122	-2 -3	-2 4	-2 4	-2 3	-2 4	-24	-198
			Afectación	-3 4	-3 4	-2 4	-1 4	-2 4	-44	-5 2	-5 2	-4 3	-4 4	2 4	-4 4	-4 4	-72	-3 4	-2 4	-2 4	-1 4	-2 4	-40	-156
		2. Aspectos culturales	Patrones culturales	-3 3	-3 3	-3 3	-2 6	-3 3	-48	-2 2	-1 2	-2 1	-2 4	-2 3	-3 3	-2 3	-37	-3 3	-3 3	-3 3	-3 3	-3 3	-45	-130
			Red de servicios	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-5	-1 1	-1 1	-1 1	4 5	3 5	3 5	3 5	62	3 5	-3 5	-3 5	-2 5	3 5	-10	47
		3. Aspectos económicos	Proyectos sociales	4 5	3 5	3 5	3 5	3 5	80	5 5	6 6	5 5	4 5	5 5	6 5	6 6	197	3 5	3 5	3 5	4 5	8 8	129	406
			Empleo	8 7	7 7	7 7	6 7	6 7	238	6 6	6 7	6 7	8 8	8 8	8 8	8 8	376	6 7	6 7	6 6	7 7	8 8	233	847
	TOTALES							30								67						448	545	

Nota: Elaboración propia

9.4. Alteración en la flora y fauna

En la etapa de construcción del proyecto habrá ciertos cambios de flora y fauna con movimiento de tierras, generación de polvo y derrame de combustible.

La alteración de fauna por generación polvo de las especies del lugar durante la preparación y movimiento del terreno e instalación de equipos para el proyecto. Alteración de la calidad de fauna y flora por emisión de gases tóxicos, ruido y polvo provocado durante la preparación del terreno e instalación de equipos. Alteración de la calidad y propiedad del suelo por derrame de combustibles durante la instalación de la planta.

9.5. Plan de manejo ambiental (PMA)

El plan de manejo ambiental tiene como objetivo suministrar la información necesaria para que el trabajo de planta procesadora de plomo a partir de baterías usadas, en el desarrollo de sus actividades contemplen las condiciones de carácter ambiental que garantice su desarrollo sostenible. El cumplimiento y la ejecución de las acciones contempladas permitirán el desarrollo y la conservación del medio ambiente.

En la actualidad, la preservación y conservación del medio ambiente es un tema importante para el Estado. Es por ende que los proyectos deben contemplar programas, planes y actividades que permitan la búsqueda de alternativas favorables.

Con la ejecución de planes y programas se podrá minimizar, prevenir y compensar los posibles daños que pudieran causar al medio ambiente.

9.6. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación consisten en la implementación de algunas políticas, acciones que tengan el propósito de minimizar y prevenir los impactos adversos sobre el

medio ambiente, la salud humana, la vida de fauna y flora; que pueden presentarse durante la instalación y desarrollo del proyecto, estas medidas también intuyen la identificación de impactos residuales no factibles de eliminación durante las etapas de desarrollo del proyecto antes señalado.

A. Tratamiento de emisiones gaseosas

Las emisiones gaseosas deben ser reguladas y controladas técnicamente por medio de extractores de gases y cromatografía de gases (GC), el método más genérico para monitorear hidrocarburos. El problema con la contaminación de emisiones gaseosas es la dificultad para respirar. En tal caso se prevé la instalación de un extractor tipo ciclón a una cierta altura considerado.

Para mitigar la generación de volvo del movimiento de tierra, se debe humedecer por medio de riego.

Al respecto a la deforestación que se producirían en el sector, por su efecto constante. Se plantarán árboles que sean especies propias de la zona.

B. Tratamiento de desechos líquidos

Para el desarrollo del proyecto será necesario el uso de agua. El agua que va ser utilizado en el proceso será recirculante y las aguas residuales proveniente de lavado de pisos, aseo personal de los trabajadores, y lavado de equipos.

En conjunto estas aguas tienen un contenido de plomo que es dañino principalmente para los seres acuáticos.

Para el tratamiento de agua, será necesario una tecnología actualizada como separación de membrana son muy prometedoras.

En tratamiento de agua se puede incluir muchas tecnologías. La separación física, que consiste en sedimentación por cribado, cribado y la tecnología de membrana también es una buena alternativa a la separación tradicional.

C. Tratamiento de desechos solidos

Los desechos sólidos son consecuencias de mal manejo de los desechos de las operaciones unitarias que se realizan durante el proceso de instalación y proceso de producción, los desechos sólidos como restos de polipropileno, alambres, acero y algunos componentes que presenta la materia prima.

Para un mejor tratamiento de desechos sólidos será necesario recolectar los residuos metálicos tal como acero, cobre y aluminio sin juntar con basuras.

9.7. Medidas de rehabilitación ambiental

Se refiere a las medidas que se implementa en un proyecto con la finalidad de recuperar los componentes o el funcionamiento de un ecosistema que ha sido dañado.

La rehabilitación contempla los aspectos muy amplios en las actividades de las organizaciones.

Las medidas de rehabilitación deben ser orientadas por los encargados según las siguientes ordenanzas.

- Comprometer a los trabajadores con el cumplimiento de todos las obligaciones regulatorios, pertinentes y legislativos.
- Ser perseverante con la política ambiental.
- Reducir la emisión de gases que contamina el medio ambiente.
- Fiscalizar los efectos ambientales sobre el entorno.

9.8. Actividades de contingencia

Están referidas básicamente a la ocurrencia de efectos negativos sobre el medio ambiente debido a situaciones de origen natural o producto de las actividades del hombre (SENACE, 2016).

Los objetivos de las actividades de contingencia se menciona en:

- Prever a los trabajadores, construcción e instalaciones.
- Minimizar el impacto en el ambiente.
- Mermar los daños económicos y perjudiciales a la empresa y pobladores aledaños de la consecuencia de la dificultad de actividad.

9.8.1. Contingencias

Las contingencias más comunes se mencionan a continuación.

A. **Incendios:** los materiales inflamables se usarán de manera cuidadosa, este tipo de materiales se almacenarán en un ambiente segura todo el producto debidamente rotulado y avisos apropiados de advertencia. Las medidas a aplicarse serán:

- En incendio generado de material común (papel o madera), se puede apagar con extintor y agua.
- En un incendio inflamable, se utilizará extintores de polvo químico seco con bastante cuidado al momento de aplicar.
- No utilizar agua para apagar incendios derivados petróleo o gasolina, durante la escena de incendio.
- Contar con hidratantes visibles contra incendios.

B. **Sismo:** si se produjera un sismo en esta región, los daños materiales pueden ser perjudicial para la empresa, el personal seguirá las normas preventivas como:

- Se realizara una inspección periódica de las instalaciones para ver las condiciones que presenta.
- Señalización de las áreas seguras dentro y fuera de la empresa.
- Practicar de manera continua los simulacros.

Comunicaciones a la comunidad: la empresa debe tener una comunicación constante, abierta, oportuna y honesta con el pueblo, sobre medio ambiente.

C. **Equipos a usar en caso de emergencia:** estos equipos deberán ser livianos, la brigada encargadas de salvataje deberá solicitar la lista de equipos necesarios:

Equipo de primeros auxilios

- Extintor para incendios.
- Camillas
- Equipo de protección, como casco, botas guantes pantalones, etc.

Recursos materiales

- Mapa de riesgo de operacion.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Extintores portátiles de polvo químico seco.
- Lámpara portátil.
- Cámara fotográfica portátil.

Señalizaciones. Deben estar en base a la regla de colores diferenciar.

- Verde: seguridad.
- Rojo: emergencias.
- Azul: precaución.
- Blanco: tráfico.
- Anaranjado: alerta.

CAPITULO X: ESTUDIO LEGAL Y ORGANIZACIONAL

En el presente capítulo se fijará la estructura organizacional que debe tener la empresa, y el marco legal a la que está sujeta la actividad.

La estructura organizacional tiene como finalidad establecer los cargos y funciones del personal de la empresa.

10.1. Tipos de propiedad y sociedad

10.1.1. Tipo de propiedad

Para esta empresa pertenecerá la propiedad privada, ya que con este tipo de propiedad se obtendrá un mayor margen de posibilidad de éxito en lo relacionado a la ejecución y administración del proyecto. Tipo de Sociedad

Para el proyecto se optará una Sociedad Anónima Cerrada (S.A.C), ya que este tipo de sociedad es ideal para una sociedad entre amigos y terceros.

La sociedad en mención presenta las siguientes particularidades.

- Denominación: dependerá de los socios, se puede dar cualquier denominación.
- Capital Social: el aporte será dependiendo de la posibilidad del integrante puede ser en efectivo o mediante bienes (equipos, maquinarias, muebles, etc.)
- Órganos de la empresa: junta de personas accionistas presidido por el gerente, que tienen la responsabilidad de las acciones de la empresa.

10.2. Funciones de la administración

Las funciones de la administración son indispensables dentro de una organización o empresa.

Las principales funciones son la siguiente, planificación, organización, dirección, coordinación y control.

10.3. Organización

La organización dentro de la empresa consiste en poner en orden los recursos necesarios, para alcanzar los objetivos propuestos, dentro de la organización se podrá realizar la coordinación, gestión y comunicación con todo el personal de la empresa.

10.4. Requerimientos del personal

En cada puesto será necesario al personal eficiente y con ciertas habilidades de comunicación eficaz entre distintas áreas para mejorar bien los tiempos, reducir costos, realizar mejoras e incrementar la productividad.

A continuación en la Tabla 36 y Anexo A11 se presenta el personal necesario.

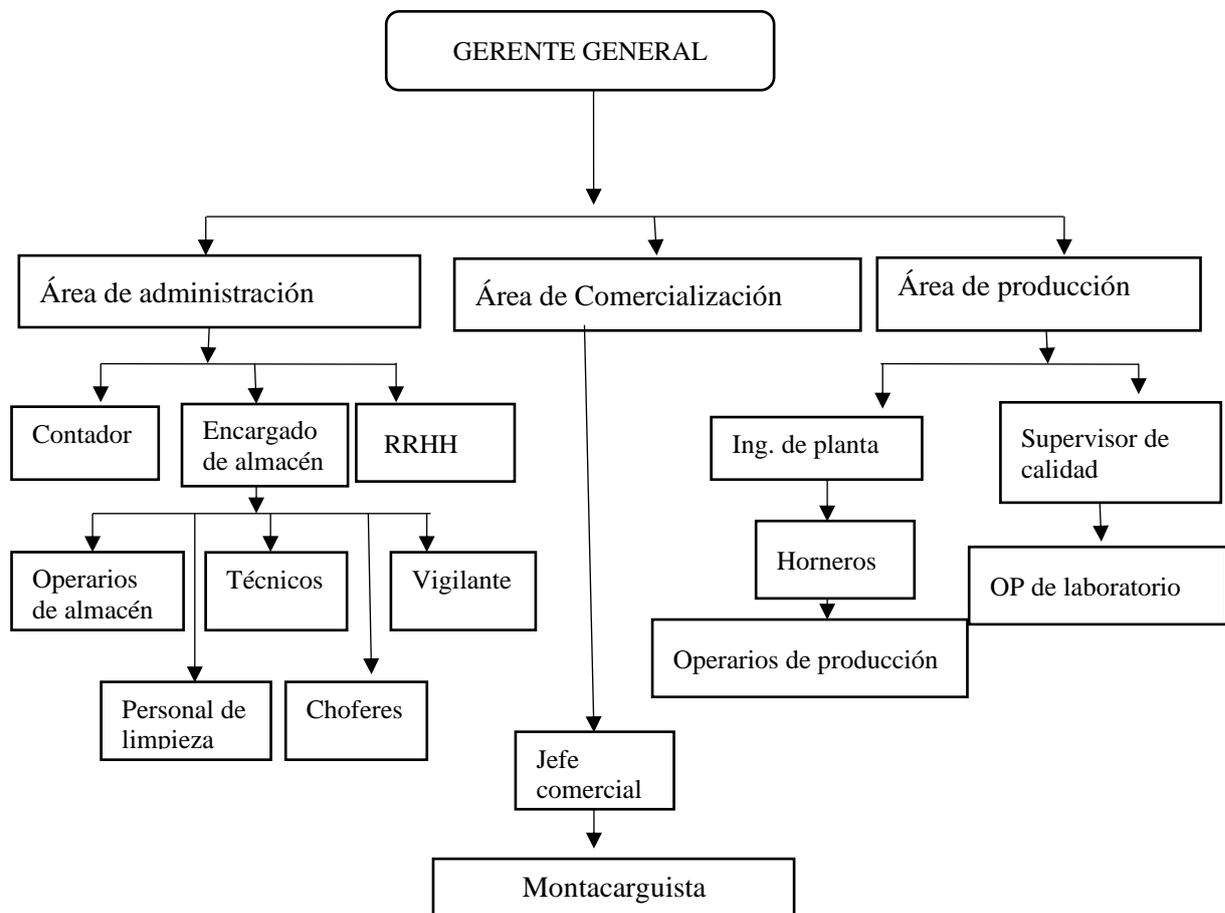
A continuación se detallan los puestos y funciones de cada personal de la empresa, es necesario que las funciones que desempeña cada puesto de trabajo se realicen de manera eficiente.

- **Gerente general:** será el responsable legal de la empresa, las funciones que debe cumplir son: planificar, controlar y supervisar los procesos dentro de la institución.
- **Jefe de producción:** será el encargado de coordinar, planificar, organizar y controlar de las actividades del proceso de producción de la planta, buscando a que los productos se elaboren a tiempo, también será el encargado de hacer el seguimiento en la adquisición de materia prima y para despachar los productos terminados.
- **Asistente de medio ambiente:** las funciones del personal de seguridad del medio ambiente será identificar, registrar, inspeccionar los riesgos que se avecina a la empresa, hacer las charlas de seguridad y del medio ambiente y otras actividades.

- **Jefe de finanzas y recursos humanos:** sus responsabilidades estarán en garantizar el uso adecuado de los recursos de la empresa, gestionar las finanzas, la remuneración del personal y hacer informes periódicamente de los resultados.
- **Técnico mecánico:** las funciones son instalar, montajes, reparar y diagnosticar los distintos tipos de maquinaria
- **Operarios:** realiza diferentes actividades, sus funciones incluyen la manipulación de materiales, equipos y maquinaria, será como el apoyo al jefe de producción, traslado de una máquina a otra, mediante los contenedores móviles, alimentar el material al horno de función, apoyo en la recepción de materia prima, colaboración en el despacho del producto obtenido.
- **Horneros:** cargar el material el material prima a fundir, descargar el material fundido, verificar el proceso de fundición, manejar el horno.
- **Supervisor de almacén:** es la que supervisa todo concerniente en almacén. Coordina la dotación y abastecimiento de materiales.
- **Montacarguista:** descargar el material de los vehículos que suministran el material prima, también carga los productos y las escorias producidos en la empresa.
- **Personal de seguridad:** Debe tener cualidades necesarias para poder trabajar como vigilante, sus funciones será el cuidado y protección de bienes muebles e inmuebles de la empresa, controlar la identificación de las personas que ingresan, etc.
- **Personal de limpieza:** su función es mantener limpio todo el establecimiento.

10.5. Estructura organizacional

Dentro de la estructura organizacional, estará distribuida de acuerdo al cargo que ocupan los trabajadores de la empresa tal como se muestra en la Figura 21 desde el Gerente general y todo el personal integra a la empresa.

Figura 21***Esquema de la estructura organizacional***

Nota: Elaboración propia

10.6. Aspectos legales del proyecto

10.6.1. Leyes generales de las industrias

La legislación peruana contempla a las actividades consideradas en la gran división de la Clasificación Internacional Uniforme (CIU) como aplicaciones de la ley, la cual se identifica como la LEY N° 23407.

La LEY N° 23407 es la ley que establece las normas básicas que promueve la actividad industrial manufacturera.

10.6.2. Ley general de las sociedades

La ley general de las sociedades es un herramienta legal que admite las pautas jurídicas que debe tener una empresa para el funcionamiento como sociedad (Ley general de sociedades Ley N° 26887, 2010).

10.1.1.1.Base legal

Las bases legales nos dan las pautas jurídicas y legales para el funcionamiento de las empresas que se constituyen como sociedad.

La Ley N° 26887, promulgada el 5 de diciembre 1997, publicada el 9 de diciembre 1997 en el diario oficial “El Peruano” contempla una serie de regulaciones, esta ley entró en vigencia a partir del primero de enero de 1998.

10.1.1.2.Aspecto general de la ley

La sociedad se constituye cuando menos por dos socios, que puedan ser personas naturales o jurídicas, que se proponen poner en práctica un fin económico, la sociedad adquiere personalidad jurídica desde su inscripción en el registro y la mantiene hasta que se inscribe su extinción, si la sociedad pierda la cantidad de mínima de socios y ella no se reconstruye en una plazo determinado de seis meses, se disuelve (Justia, 1997).

10.1.1.3.Campo de aplicación

Las siguientes sociedades están reglamentadas bajo la ley general de sociedades (Justia, 1997).

- Sociedad Anónima.
- Sociedad Anónima Cerrada.
- Sociedad Anónima Abierto.

- Sociedad Colectiva
- Sociedades Civiles
- Sociedad en Comandita por Acciones
- Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada S.R.L

10.1.1.4.Leyes sociales

Todo el personal que laboran estará comprendidas dentro de las leyes laborales y sociales, a continuación se detalla los aportes patronales en:

A. Régimen de Pensión – AFP

- | | |
|-----------------------------|-------|
| ➤ AFP Aporte obligatorio | 10% |
| ➤ AFP supervisión invalidez | 1.44% |
| ➤ AFP comisión porcentual | 2.3% |

B. Provisiones para vacaciones 8.33%

C. Aporte EsSalud

- | | |
|--|-----|
| ➤ Régimen de pensión | 13% |
| ➤ Régimen de prestación de salud | 9% |
| ➤ Acciones de trabajo y enfermedades profesionales | 2% |

D. Compensación por tiempo de servicios 8.33%

10.6.3. Requerimiento para la apertura de la empresa

- Licencia de funcionamiento de la empresa
- Paga de derechos para registros públicos
- Minuta de constitución
- Autorización en sanitaria
- Tramitar el RUC
- Legalizar los libros contables ante el notario publico

CONCLUSIONES

- De acuerdo al estudio de mercado, la Región Cusco cuenta con 53,000 unidades de baterías de plomo el cual garantiza la producción de 642 toneladas métricas de plomo refinado para lo cual se estima una inversión de S/. 8,461,314; de la inversión estimada (S/. 8,461,314) será financiada el 30% por los accionistas y el 70% por un préstamo bancario; de acuerdo a los resultados, el punto de equilibrio es 31.35% lo cual significa que sobre 31.35% habrá mayores beneficios para el proyecto, lo cual garantizará la viabilidad del proyecto.
- La ciudad del Cusco cuenta con 30 acopiadoras de chatarras de plomo y baterías usadas y en sus provincias 15 acopiadoras de chatarras de plomo y baterías usadas, los cuales garantizan la ejecución del proyecto.
- El proyecto tecnológicamente es viable porque el proceso elegido de la fundición de plomo es adecuado, ya que de las máquinas a utilizar, localización de planta, y capacidad de planta junto a los cálculos de ingeniería muestran la factibilidad del proyecto.
- Los estudios tanto económicos como financieros a través de las ratios y los indicadores de evaluación tanto económico como financiero, permiten mostrar la viabilidad del proyecto. La rentabilidad es sostenida por los siguientes indicadores:

INDICADOR ECONÓMICO	ECONÓMICO	FINANCIERO
VAN al 9 % (S/.)	1524578	1740788.86
Relación B/C	1.18	1.69
TIR	13.32%	20.25%
PR (años)	7.02	7.89

- La localización más adecuada es la Provincia de Anta de acuerdo al Método ponderado de Brown y Gibson que obtuvo una calificación 4.9 el cual es mayor comparado con Espinar y Sicuani; siendo el factor más importante a analizar la

infraestructura básica seguida por la cercanía a las materias primas, medio ambiente, transporte, disponibilidad de energía. Con respecto a la micro-localización el Distrito de Anta es la más adecuada considerando como factor de mayor importancia la línea férrea para comercializar en el sur de Perú.

RECOMENDACIONES

- Las ratios e indicadores de rentabilidad de este proyecto son positivos, por lo que este estudio debe ponerse en manos de instituciones, empresarios e inversionistas interesados en la ejecución de este proyecto para ponerlo en marcha ya que es muy rentable y así atender el mercado interno y externo.
- En cuanto al tamaño de la infraestructura para este proyecto, se recomienda que las instituciones, inversionistas y empresarios interesados amplíen la infraestructura planteada después de dos años para así absorber la oferta de baterías usadas, porque esta actividad es rentable de acuerdo a los resultados del punto de equilibrio entre la TIR y el VAN.
- Para este proyecto desde el punto de vista Medio ambiental se recomienda que se implemente en el Cusco mediante el sistema de accionariado difundido

BIBLIOGRAFÍA

(2010). *Ley general de sociedades Ley N° 26887*.

ACOSTA, J. (2015). *INGEMMET*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3330>

Alibaba.com. 2019. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Used-Scrap-Battery-Scrap-Car-and-10000005665111.html>

Ardiles Monroy, Enrique. 2016. *RECYLMET “UNA EMPRESA RECUPERADORA DE PLOMO, POR MEDIO DE RECICLAJE DE BATERÍAS”*

Balderas Ortiz, A. Y., Flores Flores, L. I., Martínez Berlanga, A. G., García Ríos, E., & Valdés Figueroa, O. (Septiembre de 2022). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/601704923/Horno-de-crisol>

Béjar S. Stefany P. (2019). *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta de reciclaje para la fabricación de resinas de pet a partir de residuos plásticos*. [Tesis de profesionalización. Universidad de Lima]. Perú.
file:///C:/Users/ZBook/Downloads/1%20BEJAR.pdf

Blancas P., Edward G. (2018). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de reciclaje de baterías de ácido*. [Tesis de profesionalización. Universidad Católica del Perú]
file:///D:/archivos%20hosaqui%202024/asesorados%20META/asesorados%202024/wilfredo%20y%20kevin%20(plomo)/bibliografia/1%20ACC%20BLANCAS_EDWARD_PLANTA_RECICLAJE_PLOMO_ANEXOS.pdf

Bnamericas. (2014). Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/noticias/consumo-mundial-de-plomo-y-zinc-subiria-este-ano>

Bnamericas. (2018). Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/noticias/demanda-de-zinc-y-plomo-supera-oferta>

Bocángel Weydert, G. A., Rosas Echevaría, C. W., & Bocángel Marin, G. A. (2021). *Introducción industrial al diseño de plantas*. Huánuco: Cesar Wilfredo Rosas Echevarria. Obtenido de <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/09/DISENO-DE-PLANTAS.pdf>

Calle Freddy A. Mejía Q. Geovanny E (2011). *Proyecto de factibilidad para una nueva línea de producción, fundición de materiales ferrosos y no ferrosos aplicado "Talleres Mejía"* [Tesis de profesionalización. Universidad Politcnica Salesiana. Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1219>

CCA, C. p. (2016). Obtenido de <https://economiecirculaire.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/07/2016-CCA-Manejo-Ambientalmente-Racional-de-BFU-Directrices-Tecnicas.pdf>

EMEP/EEA. (2019). Obtenido de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040309-produccion-plomo_tcm30-502320.pdf

ENERGIMINAS. (2018). DATA MUNDIAL DE OFERTA Y DEMANDA DEL ZINC Y PLOMO.

- ESAN. (2023) *Evaluación económica financiera: EVA y FVA*. Recuperado el 06 de junio de 2023 de: <https://www.esan.edu.pe/sala-de-prensa/2018/05/evaluacion-economica-financiera-eva-y-fva/>
- Euronews. (2021). Obtenido de <https://es.euronews.com/next/2021/10/12/metales-zinc-plomo>
- Flores García, E. Y., & Orellana Núñez, R. E. (2014). *Diseño y construcción de un horno de crisol para aleaciones no ferrosas*. Tesis de pre grado, Universidad de El Salvador. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6320/1/Dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20un%20horno%20de%20crisol%20para%20aleaciones%20no%20ferrosas.pdf>
- Galvez A., E. (2003). *Pirometalurgia I Apunte para alumnos de Ingeniería Metalúrgica*. Antofagasta.
- Hatami, M., Vaezihir, A., & Hasanpour, M. (17 de Febrero de 2019). *Ciencias Ambientales*. Obtenido de https://envs.sbu.ac.ir/index.php/EnvironmentalScience/article/viewFile/3503/journal/article_98040.html?lang=en
- IIMP. (2021). Obtenido de <https://iimp.org.pe/noticias/peru-es-uno-de-los-mejores-destinos-para-las-inversiones-en-exploracion-minera-en-latinoamerica>
- INAGEN. (2023). *Recuperación y reciclado del plomo*. Obtenido de <https://inagensl.com/2021/04/12/la-recuperacion-y-reciclado-del-plomo/>

Justia. (1997). *Ley General de Sociedades Ley N° 26887*. Lima. Obtenido de <https://docs.peru.justia.com/federales/leyes/26887-dec-5-1997.pdf>

Li, Yun; Shenghai, Yang; Pekka, Taskinen; Jing, He; Yongming, Chen; Chaobo, Tang; Yuejun, Wang; Ari, Jokilaakso. 2019. *Spent Lead-Acid Battery Recycling via Reductive Sulfur-Fixing Smelting and Its Reaction Mechanism in the PbSO₄-Fe₃O₄-Na₂CO₃-C System*

Metales, L. P. (s.f.). Obtenido de https://lapaloma.com.mx/lapaloma_metales/plomo.html

METALPLAST, A. (s.f.). Obtenido de AMAT METALPLAST S.A.: <http://www.pbamat.com/lingote-de-plomo-contrapeso.html>

MINEM-PERU. (2018). Obtenido de <https://mineria.minem.gob.pe/institucional/peru-pais-minero/>

Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Notas semanales BCRP. Notas semanales BCRP*. Lima, Perú.

Moreno G. Nelson E. Suárez C. Luis E. (2019). *Ingeniería económica*. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín - Colombia

OEFA. (2017). Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/el-oefa-ordeno-a-la-empresa-metalexacto-s-r-l-el-cese-de-emisiones-atmosfericas-para-evitar-la-afectacion-del-ambiente-y-la-salud-de-las-personas-en-ventanilla/ocac06/>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (2017). *Reciclaje de baterías de plomo-ácido*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/WHO-BATTERIES-PUB-RecyclingUsedLeadAcidBatteries.Spanish.pdf>

Organización mundial de la salud. (2017). *Reciclaje de baterías de plomo-ácido usadas*.

OMS. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259444/WHO-FWC-PHE-EPE-17.02-spa.pdf;sequence=1>

Ortiz de Málaga, M. (2019). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.26439/ing.ind1992.n002.3221>

OSITRAN.GOB. PE (2021) Supuesto Tipo De Cambio Real, Lima- Perú.

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=punto-iv-modelo-wacc-oficio-090-2021-gre-ositran>

Pérez, Apolinar (2022). *Reporte de solución de caso práctico integral sobre los costos de producción y las estructuras de mercado (monopolio, oligopolio, competencia perfecta y competencia monopolista)*. Facultad de Contaduría Pública y

Administración. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

<https://www.coursehero.com/file/173598132/E3-EQ2/>

PLOMO EN LA CIUDAD DE LIMA Y CALLAO BELMONT. (s.f.). *PLOMO*

ANTIMONIO. Obtenido de <https://www.belmontmetals.com/es/producto/plomo-antimonio-al-6/>

SEIA. (12 de Setiembre de 2021). *Plataforma virtual del SEIA*. Obtenido de

<https://www.minam.gob.pe/seia/>

SENACE. (2016). *Declaración de impacto ambiental (DIA) Proyecto de exploración minera Tucumachay*.

Significados. (2013). *Significados*. Obtenido de <https://www.significados.com/calor-especifico/>

SNMPE. (s.f.). *SOCIEDAD NACIONAL MINERIA PETROLEO Y ENERGIA*. Obtenido de <https://www.antamina.com/plata-plomo/>

Toapanta Cartagena, G. R. (2011). *Analisis de oro y plata de concentrados gravimétricos auríferos mediante ensayo al fuego utilizando cobre como colector*. Tesis de pre grado, Quito. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/determinacion-de-oro-56d6844a1c460.html?page=1>

twenergy. (28 de Octubre de 2020). *twenergy*. Obtenido de <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/medio-ambiente/tipos-impacto-ambiental/#>

ANEXOS

ANEXO A:**INVERSIÓN Y COSTOS****Anexo A1***Inversión en bienes administrativos*

Bienes administrativos	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Costo total (S/):
Microondas	1	50	50	180
Escritorios y estantes	3	600	1800	6480
Juego de comedor (mesa y sillas)	3	100	300	1080
Juego de baño completo	2	113	226	814
Sillas	13	38	494	1778
Sillones	2	138	276	994
Archivador	4	74	296	1066
Estante de madera	1	75	75	270
Laptops	4	875	3500	12600
Teléfonos de oficina	4	25	100	360
Mesa de recepción	1	213	213	767
Mesa de oficina	3	88	264	950
Mesa de reuniones	1	300	300	1080
Duchas	2	25	50	180
Total				28598

Anexo A2*Equipos de mantenimiento y emergencia*

Bienes de mantenimiento y emergencia	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Costo total (S/):
Destornillador eléctrico	4	50	200	720
Juego de destornilladores manuales	6	80	480	1728
Tenaza	6	40	240	864
Juego de llaves mecánicas	6	35	210	756
Martillos	3	25	75	270
Set de Alicates	6	10	60	216
Parihuelas	20	10	200	720
Contenedor móvil	4	500	2000	7200
Cámaras de Seguridad	5	50	250	900
Equipo de monitoreo de cámaras	1	75	75	270
Generador de energía	1	9500	9500	34200
Total				47844

Anexo A3*Inversión*

Bienes de seguridad y vigilancia	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Costo total (S/):
Extintores (PQS)	10	18	180	648
Equipo de Protección Personal	25	35	875	3150
Mesas	1	15	15	54
Sillas	1	30	30	108
Caseta de vigilancia	1	300	300	1080
Total				5040

Anexo A4*Equipos de análisis metalúrgico y control de calidad*

Equipos de análisis metalúrgico y control de calidad	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Costo total (S/):
Laboratorio químico - metalúrgico	1	2000	2000	7200
Oficina de control de calidad	1	1000	1000	3600
Total				10800

Anexo A5*Edificaciones de oficinas administrativas*

Construcción de planta administrativa	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Costo total (S/):
Área de gestión administrativa y contabilidad	1	227000	227000	817200
Área de servicios de emergencia	1	2550	2550	9180
Área de alimentación y descanso	1	3250	3250	11700
Área de estacionamiento de vehículos	1	1400	1400	5040
Vestuario (varones y mujeres)	2	8000	16000	57600
Total				900720

Anexo A6*Edificaciones de planta de proceso*

Construcción de planta de producción	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Costo total (S/):
Área de recepción de materia prima	1	120000	120000	432000
Área de proceso de fundición	1	220000	220000	792000
Área de almacén y despacho de productos	1	100000	100000	360000
Área de tratamientos de desechos	1	120000	120000	432000
Total				2016000

Anexo A7*Estudios: previo, definitivo y afines*

Estudios previos, definitivo y afines	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Costo total (S/):
Perfil	1	2500	2500	9000
Estudio de factibilidad	1	15000	15000	54000
Expediente técnico definitivo	1	35000	35000	126000
Total				189000

Anexo A8*Supervisión del proyecto inicial y puesta en marcha*

Supervisión del proyecto inicial y puesta en marcha	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Costo total (S/):
Procura	1	5000	5000	18000
Supervisión de la ejecución del proyecto	1	30000	30000	108000
Puesta en marcha	1	15000	15000	54000
Afinamiento de los requerimientos de ejecución	1	5000	5000	18000
Total				198000

Anexo A9*Inversión*

Costos del terreno y su mejora	Área total (m2)	Costo Unitario de Área	Costo total (S/):
Terreno	780	150	117000
Mejoras de terreno	780	50	39000
Total			156000

Anexo A10*Insumos*

Insumos	Proceso	Precio (S/.)	Cantidad anual requerida	Costo total anual(S/.)
Bórax	Recuperación	15	21000	315000
Gas natural seco	Recuperación	16	3500	56000
Carbón	Recuperación	1.1	10500	11550
Carbonato de Sodio	Recuperación	2.7	10500	28350
Total				410900

Anexo A11*Mano de obra directa*

Mano de obra directa	Cantidad	C. U. mensual (S/.)	C. U. total mensual (S/.)	Costo total (S/.)
Ingeniero de Planta	1	6500	6500	78000
Horneros de fundición	3	3500	10500	126000
Operarios de producción	6	3000	18000	216000
Supervisión de calidad	1	4500	4500	54000
Operarios de laboratorios	1	4500	4500	54000
Operarios de recepción y clasificación de materia prima	3	2500	7500	90000
Total	15			618000

Anexo A12*Suministros*

Suministros para la producción	Cantidad	C. U. mensual (S/.)	C. U. total mensual (S/.)	Costo total (S/.)
Requerimiento de agua en el proceso	1	100	1200	14400
Requerimiento de agua en servicios	1	100	1200	14400
Telefonía e Internet	1	300	3600	43200
Transporte y Exportación	1	500	6000	72000
Total				144000

Anexo A13*Costos de producción*

Costo de producción en planta de fundición de plomo	Costo total anual(S/)
Materia prima	1256850
Insumos	410900
Mano de obra directa	618000
Mano de obra indirecta	421200
Servicios	144000
Total	2850950

Anexo A14*Gastos de servicios por ventas*

Gastos de servicios por ventas	Costo total (S/)
Transporte de productos	15000
Publicidad	50000
Programas de concientización sociedad	45000
Total	110000

Anexo A15*Mano de obra indirecta*

Mano de obra indirecta	Cantidad	C. U. mensual (S/)	C. U. total mensual (S/)	Costo total (S/)
Gerente General	1	10000	10000	120000
Jefe de Administración y finanzas	1	4500	4500	54000
Asistente de seguridad y medio ambiente	1	2500	2500	30000
Supervisor de almacén	1	3000	3000	36000
Jefe de logística	1	4500	4500	54000
Montacarguista	1	2000	2000	24000
Técnico electricista	1	2500	2500	30000
Técnico mecánico	1	2500	2500	30000
Vigilantes de seguridad	2	1200	2400	28800
Personal de limpieza	1	1200	1200	14400
Total				421200

Anexo A16*Materia prima*

Materia prima (puesta en planta)	Proceso	Precio (S/.)	Cantidad anual requerida	Costo total anual(S/.)
Baterías de plomo	fundición y refinado	49	25550	1251950
Chatarra de plomo	fundición y refinado	49	100	4900
Total				1256850

Anexo A17*Gastos de Constitución de empresa*

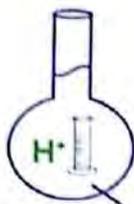
Gastos de constitución de empresa	Costo total (S/.)
Constitución formal de la Empresa	5000
Capacitación del personal	3000
Programas de concientización sociedad	45000
Total	53000

Anexo A18*Ingresos anuales por ventas*

Ingresos anuales por ventas	Ratio (%)	Producción anual (TM)	Precio (S./TM)	Ingreso anual (S/.)
Plomo refinado de Batería	62	642	8144	5228724
Polipropileno	7	73	511	37303
Plomo refinado de chatarra	31	314	6620	2078680
Total				7344707

ANEXO B:

ANÁLISIS QUÍMICO DEL CONTENIDO DE PLOMO EN LAS BATERÍAS



MC QUIMICALAB

De: Ing: Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776- 951562574

INFORME N° LQ 0136-23
ANÁLISIS QUÍMICO DE PLOMO

SOLICITA : WILFREDO FLORES

MUESTRA : M₁.- Barnes de plomo (electrodos).
 M₂.- Plomo poroso.
 M₃.- Oxido de plomo (PbO₂).
 M₄.- Plomo de fusión.
 M₅.- Plomo de refinación.
 M₆.- Escoria de fusión de plomo.

DISTRITO : Cusco.

PROVINCIA : Cusco.

DEPARTAMENTO : Cusco.

FECHA DE INFORME : 19/05/2023

RESULTADOS :

DETERMINACIONES		UNIDAD	M1	M2	M3
Plomo	Pb	%	98	90	80

DETERMINACIONES		UNIDAD	M4	M5	M6
Plomo	Pb	%	99.2	99.8	6.1

METODO DE ANALISIS: Fluorescencia de rayos X.

NOTA:

- Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.
- La muestra fue tomada por el solicitante.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

 Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP 234338

ANEXO C:**GALERÍA FOTOGRÁFICA DEL PROYECTO**

Verificación de las salidas de la solución de ácido sulfurico



Toma de puntos, para realizar los cortes en la batería



Corte y desarmado de los componentes de la batería con un a amoladora y selección de las partes.



Filtración del ácido sulfúrico a un lavador, para evitar el derrame



Crisol de grafito para realizar las pruebas de fundición



Se observa carbón mineral, bórax y mallas de plomo para las pruebas de fundición



Materiales e insumos necesarios para la prueba



Realización de informe de práctica para ingeniería del proyecto



Realización de informe de práctica para ingeniería del proyecto



Pesaje de carbón mineral necesario para la prueba



Pesaje de bórax para las pruebas



Preparación mecánica de carbón mineral



Separación de los componentes de la batería para su posterior fundición



Verificación del horno de fundición



Colada del plomo fundido a una recipiente

ANEXO D:

CUADRO DE LAS PRUEBAS DEL LABORATORIO

PRIMEROPlomo + Bórax + Na₂CO₃

100g 30% 30%

SEGUNDO

PbO₂ + Bórax + Carbón Mineral

TERCERO

Pb + PbO₂ + Bórax + Carbón Mineral

33g 33g 9g 9g

1^{ra} PRUEBA

Pb: 100g

Bórax: 45g

Na₂CO₃: 4g

149g

$$\frac{x \cdot 30}{100} + \frac{x \cdot 3}{100} + 100 = x$$

$$0.3x + 0.03x + 100 = x$$

$$100 = x - 0.3x + 0.03x$$

$$100 = (1 - 0.3 - 0.03)x$$

$$X = 100/0.67 = 149g$$

2^{da} PRUEBA

	%	peso	
PbO ₂ :	60%	100	= 100
Bórax:	20%	0.2.x	= 33.3
C-Mineral:	<u>20%</u>	<u>0.2.x</u>	<u>= 33.3</u>
	100%	x	= 166.6

$$100 + 0.2x + 0.2x = x$$

$$100 = x - 0.2x - 0.2x$$

$$100 = (1 - 0.2 - 0.2)x$$

$$X = 100/0.60 = 166.6$$

ANEXO E:

UNA DE LAS EVIDENCIAS DE LA ENCUESTA REALIZADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA
 PLANTA PROCESADORA DE PLOMO A PARTIR DE BATERIAS POR FUSION REDUCTORA
 (PROYECTO DE INVERSION A NIVEL DE PRE-FACTIBILIDAD)

ENCUESTA

Nombre de la empresa: Recicladora Gutierrez
 Dirección: Via de evitamiento 06
 Nombre del encuestado: Anstides Gutierrez Mollo
 Cargo: Dueño

1. ¿Cuántas baterías usadas compran al día?
 - 1 a 2
 - 2 a 3
 - 3 a 4
 - Más de 4
2. ¿Cuántas baterías juntas en un mes?
12 a 15
3. ¿Cuántas toneladas de baterías usadas juntan en un mes?
 - 0.5 Tm
 - 1 Tm
 - 2 Tm
 - Más de 2Tm
 - Menor de 0,5 Tm
4. ¿De cuántos voltios de baterías usadas se compra más?
 - 3 V
 - 6V
 - 12V
 - 15V
 - 24V
5. ¿A cuánto compran cada batería usada?
S/ 40.00
6. ¿A cuánto venden las baterías usadas?
S/ 65.00
7. ¿A dónde envían las baterías usadas?
Arequipa
8. ¿A cuánto compran normalmente el kilo de chatarra de plomo?
S/ 3,00 el kilo.

ANEXO F:

MODELO DE ENCUESTA REALIZADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA
 PLANTA PROCESADORA DE PLOMO A PARTIR DE BATERÍAS POR FUSION REDUCTORA
 (PROYECTO DE INVERSION A NIVEL DE PRE-FACTIBILIDAD)

ENCUESTA

Nombre de la empresa:

Dirección:

Nombre del encuestado:

Cargo:

1. ¿Cuántas baterías usadas compran al día?

- 1 a 2
- 2 a 3
- 3 a 4
- Más de 4

2. ¿Cuántas baterías juntas en un mes?

.....

3. ¿Cuántas toneladas de baterías usadas juntan en un mes?

- 0.5 Tm
- 1 Tm
- 2 Tm
- Más de 2Tm
- Menor de 0,5 Tm

4. ¿De cuántos voltios de baterías usadas se compra más?

- 3 V
- 6V
- 12V
- 15V
- 24V

5. ¿A cuánto compran cada batería usada?

.....

6. ¿A cuánto venden las baterías usadas?

.....

7. ¿A dónde envían las baterías usadas?

.....

8. ¿A cuánto compran normalmente el kilo de chatarra de plomo?

.....