



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

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE PYMES DEDICADAS A LA
EXTRACCIÓN DE METALES, Y RECUPERACIÓN DE COBRE EN TARJETAS
ELECTRÓNICAS DE TELÉFONOS CELULARES, Y SU COMERCIALIZACIÓN EN LA
CIUDAD DE GUATEMALA**

Willian Daniel Marroquin Argueta

Asesorado por la Inga. Márilyn Caribel Rojas Maldonado

Guatemala, febrero de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE PYMES DEDICADAS A LA
EXTRACCIÓN DE METALES, Y RECUPERACIÓN DE COBRE EN TARJETAS
ELECTRÓNICAS DE TELÉFONOS CELULARES, Y SU COMERCIALIZACIÓN EN LA
CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WILLIAN DANIEL MARROQUIN ARGUETA

ASESORADO POR LA INGA. MÁRILYN CARIBEL ROJAS MALDONADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE PYMES DEDICADAS A LA
EXTRACCIÓN DE METALES, Y RECUPERACIÓN DE COBRE EN TARJETAS
ELECTRÓNICAS DE TELÉFONOS CELULARES, Y SU COMERCIALIZACIÓN EN LA
CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 6 de mayo de 2019.

Willian Daniel Marroquin Argueta

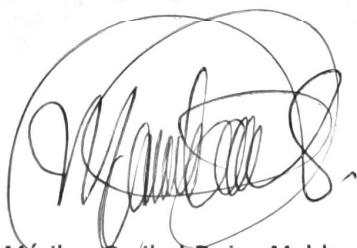
Guatemala, febrero de 2020

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial
USAC.

Estimado Ingeniero Urquizú:

Por este medio hago de su conocimiento que yo, la **Ingeniera Industrial Márylyn Caribel Rojas Maldonado**, con colegiado número doce mil cuarenta y ocho (**12048**), doy por aprobado el trabajo de graduación titulado: ***Estudio de factibilidad para el desarrollo de PYMES dedicadas a la extracción de metales y recuperación de cobre en tarjetas electrónicas de teléfonos celulares y su comercialización en la Ciudad de Guatemala.*** Elaborado por el estudiante universitario de Ingeniería Industrial **Willian Daniel Marroquin Argueta** identificado con el **Registro Académico 2013 13921** y **DPI 2713 77585 0415**. A quien apoyé como asesora de tesis.

Atentamente,



Márylyn Caribel Rojas Maldonado
Ingeniera Industrial
Colegiado 12048

Márylyn Caribel Rojas Maldonado
Ingeniera Industrial
Col. No. 12048

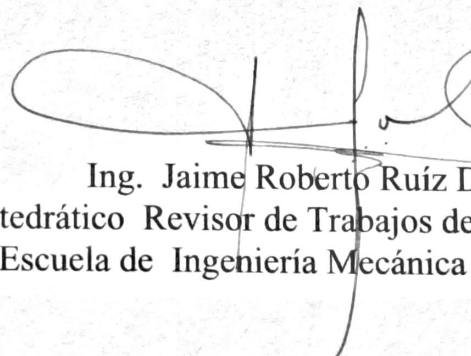


ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.064.020

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE PYMES DEDICADAS A LA EXTRACCIÓN DE METALES Y RECUPERACIÓN DE COBRE EN TARJETAS ELECTRÓNICAS DE TELÉFONOS CELULARES Y SU COMERCIALIZACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Willian Daniel Marroquin Argueta**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Jaime Roberto Ruiz Díaz
Ingeniero Industrial
Colegiado 5182

Ing. Jaime Roberto Ruíz Díaz
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2020.




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

REF.DIR.EMI.004.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE PYMES DEDICADAS A LA EXTRACCIÓN DE METALES Y RECUPERACIÓN DE COBRE EN TARJETAS ELECTRÓNICAS DE TELEFONOS CELULARES Y SU COMERCIALIZACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **William Daniel Marroquin Argueta**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquiza Rodas Motivo: Ingeniero Industrial Ubicación Colegio de Ingenieros de Guatemala Colegiado 4,272

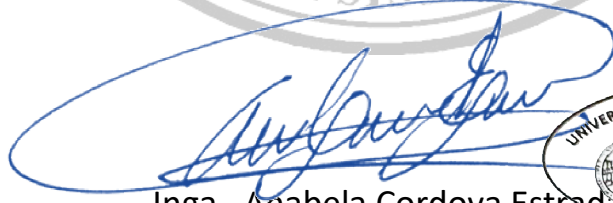
Ing. César Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2021.
/mgp

DTG. 042.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE PYMES DEDICADAS A LA EXTRACCIÓN DE METALES, Y RECUPERACIÓN DE COBRE EN TARJETAS ELECTRÓNICAS DE TELÉFONOS CELULARES, Y SU COMERCIALIZACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Willian Daniel Marroquin Argueta**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, febrero de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque a Él debo todo. Gracias por todas las bendiciones que me ha dado. Todo a Mayor Gloria de Dios.
Mis padres	José Willian Marroquin Cárdenas y María Esperanza Argueta Marroquín, por ser un gran ejemplo a seguir, gracias por apoyarme en todo momento y nunca dejarme solo.
Mi tía	Por ser también como una madre, por ser una guía, aconsejarme y apoyarme en lo que emprendo.
Mi hermana	Por ser un ejemplo para seguir, apoyarme en todo momento y con su sincera retroalimentación ayudarme a mejorar.
Mi familia	Por ser la motivación de mi vida, apoyarme en los momentos difíciles, disfrutar juntos de los buenos momentos y ayudarme a no perder el objetivo.

Mis amigos

Por ser mis compañeros de batalla, hacer los momentos difíciles más fáciles, por apoyarme cuando lo necesité, exigirme cuando se requería, por hacer de este trayecto memorable.

Sofía García

Por no dejar de insistirme hasta verme aquí, no permitirme dejar las cosas a medias, apoyarme en todo lo que emprendo, darme la fuerza para lograrlo y ser un ejemplo para seguir.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y fomentar mi deseo de trabajar para mejorar las condiciones de muchos guatemaltecos.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme las herramientas necesarias para adquirir los conocimientos necesarios.
Mi asesora	Inga. Márylyn Caribel Rojas Maldonado, por ser una guía en el proyecto y motivarme a esforzarme.
Mi familia	Por acompañarme y apoyarme en este proceso.
Mis amigos	Por ser un excelente equipo y apoyarme en este proceso.
Guatemala	Por darme la oportunidad de estudiar en esta casa de estudios.

	1.4.2.2.	Proyección de la demanda	29
1.5.		Análisis de precios	34
	1.5.1.	Análisis histórico de precios	35
	1.5.2.	Proyección de precios	41
1.6.		Punto de equilibrio del mercado	47
1.7.		Comercialización	51
	1.7.1.	Canales de distribución	51
	1.7.2.	Estrategia comercial	52
2.		ESTUDIO TÉCNICO	55
2.1.		Diseño de planta	55
	2.1.1.	Edificio industrial	55
		2.1.1.1. Tipo de edificación	56
		2.1.1.2. Techos.....	57
		2.1.1.3. Pisos	62
		2.1.1.4. Distribución de planta	63
	2.1.2.	Requerimientos de las instalaciones	66
		2.1.2.1. Ventilación.....	66
		2.1.2.2. Iluminación	68
		2.1.2.3. Ruido.....	71
2.2.		Materia prima e insumos	72
	2.2.1.	Descripción de materias primas e insumos	72
2.3.		Maquinaria, equipo y herramientas	75
	2.3.1.	Maquinaria y equipo	76
	2.3.2.	Herramientas.....	83
2.4.		Transporte.....	87
	2.4.1.	Transporte de materias primas e insumos	87
	2.4.2.	Transporte de producto terminado	87
2.5.		Almacenamiento	87

2.5.1.	Almacenamiento de materias primas e insumos	88
2.5.2.	Almacenamiento de producto terminado	88
2.6.	Proceso productivo	88
2.6.1.	Diagrama de operaciones del proceso	89
2.6.2.	Diagrama de flujo del proceso	91
2.6.3.	Diagrama de recorrido	92
2.7.	Control de calidad.....	93
2.7.1.	Control de calidad en materias primas e insumos ..	93
2.7.2.	Control de calidad en el proceso productivo	94
2.7.3.	Control de calidad del producto terminado	94
3.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y LEGAL	95
3.1.	Estudio administrativo.....	95
3.2.	Descripción de la organización.....	95
3.2.1.	Misión	95
3.2.2.	Visión.....	95
3.2.3.	Metas.....	95
3.2.3.1.	Metas a corto plazo	96
3.2.3.2.	Metas a mediano plazo.....	96
3.2.3.3.	Metas a largo plazo	96
3.2.4.	Objetivos estratégicos	96
3.2.5.	Valores éticos	97
3.3.	Organización para la operación.....	97
3.3.1.	Estructura organizacional	98
3.3.2.	Descripción de puestos	102
3.4.	Programa de mantenimiento	105
3.4.1.	Mantenimiento preventivo.....	106
3.4.2.	Mantenimiento correctivo.....	110
3.5.	Seguridad industrial.....	111

3.5.1.	Capacitaciones al personal	112
3.5.2.	Monitoreo de condiciones inseguras	112
3.5.2.1.	Identificación de condiciones inseguras.....	113
3.5.2.2.	Eliminación y mitigación de condiciones inseguras.....	113
3.6.	Estudio legal.....	115
3.7.	Requisitos legales generales para todas las PYMES.....	115
3.7.1.	Inscripción legal de la empresa	116
3.7.2.	Impuestos.....	118
3.8.	Aspectos laborales.....	121
3.8.1.	Obligaciones de los patronos	121
3.8.2.	Prohibiciones de los patronos	123
3.8.3.	Jornadas laborales	124
3.8.4.	Prestaciones legales	125
3.9.	Requisitos legales relacionados al tipo de actividad	126
3.9.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	126
3.9.2.	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	127
3.9.3.	Municipalidad de Guatemala.....	128
4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	131
4.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).....	131
4.1.1.	Funciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	131
4.1.2.	Licencia ambiental.....	133
4.1.2.1.	Gestión para la obtención de la Licencia Ambiental	134
4.1.2.2.	Costos aplicables para la obtención de la Licencia Ambiental.....	135

4.2.	Categorización de la actividad.....	136
4.3.	Evaluación ambiental inicial.....	137
4.4.	Impacto ambiental durante la puesta en marcha.....	144
4.4.1.	Identificación y valoración de los impactos, matriz de Leopold	145
4.4.2.	Medidas de mitigación	147
4.5.	Impacto ambiental durante la operación.....	148
4.5.1.	Identificación y valoración de los impactos, matriz de Leopold	149
4.5.2.	Medidas de mitigación	155
4.6.	Impacto ambiental por el cierre de operaciones.....	156
4.6.1.	Identificación y valoración de los impactos, matriz de Leopold	157
4.6.2.	Medidas de mitigación	159
4.7.	Plan de monitoreo y seguimiento	159
5.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	163
5.1.	Inversión inicial	163
5.1.1.	Presupuesto.....	164
5.1.2.	Fuentes de financiamiento.....	166
5.2.	Costos directos.....	167
5.2.1.	Materias primas e insumos.....	167
5.2.2.	Mano de obra directa.....	168
5.3.	Costos indirectos	168
5.3.1.	Mano de obra indirecta	169
5.3.2.	Costos financieros de la inversión inicial	169
5.3.3.	Gastos administrativos	170
5.3.4.	Otros costos de operación.....	171
5.4.	Ingresos estimados	172

5.5.	Flujo de caja.....	173
5.6.	Punto de equilibrio.....	177
5.7.	Razones financieras.....	180
6.	ESTUDIO FINANCIERO	187
6.1.	Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR).....	187
6.1.1.	Tasa de inflación	187
6.1.2.	Riesgo a la inversión	188
6.1.3.	Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR)	189
6.2.	Valor presente neto (VPN)	189
6.2.1.	Inversión inicial.....	190
6.2.2.	Flujo neto de efectivo	191
6.2.3.	Valor presente neto (VPN)	193
6.3.	Tasa interna de retorno (TIR).....	193
6.3.1.	Tasa interna de retorno (TIR).....	193
6.3.2.	Comparación de tasa interna de retorno (TIR) con la tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR).....	194
6.4.	Costo anual uniforme equivalente (CAUE).....	194
6.5.	Razón beneficio/costo (B/C).....	195
6.5.1.	Determinación de beneficios (B)	195
6.5.2.	Determinación de costes (C).....	195
6.5.3.	Razón beneficio/costo (B/C).....	196
6.6.	Análisis de resultados	196
6.7.	Análisis de sensibilidad	197
6.7.1.	Valor presente neto (VPN)	198
6.7.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	199
6.7.3.	Costo anual equivalente (CAUE).....	200
6.7.4.	Razón beneficio/costo (B/C).....	201

CONCLUSIONES	203
RECOMENDACIONES	205
BIBLIOGRAFÍA.....	207
APÉNDICES	211

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de la ciudad de Guatemala	4
2.	Pirámide poblacional de Guatemala	5
3.	Balanza comercial de metales preciosos y semipreciosos en Guatemala.....	7
4.	Licencias mineras vigentes al año 2016.....	16
5.	Proyección de nuevas licencias para actividades mineras de explotación de metales otorgadas por el Ministerio de Energía y Minas.....	18
6.	Cantidad total de licencias de explotación de minerales metálicos a del 2003 al 2025 según proyecciones realizadas.....	20
7.	Demanda de oro ajustada a Guatemala.....	23
8.	Demanda de plata ajustada a Guatemala	24
9.	Demanda mundial de hierro	26
10.	Demanda mundial de níquel en ciento de toneladas	26
11.	Demanda mundial de cobre	27
12.	Demanda mundial de estaño	27
13.	Demanda mundial de plomo	28
14.	Proyección de la demanda de oro.....	29
15.	Proyección de la demanda de plata	31
16.	Proyección de la demanda de hierro, níquel, cobre, estaño y plomo ...	33
17.	Precio histórico del oro en Guatemala	35
18.	Precio histórico de la plata en Guatemala.....	36
19.	Precios históricos del hierro	37

20.	Precios históricos del níquel	38
21.	Precios históricos del cobre	39
22.	Precios históricos del estaño	40
23.	Precios históricos del plomo	41
24.	Proyección de precios del oro en Guatemala	42
25.	Proyección de precios de la plata en Guatemala.....	43
26.	Proyección de precios del hierro, níquel, cobre, estaño y plomo.....	45
27.	Proyección del precio del hierro.....	46
28.	Punto de equilibrio de mercado histórico del oro en Guatemala.....	47
29.	Punto de equilibrio de mercado histórico de la plata en Guatemala	48
30.	Punto de equilibrio histórico de mercado mundial (2014-2017) de Níquel, cobre, estaño y plomo	49
31.	Punto de equilibrio histórico de mercado mundial (2014-2017) de Hierro	50
32.	Canal de distribución	52
33.	Nave industrial con techo plano.....	58
34.	Nave industrial con techo de dos aguas	59
35.	Techo industrial diente de sierra	60
36.	Nave industrial con techo curvo.....	60
37.	Distribución de planta propuesta	65
38.	Niveles recomendados de iluminación.....	69
39.	Horno mufla	76
40.	Trituradora	77
41.	Tanques resistentes a ácido	78
42.	Compresor	79
43.	Agitador resistente a ácido´	80
44.	Tolva	81
45.	Equipo de fluorescencia de rayos X.....	82
46.	Balón aforado	83

47.	Balanza	84
48.	Indicador de pH.....	85
49.	Sellador de bolsas.....	86
50.	Diagrama de operaciones del proceso.....	90
51.	Diagrama de flujo del proceso.....	91
52.	Diagrama de recorrido del proceso	92
53.	Estructura formal.....	99
54.	Estructura Informal.....	100
55.	Organigrama	101
56.	Matriz de riesgo.....	114
57.	Punto de equilibrio.....	179

TABLAS

I.	Balanza comercial de metales preciosos y semipreciosos.....	8
II.	Licencias mineras otorgadas en los últimos años	15
III.	Producción de minerales metálicos en 2016.....	16
IV.	Importaciones y exportaciones de los metales de interés	17
V.	Proyección de nuevas licencias para actividades mineras de explotación de metales otorgadas por el Ministerio de Energía y Minas.....	19
VI.	Cantidad total de licencias de explotación de minerales metálicos a del 2003 al 2025 según proyecciones realizadas.....	21
VII.	Demanda de oro ajustada a Guatemala.....	24
VIII.	Demanda de plata ajustada a Guatemala	25
IX.	Proyección de la demanda de oro.....	30
X.	Proyección de la demanda de plata	32
XI.	Demanda de hierro, níquel, cobre, estaño, plomo	33
XII.	Precios históricos del oro en Guatemala.....	35

XIII.	Precios históricos de la plata en Guatemala.....	36
XIV.	Proyección de precios del oro en Guatemala	42
XV.	Proyección de precios de la plata en Guatemala.....	44
XVI.	Proyección de precios del hierro, níquel, cobre, estaño y plomo.....	46
XVII.	Punto de equilibrio de mercado histórico del oro en Guatemala.....	48
XVIII.	Punto de equilibrio de mercado histórico de la plata en Guatemala	49
XIX.	Volumen de aire necesario por persona m ³ /h.....	66
XX.	Renovación necesaria de aire en número de veces	67
XXI.	Regímenes ISR.....	120
XXII.	Evaluación ambiental inicial.....	138
XXIII.	Matriz de Leopold durante puesta en marcha.....	145
XXIV.	Matriz de Leopold	146
XXV.	Muestra matriz de Leopold	149
XXVI.	Ponderaciones de magnitud	150
XXVII.	Ponderaciones temporales	150
XXVIII.	Definición de la magnitud de los impactos.....	151
XXIX.	Definición de la influencia del impacto	151
XXX.	Definición de la duración del impacto	152
XXXI.	Matriz de Leopold operación de la PYME.....	152
XXXII.	Matriz de Leopold operación de la PYME 2.....	154
XXXIII.	Matriz de Leopold cierre de operaciones	157
XXXIV.	Costo de edificaciones.....	164
XXXV.	Costo de equipos.....	165
XXXVI.	Costo de intangibles	166
XXXVII.	Costo de materias primas e insumos.....	168
XXXVIII.	Costo de mano de obra directa.....	168
XXXIX.	Costo de mano de obra indirecta.....	169
XL.	Inversión inicial	170
XLI.	Capital de trabajo inicial.....	170

XLII.	Costos administrativos	171
XLIII.	Gastos administrativos	172
XLIV.	Ingresos estimados	172
XLV.	Flujo de caja primer año	175
XLVI.	Flujo de caja anual	176
XLVII.	Costos e ingresos a distintos niveles de producción	178
XLVIII.	Ventas al punto de equilibrio	180
XLIX.	Capital neto de trabajo	181
L.	índice de solvencia.....	182
LI.	Razón de endeudamiento	182
LII.	Margen bruto de utilidad.....	183
LIII.	Margen neto de utilidades	184
LIV.	Rotación de activo total	184
LV.	Veces que se ha ganado interés	185
LVI.	Cobertura total del pasivo	186
LVII.	Tasas de inflación históricas	188
LVIII.	Inversión inicial.....	190
LIX.	Flujo neto de efectivo	192
LX.	Valor presente neto	193
LXI.	Tasa interna de retorno	194
LXII.	Costo anual uniforme equivalente	194
LXIII.	Beneficios totales	195
LXIV.	Costos totales	196
LXV.	Razón beneficio/costo	196

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
R^2	Coefficiente de determinación
$^{\circ}\text{C}$	Grado Celsius
kg	Kilogramo
m	Metro
e	Número de Euler

GLOSARIO

Acúfeno	Sensación auditiva que no es provocada por un sonido exterior.
CIF	En la compraventa: costo, seguro y flete, CIF, el precio comprenderá el valor de la cosa, más las primas del seguro y los fletes, hasta el lugar convenido para que sea recibido por el comprador.
Costo	Inversión a realizarse con el fin de recuperarla con ganancias.
DBO	Demanda biológica de oxígeno, es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumida al degradar la materia orgánica presente en la muestra de agua a analizar.
Desechos	Objetos que se necesita eliminar porque ya no cumplen con la función que originalmente se requería de estos o han quedado obsoletos.
DQO	Demanda química de oxígeno, es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles a ser oxidadas por medios químicos que hay disueltos en una muestra de agua.

Estructura organizacional	Disposición de roles dentro de una organización.
Estudio administrativo	Estudio que detalla la planificación, organización, dirección y control de un proyecto.
Estudio de impacto ambiental	Estudio que evalúa lo relacionado a la alteración al medio ambiente que provocará el proyecto, con el fin de proponer medidas para reducir el mismo o hacer que éste sea positivo.
Estudio de mercado	Estudia lo relacionado a los factores externos que pueden afectar la demanda y precio del bien o servicio de interés para el proyecto.
Estudio económico	Analiza distintas formas de financiamiento, datos importantes para la liquidez y razones financieras de un proyecto.
Estudio financiero	Análisis de flujos de estados financieros basado en indicadores financieros.
Estudio legal	Analiza todas los reglamentos y leyes que rigen al proyecto.
Estudio técnico de ingeniería	Estudio que evalúa las instalaciones, proceso, equipo, materias primas, insumos y todo lo necesario para hacer viable el proyecto.

Factible	Que se puede hacer.
Flujo de caja	Proyección de todos los ingresos y egresos que tendrá el proyecto durante un período determinado.
FOB	Libre a bordo, FOB, la cosa objeto del contrato deberá entregarse a bordo del buque o vehículo que haya de transportarla, en el lugar y tiempo convenidos, momento a partir del cual se transfieren los riesgos al comprador. El precio de la venta comprenderá el valor de la cosa, más todos los gastos, impuestos y derechos que se causen hasta el momento de la entrega a bordo al portador.
Grafeno	Sustancia compuesta por carbono puro, que tiene usos en la electrónica, medicina, tratamiento de aguas, entre otros.
INE	Instituto nacional de estadística.
IUPAC	Unión internacional de química pura y aplicada. Es una autoridad reconocida en el establecimiento de estándares para la denominación de compuestos químicos.
Kilate	Unidad empleada en metalurgia para designar la pureza del oro utilizado en joyería.

MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
MEM	Ministerio de Energía y Minas.
Mitigar	Atenuar o suavizar cosa negativa.
Mufla	Horno que se utiliza cuando se requieren temperaturas mayores a 200 °C, puede alcanzar temperaturas de 1 200 °C.
Onza Troy	Unidad utilizada para medir el peso de metales preciosos, equivale a 31,10 g.
PYME	Empresa pequeña o mediana en cuanto a volumen de ingresos, valor de patrimonio y trabajadores.
Sostenible	Que es compatible con los recursos que dispone una región, lo que permite que los recursos se mantengan con el transcurso del tiempo.
Tarjeta electrónica	Superficie construida por pistas de material conductor sobre una lámina no conductora, que contiene <i>chips</i> y otros elementos electrónicos.

Tesina

Es un trabajo monográfico que tiene el objetivo de demostrar el dominio de una metodología de investigación por parte del estudiante, y con el cual puede obtener un grado o posgrado académico.

RESUMEN

En el presente estudio de factibilidad para el desarrollo de PYMES dedicadas a la extracción de metales y recuperación de cobre en tarjetas electrónicas de teléfonos celulares y su comercialización en la ciudad de Guatemala, se realizaron los siguientes estudios.

Estudio de mercado para analizar la competencia, clientes y comercialización; estudio técnico, para definir lo relacionado directamente al proceso productivo; estudio administrativo y legal para identificar los requisitos y limitantes a cumplir y regirse; estudio ambiental para definir el grado de impacto que un proyecto de este tipo tendrá en el ambiente; estudio económico, para determinar los flujos de efectivo y estudio financiero, para identificar el rendimiento financiero de la PYME.

Como resultado de los estudios realizados se puede afirmar que la PYME es factible y tendrá un impacto ambiental y social positivo. También se identificaron factores que pueden afectar la estabilidad de la PYME, como tendencias en el mercado de metales como materias primas y desperdicio de materiales en los procesos productivos; por lo que se presentan recomendaciones para mitigar estos riesgos, que pueden afectar la factibilidad de la PYME y se espera que ésta pueda dar una solución sostenible al problema de los desechos electrónicos en la ciudad de Guatemala.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio de factibilidad para el desarrollo de PYMES dedicadas a la extracción de metales y recuperación de cobre en tarjetas electrónicas de teléfonos celulares y su comercialización en la Ciudad de Guatemala.

Específicos

1. Determinar el punto de equilibrio de mercado de los metales extraídos de las tarjetas electrónicas de teléfonos celulares.
2. Diseñar la propuesta técnica de ingeniería para la PYME dedicada a la extracción y comercialización de metales de las tarjetas electrónicas.
3. Desarrollar la planificación estratégica básica de la PYME.
4. Determinar los aspectos legales relacionados a la puesta en marcha de la PYME.
5. Identificar el impacto ambiental de la PYME durante su puesta en marcha, operación y cierre.
6. Establecer el nivel mínimo de producción necesario para que la PYME sea autosostenible.

7. Evaluar la rentabilidad de la PYME mediante el cálculo del Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

INTRODUCCIÓN

Durante el primer semestre del 2017 la cantidad de teléfonos celulares en operación ascendía a más de 19 millones, según el Boletín estadístico de la Superintendencia de Telecomunicaciones (SIT). Los teléfonos celulares tienen un tiempo de vida de aproximadamente 18 meses, lo que representa 12,6 millones de teléfonos desechados al año.

Un estudio realizado por la Universidad de las Naciones Unidas con sede en Bonn, Alemania; determinó que en Guatemala cada habitante genera 4 kg al año de basura electrónica, lo que hace un total de 66.9 toneladas al año en todo el país.

Actualmente los residuos de teléfonos celulares no reciben un tratamiento adecuado en el país, por lo que representan un problema para la salud y medio ambiente. Sin embargo, existen diversas opciones para hacer este tratamiento de forma rentable. Una de estas opciones es la extracción de los metales que contienen las tarjetas electrónicas de los teléfonos, como: cobre, oro, plata, hierro, níquel, estaño y plomo, los cuales pueden ser comercializados.

Para comprobar la factibilidad y viabilidad de la PYME se realizarán diversos estudios: estudio de mercado para analizar la competencia, clientes y comercialización; estudio técnico, para definir lo relacionado directamente al proceso productivo; estudio administrativo y legal para identificar los requisitos y limitantes a cumplir y regirse; estudio ambiental para definir el grado de impacto que un proyecto de éste tipo tendrá en el ambiente; estudio económico, para determinar los flujos de efectivo y estudio financiero, para identificar el

rendimiento financiero de la PYME; esto con el fin de concluir si la PYME es factible.

1. ESTUDIO DE MERCADO

Un estudio de factibilidad requiere de un estudio de mercado, porque para que cualquier proyecto sea viable necesita de un mercado con demanda insatisfecha al que pueda introducir su producto o servicio, sin importar que éste sea con fines de lucro o no.

El estudio de mercado define el mercado al que está orientado; evalúa tanto la oferta como la demanda del producto o servicio de interés, evalúa la demanda para conocer a sus posibles clientes, a la oferta para conocer a la competencia y analiza los precios del producto o servicio, para con esta información poder analizar la viabilidad comercial del proyecto.

1.1. Definición del producto

Los metales extraídos de las placas de teléfonos celulares desechados serán comercializados en estado sólido, como polvo con tamaño de partícula variado:

- Oro

El oro es un metal con muchas propiedades especiales, se presenta en distintos grados de pureza y ésta se expresa en quilates, siendo 24 k oro puro. Los otros tipos de oro se encuentran en aleación con otros metales como plata, cobre, zinc y paladio siendo su denominación menor a 24 k, las más comunes son 9 k, 10 k, 14 k, 18 k y 20 k. El oro es utilizado en joyería, electrónica, odontología, entre otros.

- Plata

La plata es un metal muy dúctil y maleable, aunque no tanto como el oro. Sus principales aplicaciones son; en la electrónica, fabricación de espejos especiales, joyería, industria química, entre otros.

- Hierro

El hierro es el metal más usado, principalmente en la industria siderúrgica para la fabricación de aceros.

- Níquel

El níquel es un metal utilizado en la fabricación de acero inoxidable, baterías recargables, catálisis de reacciones químicas y recubrimientos metálicos.

- Cobre

El cobre tiene su principal aplicación en los campos de electricidad y telecomunicaciones, medios de transporte, ornamentación, entre otros.

- Estaño

El estaño es un metal comúnmente utilizado en aleaciones para recubrir metales, fabricación de vidrio, fungicidas, aleaciones, etiquetas, esmaltes, entre otros.

- Plomo

Este metal es utilizado principalmente en la fabricación de productos como baterías, pigmentos, aleaciones, cerámicas, plásticos, municiones, cubiertas de cables, escudos de radiación y armamento.

1.2. Análisis del entorno

El análisis del entorno en un estudio de prefactibilidad es necesario para conocer el contexto en el que se realizará el proyecto para tomar las decisiones adecuadas.

1.2.1. Macro ambiente externo

- Ubicación geográfica

El proyecto se realizará en la ciudad de Guatemala, esta se encuentra en el departamento de Guatemala; a una altura media de 1 500 msnm, colinda al norte con Chinautla y San Pedro Ayampuc, al sur con Santa Catarina Pinula, San José Pinula, Villa Canales, Villa Nueva y San Miguel Petapa, al este con Palencia y al oeste con Mixco; siendo todos estos municipios del departamento de Guatemala. La ciudad de Guatemala está dividida en 25 zonas y su área superficial es de 996 km².

Figura 1. **Mapa de la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, empleando Google maps.

- **Información socioeconómica**

La información socioeconómica es una medida económica y social de la preparación laboral de una persona, posición económica y social individual en relación con otras personas, basada en sus ingresos, educación y empleo.

- Pirámide poblacional: la pirámide poblacional de Guatemala muestra que especialmente a partir de los 65 años la proporción de mujeres es mayor a la de los hombres.

Figura 2. Pirámide poblacional de Guatemala



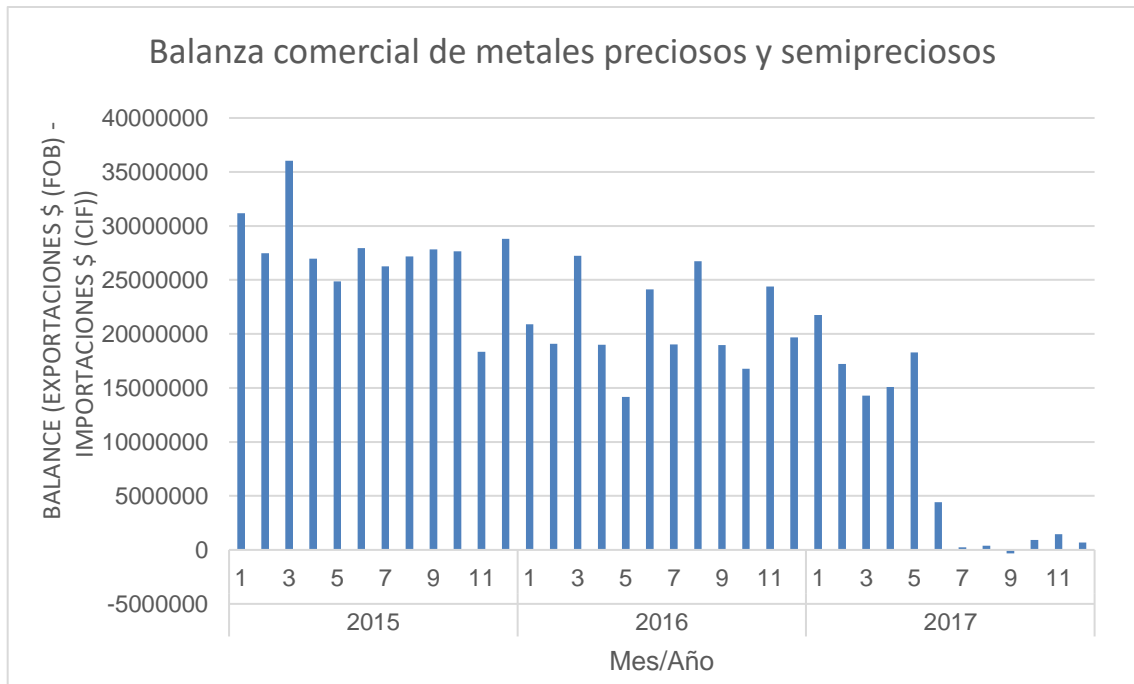
Fuente: Instituto Nacional de Estadística INE. *Estimaciones y proyecciones de población, con base en los censos nacionales XI de población.* p. 13.

- Género: según el informe de desarrollo humano en el departamento de Guatemala la distribución poblacional por género es la siguiente:
 - En el año 2010, 1 513 638 de los habitantes son hombres lo que representa un 48,8 % de la población.
 - En el año 2010, 1 590 046 de los habitantes son mujeres lo que representa un 51,23 % de la población.
 - Se espera que la distribución poblacional entre hombres y mujeres conserve la misma tendencia en el año 2020.
- Tasas de natalidad y mortandad: las tasas de natalidad y mortandad en el departamento de Guatemala en el año 2016 indica el INE que fueron:
 - Tasa de mortalidad 6.
 - Tasa de natalidad 19,8.
- Educación: los índices de educación en el departamento de Guatemala en el año 2012 fueron:

- Índice de analfabetismo 6,5.
- Taza de cobertura a nivel primario 94,3 %.
- Pobreza y desigualdad: los índices de pobreza y desigualdad se presentan a continuación.
 - Porcentaje de hogares con necesidad básica insatisfecha:
 - Calidad de la vivienda 13 % al año 2006
 - Hacinamiento 31 % al 2006
 - Abastecimiento de agua 13 % al 2006
 - Disponibilidad de servicio sanitario 22 % al 2006
 - Asistencia escolar 6 % al 2006
 - Precariedad ocupacional 6 % al 2006
 - Porcentaje de pobreza extrema en la ciudad de Guatemala 0,7 % al 2011.
 - Porcentaje de pobreza general en la ciudad de Guatemala en el 2011 fue de 18,6 %.
- Empleo e ingresos: los índices de ingresos que da a conocer el INE en el 2018 son:
 - Ingreso promedio en el año 2016 Q 2 131,00 por persona al mes.
 - Tasa de desempleo en el área urbana de 5,5 en el año 2016.
 - Tasa de informalidad en el área metropolitana de 44 % en el 2016.
 - Tasa de subempleo del 11,5 % en el 2016.¹

¹ Instituto Nacional de Estadística INE. *Caracterización estadística República de Guatemala 2012, 2013*. p. 15.

Figura 3. **Balanza comercial de metales preciosos y semipreciosos en Guatemala**



Fuente: Banco de Guatemala. *Comercio general*.

http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/comercio/por_producto/prod_mensDB001.H
 TM&e=117267. Consulta: 5 de julio de 2018.

Como se puede observar en la figura anterior la balanza comercial de metales ha presentado tendencia a la reducción en los últimos años con una diferencia abrupta en mayo del 2017 esto debido a que diversas mineras han tenido problemas sociales.

La situación de reducción abrupta en la balanza comercial de los productos de interés representa una oportunidad para cubrir la diferencia que la reducción en las actividades mineras ha provocado.

Tabla I. **Balanza comercial de metales preciosos y semipreciosos**

AÑO	MES	EXPORTACIONES \$ (FOB)	IMPORTACIONES \$ (CIF)	BALANCE
2015	1	31 206 890	23 925	31 182 965
2015	2	27 504 830	34 874	27 469 956
2015	3	36 498 648	459 302	36 039 346
2015	4	27 021 971	46 220	26 975 751
2015	5	24 903 333	43 324	24 860 009
2015	6	27 962 377	24 938	27 937 439
2015	7	26 319 752	62 040	26 257 712
2015	8	27 192 110	25 343	27 166 767
2015	9	28 094 742	278 446	27 816 296
2015	10	27 700 182	56 121	27 644 061
2015	11	18 376 597	18 560	18 358 037
2015	12	28 849 463	39 574	28 809 889
2016	1	20 935 221	38 537	20 896 684
2016	2	19 136 114	54 197	19 081 917
2016	3	27 275 180	52 293	27 222 887
2016	4	19 295 918	299 015	18 996 903
2016	5	14 199 861	34 793	14 165 068
2016	6	24 175 461	48 534	24 126 927
2016	7	19 068 188	49 308	19 018 880
2016	8	27 238 743	496 409	26 742 334
2016	9	19 728 913	746 464	18 982 449
2016	10	16 814 615	42 705	16 771 910
2016	11	24 766 116	360 583	24 405 533
2016	12	19 695 212	23 582	19 671 630
2017	1	21 794 460	29 891	21 764 569
2017	2	17 253 655	46 468	17 207 187
2017	3	14 426 072	135 571	14 290 501
2017	4	15 120 950	33 460	15 087 490
2017	5	18 551 188	260 371	18 290 817
2017	6	4 463 888	38 803	4 425 085
2017	7	523 056	294 550	228 506
2017	8	697 764	309 495	388 269
2017	9	160 586	497 910	-337 324
2017	10	1 339 827	423 298	916 529
2017	11	1 486 784	44 073	1 442 711
2017	12	740 828	45 251	695 577

Fuente: Banco de Guatemala. *Comercio general*.

http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/comercio/por_producto/prod_mensDB001.H

TM&e=117267. Consulta: 5 de julio de 2018.

1.2.2. Micro ambiente externo

- Proveedores

Los proveedores serán los centros de acopio de materiales reciclables que existen actualmente y ya trabajan con residuos electrónicos. Estos centros de acopio actualmente venden los residuos de teléfonos celulares para exportarlos, por lo que, la estructura para la recolección de residuos de teléfonos celulares ya es funcional, siendo necesario solamente realizar negociaciones con los distintos centros de acopio.

- Teléfonos celulares

- Sustitutos: los teléfonos celulares actualmente no tienen bienes sustitutos, por lo que esto no representa un problema.
- Frecuencia de cambio: los teléfonos celulares normalmente se cambian cada 18 meses por política de la mayoría de las operadoras, comenta Chablé, mientras que los teléfonos que no son de contrato los utilizan en promedio por 3 años, según investigaciones realizadas por sitios especializados en teléfonos celulares.
- Motivos de cambio: los teléfonos celulares se cambian por los siguientes motivos.
 - Renovación de contrato: los contratos de operadora en Guatemala normalmente tienen una duración de 18 meses y en cada período dan un nuevo teléfono al usuario.

- Deterioro físico: cuando el teléfono por el paso del tiempo comienza a fallar como disminución en la capacidad de la batería o por motivos accidentales se daña como caídas que rompen la pantalla o corto circuitos provocados por diversos motivos.
- Rotación tecnológica: la rotación tecnológica ocurre cuando las compañías desarrollan nuevos productos y los clientes reemplazan los que poseen actualmente por nuevos, aunque los que poseen actualmente pueden cumplir perfectamente con su cometido.
- La capacidad del teléfono celular actual ya no es suficiente: esto ocurre por diversos motivos, los principales son la capacidad de almacenamiento y procesamiento. Muchos adjudican este motivo de cambio a la obsolescencia programada provocada por software cada vez más exigente de recursos.

- Intermediarios

Para la distribución de los metales extraídos se contactará a una distribuidora para que se encargue de las ventas ya sea nacionales como internacionales.

- Bienes sustitutos

Los metales a extraer de los teléfonos celulares:

- Oro
- Plata

- Hierro
- Níquel
- Cobre
- Estaño
- Plomo

Actualmente no tienen sustituto, pero existen varios nuevos materiales en desarrollo como el grafeno que pueden llegar a sustituir algunas de las aplicaciones de éstos, pero se espera que el desarrollo tecnológico necesario llegue en alrededor de tres décadas.

1.3. Tipo de mercado

Para poder obtener una visión ordenada del mercado objetivo, resulta necesario clasificarlo según sus características; desde los puntos de vista, geográfico, del tipo de cliente, la competencia establecida, el tipo de producto y del tipo de recurso.

1.3.1. Geográfico

En este caso la compra, extracción y venta de metales extraídos de tarjetas electrónicas de teléfonos celulares se realizarán en la ciudad de Guatemala, por lo que el mercado es Metropolitano.

1.3.2. Por tipo de cliente

La comercialización de los metales extraídos de teléfonos celulares será a diversos tipos de cliente, como joyerías, artesanos, revendedores de metales,

laboratorios e industrias de empaques, tintas, entre otros. Por lo que los tipos de cliente objetivo son los siguientes:

El mercado del productor o industrial está formado por individuos u organizaciones que adquieren los productos, materias primas, los metales extraídos de las tarjetas electrónicas, para la producción de otros bienes y servicios como joyas, electrónicos y empaques.

El mercado del revendedor está conformado por individuos, empresas u organizaciones que obtienen sus utilidades al revender los metales extraídos.

1.3.3. Por competencia establecida

Se identificó como competencia a todos los vendedores de metales preciosos, entre los vendedores de metales preciosos, se tienen canales de distribución de mineras, metales importados.

Como posibles clientes se tiene; joyerías, artesanos, revendedores de metales, laboratorios e industrias de empaques, tintas, entre otros. Siendo la cantidad de clientes muy superior a la cantidad de proveedores.

Por lo tanto, el tipo de mercado por competencia es de competencia imperfecta, porque se encuentra entre el mercado de competencia perfecta y el monopolio puro. En la clase de mercado de competencia imperfecta aplicable a este caso es mercado de oligopolio, por haber pocos vendedores y relativamente muchos compradores, siendo un oligopolio imperfecto debido a que hay pequeñas variaciones en los productos ofrecidos.

Las variaciones en los productos ofrecidos están relacionadas a los grados de pureza, origen de los metales y los procesos productivos utilizados.

1.3.4. Por tipo de producto

Un mercado de productos o bienes está formado por empresas o individuos que requieren productos tangibles, en este caso es un mercado de productos o bienes, debido a que los metales a comercializar son bienes tangibles.

1.3.5. Por tipo de recurso

El mercado de recursos está dividido en tres; mercado de materia prima, de fuerza de trabajo y de dinero.

El mercado de materia prima está conformado por organizaciones o personas individuales que necesitan de ciertos materiales en su estado natural, como es el caso de los metales extraídos en su forma química de metal o aleación; para ser utilizados en la producción y elaboración de bienes o servicios.

1.4. Análisis de oferta y demanda

Mercado es un conjunto de transacciones de bienes o servicios entre individuos, es el acuerdo mutuo en el marco de las transacciones a través de las cuales los oferentes (productores, vendedores), y demandantes (consumidores o compradores), de un determinado bien o servicio entran en relación comercial.

Analizar la oferta y demanda es crucial para evaluar la factibilidad de un proyecto, y a partir de ésta se puede concluir las interacciones entre ambos partícipes del mercado, para definir si el bien se podrá comercializar la cantidad y precio.

1.4.1. Análisis de la oferta

La oferta está definida como la cantidad de bienes y servicios que los oferentes están dispuestos a poner a la venta en el mercado a unos precios concretos. El comportamiento normal de la oferta (S), es cuando la cantidad (Q) ofertada es proporcional al precio (P), es decir al aumentar el precio habrá más oferentes interesados en vender.

1.4.1.1. Competencia actual

Conocer la competencia es necesario para definir una estrategia comercial para el proyecto adaptada a las situaciones del entorno, conociendo las fortalezas y debilidades de la competencia, también es útil como fuente de información para el tamaño del mercado y otros aspectos relacionados como situaciones legales, administrativas y costos.

La competencia identificada son todos los vendedores y extractores de metales preciosos, entre los que se tienen, canales de distribución de mineras y metales importados.

- Mineras

Las informaciones de las licencias relacionadas a la minería se presentan a continuación:

Tabla II. **Licencias mineras otorgadas en los últimos años**

Año	Reconocimiento	Exploración	Explotación
2003	1	28	16
2004	0	23	18
2005	1	23	15
2006	1	26	15
2007	0	33	17
2008	0	27	15
2009	0	3	4
2010	1	1	2
2011	0	0	2
2012	0	9	16
2013	0	0	9
2014	0	5	6
2015	0	3	4
2016	0	0	0

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. *Anuario estadístico de minería 2016*. p. 53.

Figura 4. **Licencias mineras vigentes al año 2016**



Fuente: Datos propios del MEM

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. *Anuario estadístico de minería 2016*. p. 55.

Tabla III. **Producción de minerales metálicos en 2016**

MINERAL	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD VENDIDA	VENTA(Q)
Antimonio	Tonelada métrica	25	1,68136
Cinc	Tonelada métrica	5,663.72	133,759,872
Ferroníquel	Tonelada métrica	17,946	487,476,370
Oro	Onzas troy	123,004	795,696,309
Óxido de hierro	Tonelada métrica	19,549	1,916,436
Óxido de hierro y níquel	Tonelada métrica	2,638,512	430,888,774
Plata	Onzas troy	25,498,200.65	3,632,727,482.06
Plomo	Tonelada métrica	4,181.44	132,042,183.65
SUBTOTAL MINERALES METÁLICOS			5,127,199,192

FUENTE: DATOS PROPIOS MEM 2016

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. *Anuario estadístico de minería 2016*. p. 30.

Según las estadísticas mostradas, actualmente hay 35 mineras dedicadas a la extracción de minerales metálicos, que es la misma actividad para realizar, solamente que las mineras lo hacen del suelo y el proyecto lo hará de tarjetas electrónicas.

- Importación de metales preciosos

Según datos del banco de Guatemala el valor CIF de las importaciones y el Valor FOB de las exportaciones de los metales de interés durante el año 2017 fue:

Tabla IV. **Importaciones y exportaciones de los metales de interés**

Producto	Exportaciones (fob)	Importaciones (cif)
Aluminio	\$ 89 627 960,00	\$ 127 819 540,00
Antimonio	\$ 0,00	\$ 28 260,00
Cobre y sus manufacturas	\$ 4 040 902,00	\$ 4 745 415,00
Estado	\$ 37 690,00	\$ 387 834,00
Magnesio	\$ 772 398,00	\$ 358 366,00
Niquel	\$ 57 858 393,00	\$ 133 486,00
Piedras y metales preciosos y semi preciosos	\$ 94 331 446,00	\$ 2 069 817,00
Plomo	\$ 152 609 393,00	\$ 476 273,00
Zinc	\$ 21 891 680,00	\$ 22 181 042,00

Fuente: Banco de Guatemala. *Comercio general*.

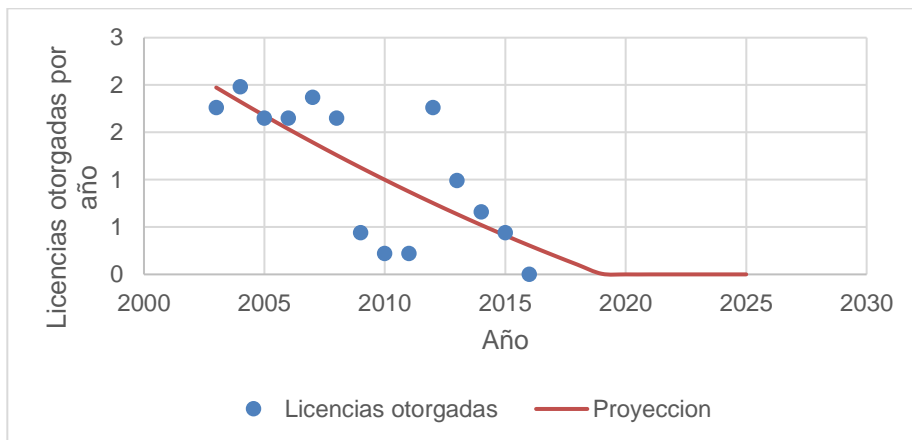
http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/comercio/por_producto/prod_mensDB001.H

TM&e=118504. Consulta: 5 de julio de 2018.

1.4.1.2. Proyección futura de competencia

La proyección para el otorgamiento de nuevas licencias para actividades mineras relacionadas con minerales metálicos según análisis de los datos de nuevas licencias del 2003 al 2016 se presentan a continuación.

Figura 5. **Proyección de nuevas licencias para actividades mineras de explotación de metales otorgadas por el Ministerio de Energía y Minas**



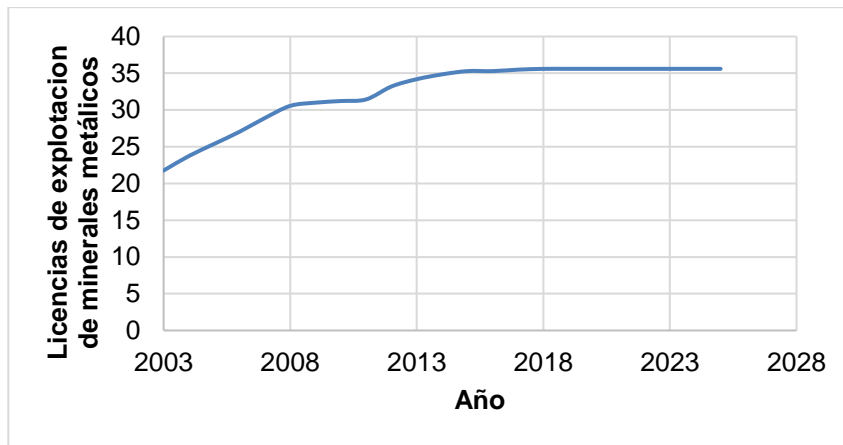
Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Proyección de nuevas licencias para actividades mineras de explotación de metales otorgadas por el Ministerio de Energía y Minas**

Licencias otorgadas			Licencias otorgadas		
Año	Datos	Proyección	Año	Datos	Proyección
2003	1,76	1,97	2015	0,44	0,41
2004	1,98	1,82	2016	0,00	0,30
2005	1,65	1,68	2017	n/a	0,20
2006	1,65	1,53	2018	n/a	0,10
2007	1,87	1,39	2019	n/a	0,01
2008	1,65	1,26	2020	n/a	0,00
2009	0,44	1,13	2021	n/a	0,00
2010	0,22	1,00	2022	n/a	0,00
2011	0,22	0,87	2023	n/a	0,00
2012	1,76	0,75	2024	n/a	0,00
2013	0,99	0,64	2025	n/a	0,00
2014	0,66	0,52			

Fuente: elaboración propia, con base en datos del anuario estadístico de minería y proyección.

Figura 6. **Cantidad total de licencias de explotación de minerales metálicos a del 2003 al 2025 según proyecciones realizadas**



Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Cantidad total de licencias de explotación de minerales metálicos a del 2003 al 2025 según proyecciones realizadas**

Total de licencias			Total de licencias		
Año	Datos	Proyección	Año	Datos	Proyección
2003	22	22	2015	35	35
2004	24	24	2016	35	35
2005	25	25	2017	35	35
2006	27	27	2018	36	36
2007	29	29	2019	36	36
2008	31	31	2020	36	36
2009	31	31	2021	36	36
2010	31	31	2022	36	36
2011	31	31	2023	36	36
2012	33	33	2024	36	36
2013	34	34	2025	36	36
2014	35	35			

Fuente: elaboración propia, con base en datos del anuario estadístico de minería y proyección.

A partir de lo observado en las figuras 3. Y 4. Se puede observar que en los próximos años se espera que se otorgue una licencia cada varios años, a eso se añade la incertidumbre que se introdujo recientemente con el cierre de dos mineras; por lo que se espera que la cantidad de competidores permanezca estable.

1.4.2. Análisis de la demanda

La demanda es la cantidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos por un determinado mercado. La evaluación de la demanda es muy importante porque se utiliza para decidir los productos o servicios a vender y cómo hacerlo, también esto influye directamente en las estrategias de

marketing. Generalmente a mayor precio, menor demanda, al contrario que la oferta.

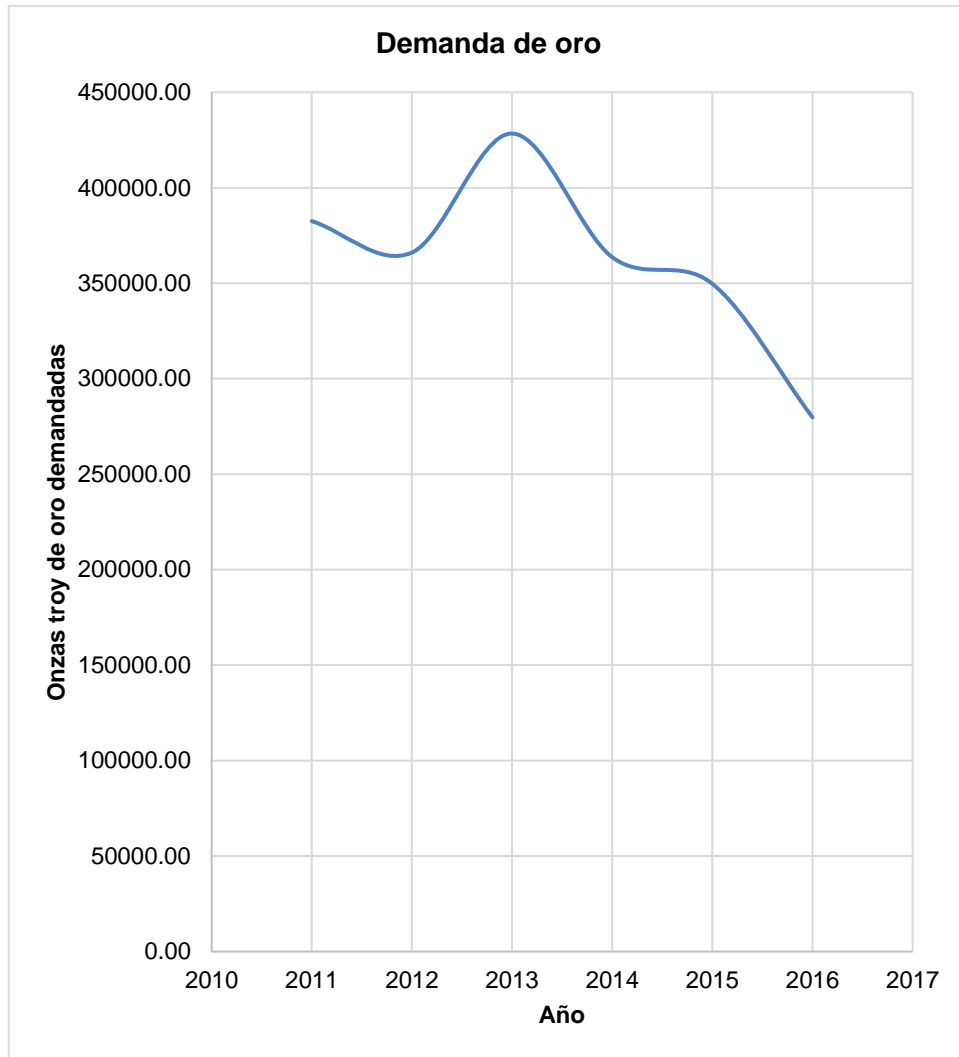
1.4.2.1. Comportamiento histórico de la demanda

En este caso se asumirá que el comportamiento de la demanda en el mercado de interés es igual al del mercado mundial, de esta forma utilizar la demanda del mercado mundial ajustada al nivel de Guatemala utilizando los datos del Ministerio de Energía y Minas en los informes estadísticos que elabora anualmente.

Esto se realizará para el oro y la plata, los dos metales más valiosos producto de la extracción, que al mismo tiempo de ser los que mayor impacto tendrán en el proyecto son los metales de los que más datos históricos nacionales, se cuenta, lo que permite un mejor análisis de estos.

Mientras que para el resto de los metales se utilizarán datos del mercado mundial, los que dan una buena aproximación del comportamiento del mercado nacional.

Figura 7. **Demanda de oro ajustada a Guatemala**



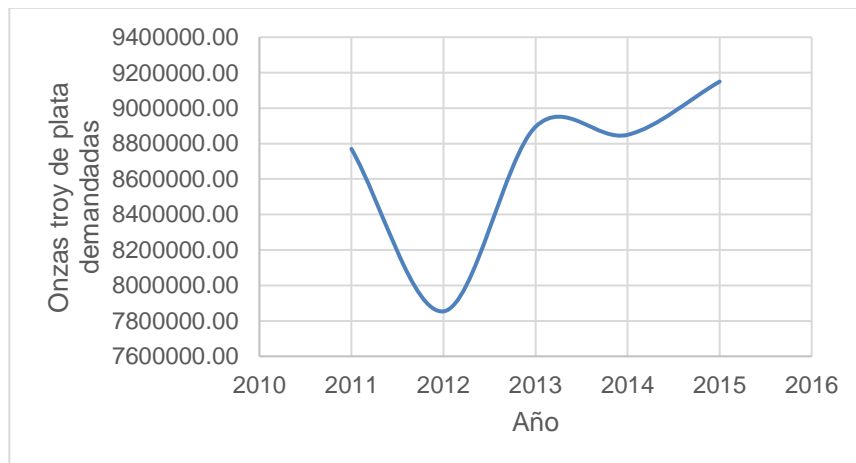
Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Demanda de oro ajustada a Guatemala**

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Joyas (ton)	2 076,00	2 080,00	2 050,00	2 505,00	2 380,00	2 271,00	1 775,00
Industria (ton)	476,00	467,00	425,00	417,00	399,00	362,00	335,00
Bancos centrales (ton)	77,00	457,00	544,00	409,00	466,00	436,00	252,00
Lingotes (ton)	946,00	1 247,00	1 056,00	1 414,00	856,00	857,00	737,00
Monedas (ton)	287,00	327,00	306,00	382,00	251,00	259,00	249,00
Demanda total (ton)	3 862,00	4 578,00	4 381,00	5 127,00	4 352,00	4 185,00	3 348,00
t-oz vendidas		382 521,08	208 119,00	205 333,00	190 597,00	181 359,00	123 004,00
Joyas (t oz)		173 797,26	171 290,57	209 308,72	198 864,17	189 756,53	148 312,56
Industria (t oz)		39 020,83	35 511,46	34 843,01	33 338,99	30 247,41	27 991,39
Bancos centrales (t oz)		38 185,26	45 454,67	34 174,56	38 937,27	36 430,58	21 056,21
Lingotes (t oz)		104 194,80	88 235,53	118 148,71	71 524,26	71 607,81	61 581,05
Monedas (t oz)		27 322,93	25 568,25	31 918,53	20 972,65	21 641,10	20 805,54
Demanda total (t oz)		382 521,08	366 060,47	428 393,53	363 637,34	349 683,43	279 746,74
Precio del oro Q/t oz		12 475,99	13 435,13	11 185,71	9 754,14	8 787,09	6 742,50

Fuente: Thompson Reuters. *Demanda de plata aumentaría, panorama de precios es incierto.*
<https://lta.reuters.com/articulo/portada-metales-plata-demanda-idLTASIE9AC02O20131113>.
 Consulta: 4 de marzo de 2018.

Figura 8. **Demanda de plata ajustada a Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Demanda de plata ajustada a Guatemala**

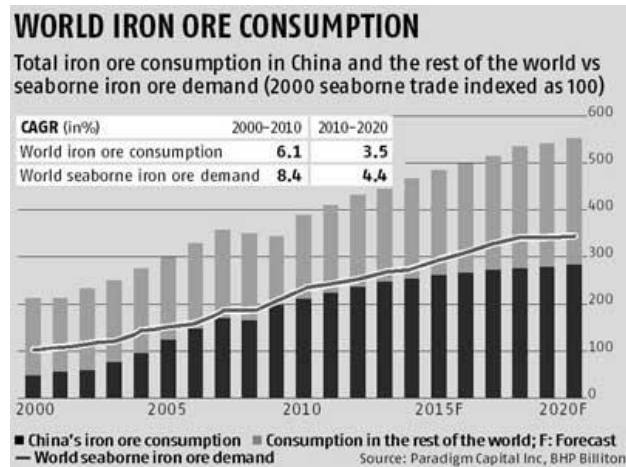
Año	2011	2012	2013	2014	2015
Joyería (ton)	5 844,00	5 766,00	6 774,00	6 966,00	7 044,00
Lingotes y monedas (ton)	6 543,00	4 992,00	7 529,00	7 343,00	9 091,00
Platería (ton)	1 468,00	1 359,00	1 829,00	1 888,00	1 956,00
Aplicaciones industriales (ton)	21 033,00	19 127,00	19 254,00	19 008,00	18 309,00
Demanda total (ton)	34 888,00	31 244,00	35 386,00	35 205,00	36 400,00
(t oz) vendidas en Guatemala	8 769 794,00	6 576 608,00	8 550 261,00	19 078 647,00	27 720 286,00
Joyería (t oz)	1 469 005,85	1 449 399,00	1 702 779,88	1 751 042,91	1 770 649,76
Lingotes y monedas (t oz)	1 644 713,43	1 254 838,67	1 892 564,18	1 845 809,37	2 285 204,00
Platería (t oz)	369 011,05	341 611,73	459 755,60	474 586,42	491 679,58
Aplicaciones industriales (t oz)	5 287 063,67	4 807 952,59	4 839 876,57	4 778 039,57	4 602 331,99
Demanda total (t oz)	8 769 794,00	7 853 801,99	8 894 976,22	8 849 478,27	9 149 865,33
Precio Q/ t oz	266,32	250,79	182,74	152,21	118,84

Fuente: elaboración propia.

Como se pudo observar en las figuras 5, 6. La demanda del oro presenta un leve comportamiento decreciente debido a declinación en la demanda en los sectores de joyas y bancos centrales. Asimismo, de los esfuerzos de muchos sectores para reemplazar el uso de oro por otros metales más baratos.

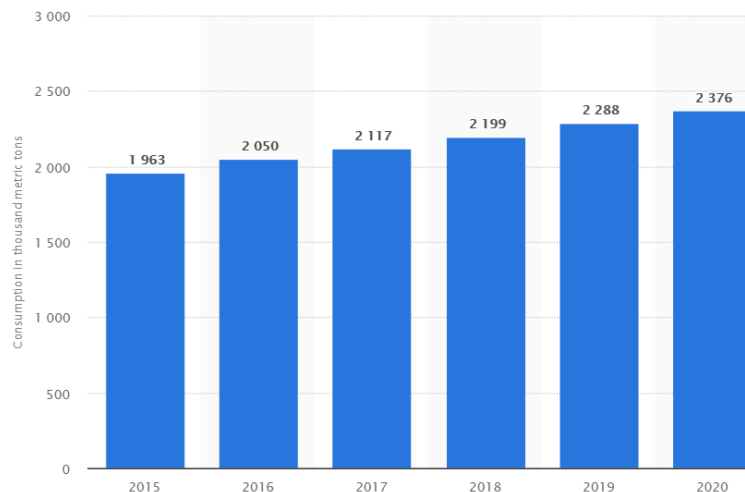
Para el resto de los metales producto de la extracción como hierro, níquel, cobre, estaño y plomo se analizarán datos internacionales debido a que no se cuenta con suficientes registros nacionales para ajustarlos a Guatemala. Primero se mostrarán todas las gráficas y se discutirán al final de la sección.

Figura 9. **Demanda mundial de hierro**



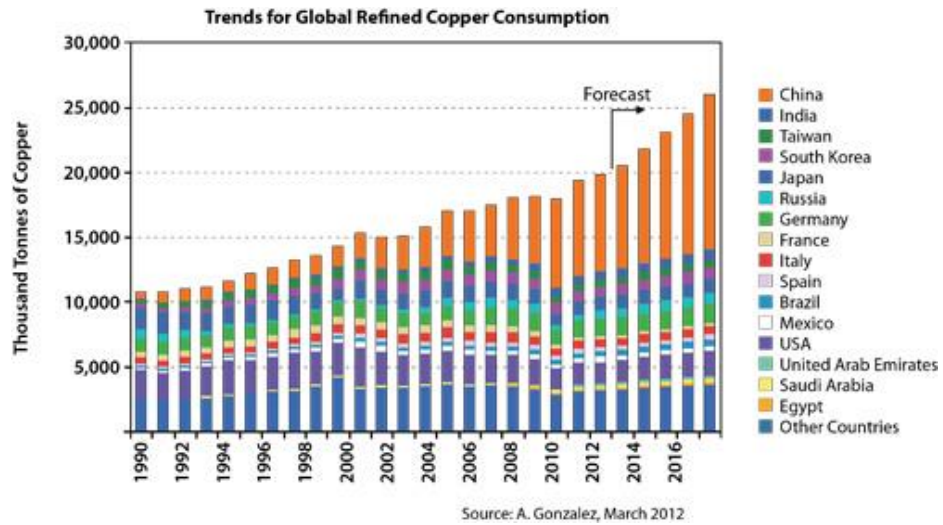
Fuente: Paradigm Capital Inc. *Cuánto tiempo durará la fase alcista en el mineral de hierro.*
https://www.business-standard.com/article/markets/how-long-will-the-bull-phase-in-iron-ore-last-113112501132_1.html. Consulta: 4 de marzo de 2018.

Figura 10. **Demanda mundial de níquel en ciento de toneladas**



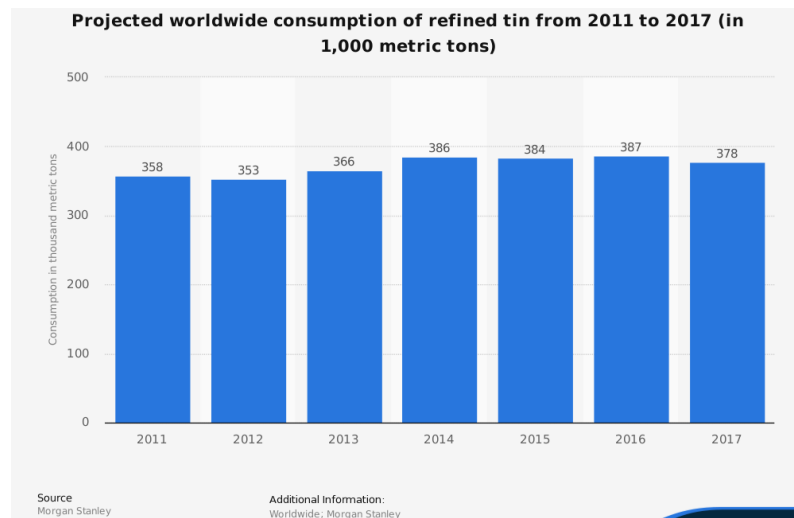
Fuente: Statista. *Metales.* <https://www.statista.com/markets/407/topic/434/metals/>. Consulta: 4 de marzo de 2018.

Figura 11. Demanda mundial de cobre



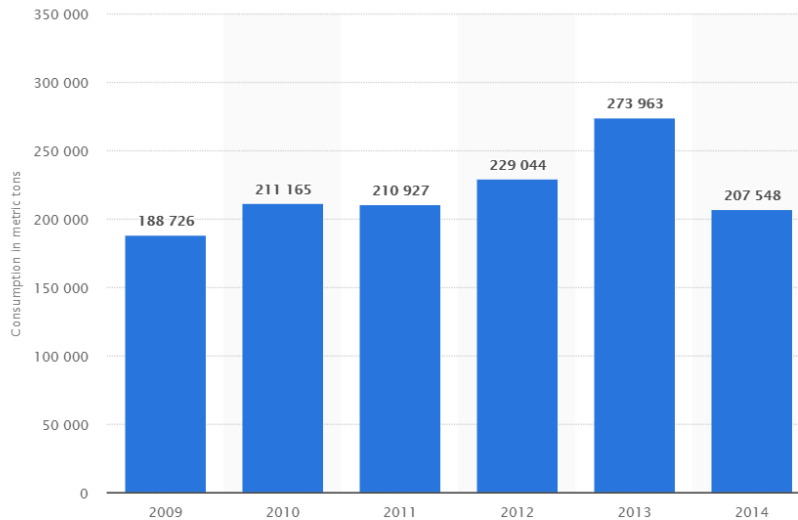
Fuente: GONZALES, Antonio. *Compañía de mercados financieros*.
<https://www.cmegroup.cn/report/157.htm>. Consulta: 4 de marzo de 2018.

Figura 12. Demanda mundial de estaño



Fuente: Statista. *Metales*. <https://www.statista.com/markets/407/topic/434/metals/>. Consulta: 4 de marzo de 2018.

Figura 13. **Demanda mundial de plomo**



Fuente: Statista. Metales. <https://www.statista.com/markets/407/topic/434/metals/>. Consulta: 4 de marzo de 2018.

En las figuras 7, 8 y 9 se puede observar como la demanda de hierro, níquel y cobre ha crecido de manera constante, siendo el crecimiento más pronunciado en el cobre. Este comportamiento es beneficioso para el proyecto debido a que abre las puertas a un mercado más amplio.

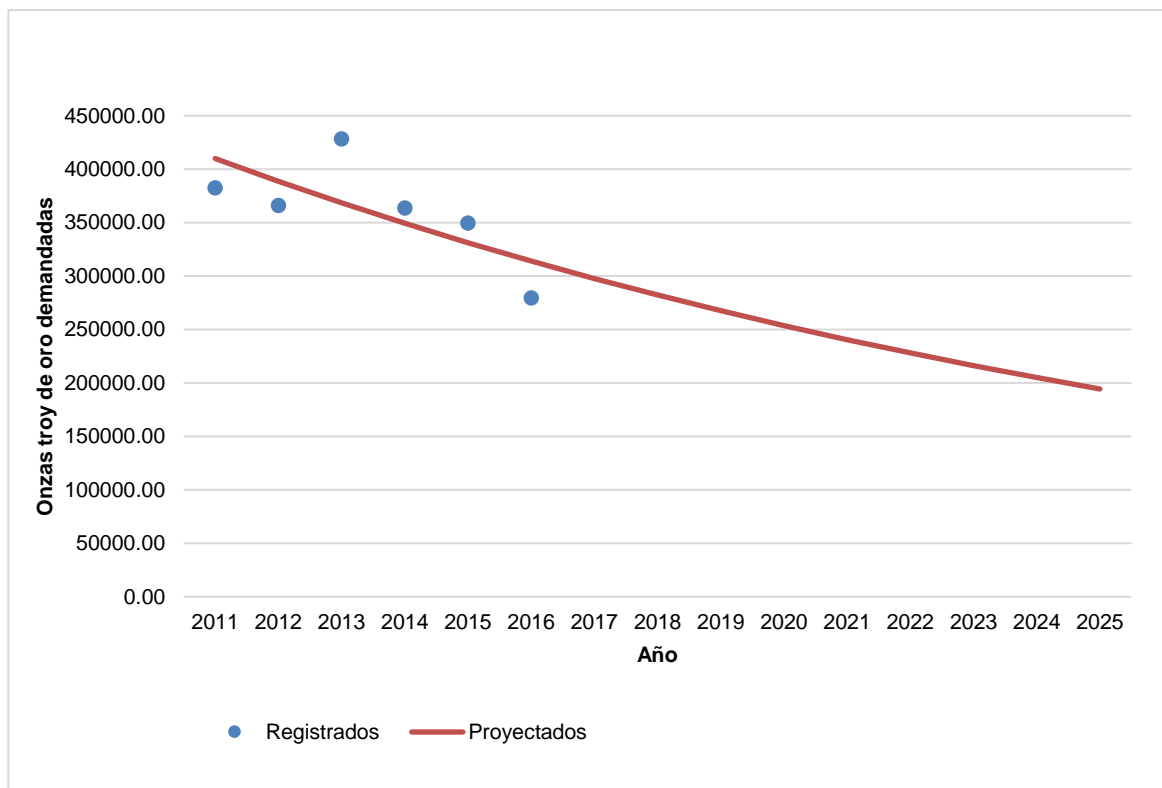
Para los mercados de estaño y plomo como se muestra en las figuras 10 y 11 se presenta un comportamiento prácticamente estático con una pequeña disminución, especialmente apreciable en el mercado del plomo. Pero esta pequeña reducción no es preocupante para el desarrollo del proyecto.

1.4.2.2. Proyección de la demanda

La proyección de la demanda consiste en hacer una estimación de los futuros requerimientos del bien o servicio por parte del mercado, en un tiempo determinado. En este caso se utilizará el método de regresión, tomando como referencia los datos de la demanda mostrados en la sección anterior, proyectándolos hasta el 2025.

La proyección de la demanda se realizará bajo la misma metodología que el comportamiento histórico de la demanda.

Figura 14. Proyección de la demanda de oro



Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Proyección de la demanda de oro**

Año	Demanda (t oz)		
	Registrada	Proyectada	Diferencia (%)
2011	382 521,08	409 954,47	7,17 %
2012	366 060,47	388 673,88	6,18 %
2013	428 393,53	368 497,95	13,98 %
2014	363 637,34	349 369,36	3,92 %
2015	349 683,43	331 233,72	5,28 %
2016	279 746,74	314 039,49	12,26 %
2017	n/a	297 737,81	n/a
2018	n/a	282 282,35	n/a
2019	n/a	267 629,17	n/a
2020	n/a	253 736,64	n/a
2021	n/a	240 565,26	n/a
2022	n/a	228 077,60	n/a
2023	n/a	216 238,17	n/a
2024	n/a	205 013,33	n/a
2025	n/a	194 371,16	n/a

Fuente: elaboración propia.

La proyección de la demanda de oro se obtuvo mediante una regresión exponencial de los datos registrados en los últimos años, siendo la ecuación obtenida la siguiente:

$$y = 1E+52e^{-0,053x}$$

$$R^2 = 0,5038$$

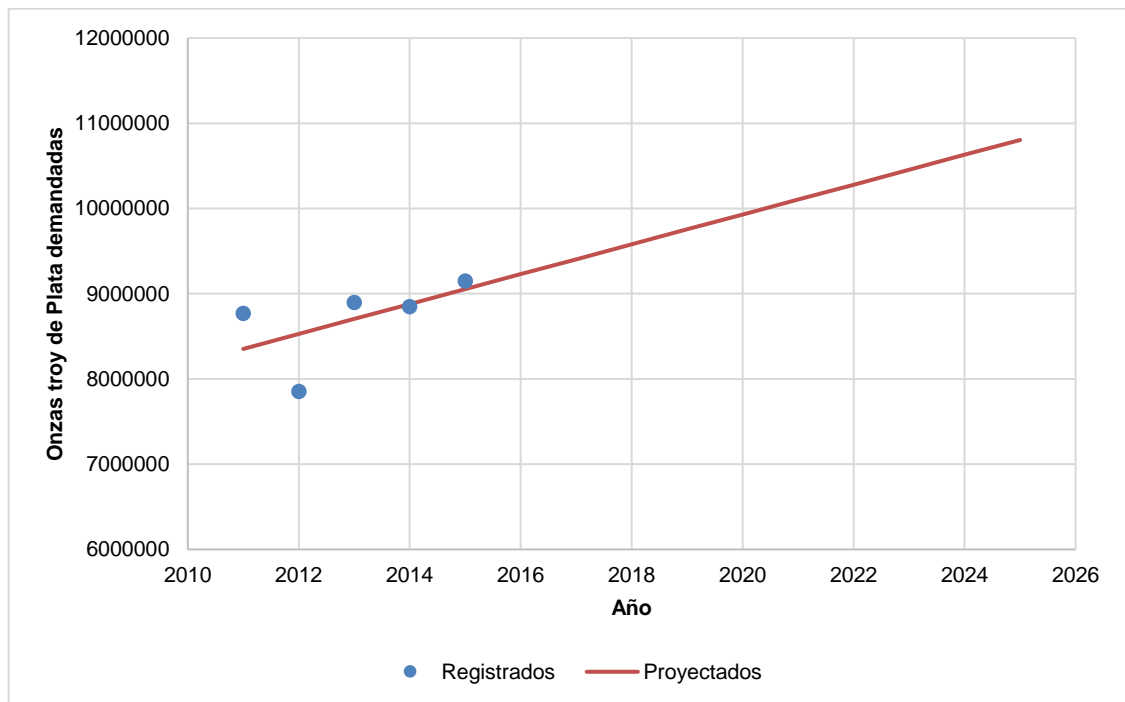
Donde:

- x = Año
- y = Onzas *troy* de oro demandadas en el año “x”

Como se puede observar en la Figura anterior, se espera que la demanda de oro disminuya 10 000 onzas *troy*, en el período 2016 a 2025, la disminución en la demanda de oro que se ha dado en los últimos años se debe a avances tecnológicos que reemplazan el oro por otros materiales más económicos y se espera que a futuro se den nuevas innovaciones tecnológicas en el área.

Aunque la disminución en la demanda proyectada no es tan marcada como para presentar problemas graves en la venta del oro extraído de las placas de teléfonos celulares.

Figura 15. **Proyección de la demanda de plata**



Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Proyección de la demanda de plata**

Año	Demanda (t oz)		
	Registrada	Proyección	Diferencia (%)
2011	8 769 794,00	8 352 399,05	4,76 %
2012	7 853 801,99	8 528 078,35	8,59 %
2013	8 894 976,22	8 703 670,35	2,15 %
2014	8 849 478,27	8 879 175,14	0,34 %
2015	9 149 865,33	9 054 592,81	1,04 %
2016	n/a	9 229 923,45	n/a
2017	n/a	9 405 167,14	n/a
2018	n/a	9 580 323,97	n/a
2019	n/a	9 755 394,02	n/a
2020	n/a	9 930 377,39	n/a
2021	n/a	10 105 274,14	n/a
2022	n/a	10 280 084,38	n/a
2023	n/a	10 454 808,19	n/a
2024	n/a	10 629 445,65	n/a
2025	n/a	10 803 996,85	n/a

Fuente: elaboración propia.

La proyección de la demanda de plata se obtuvo mediante una regresión logarítmica de los datos registrados en los últimos años, siendo la ecuación obtenida la siguiente:

$$y = 4E+08\ln(x) - 3E+09$$

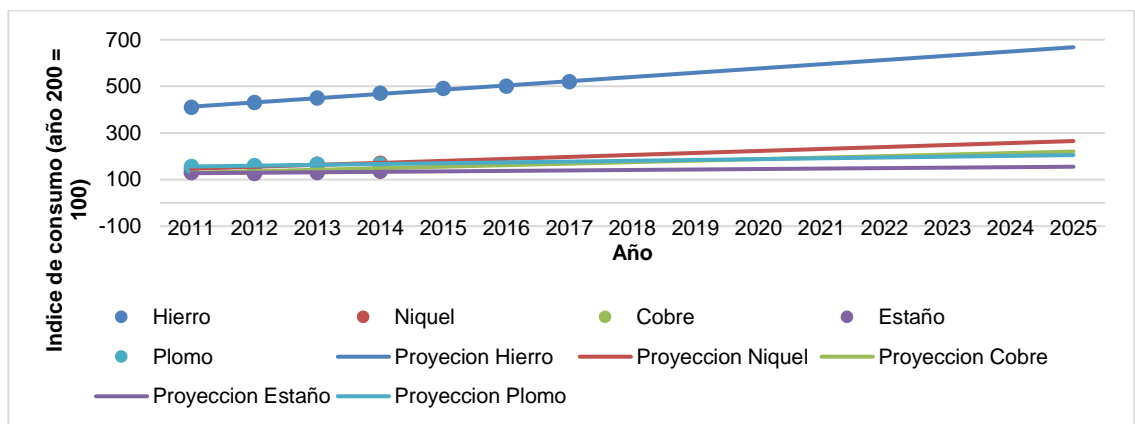
$$R^2 = 0,3133$$

Donde:

- x = Año
- y = Onzas *troy* de plata demandadas en el año "x"

Como se muestra en la figura anterior se espera que la demanda de plata aumente, debido principalmente al crecimiento del sector industrial que se espera ocurra en los próximos años. Que la demanda de la plata aumente será beneficioso para el proyecto, y facilitará la venta de los metales extraídos de las placas de teléfonos, asimismo de existir la posibilidad de mejoras en el precio de venta.

Figura 16. **Proyección de la demanda de hierro, níquel, cobre, estaño y plomo**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Demanda de hierro, níquel, cobre, estaño, plomo**

Metal	ecuación	R ²
Hierro	$y=18,214x+394,29$	0,994
Níquel	$y=8,5x+137,5$	0,980
Cobre	$y=6,5x+122,5$	0,966
Plomo	$y=3,5x+152,5$	0,891
Estaño	$y=2x+125$	0,400

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- $x = \text{Año}$
- $y = \text{Índice de consumo asignando al consumo en el año 2000 un valor de 100.}$

Como se observa en la figura 14, el comportamiento de la proyección de la demanda para el hierro, níquel, cobre, estaño, plomo continuará creciendo a un ritmo constante por los próximos años, por lo que no existe ninguna preocupación en lo relacionado a escasez de demanda para ninguno de los metales mencionados.

1.5. Análisis de precios

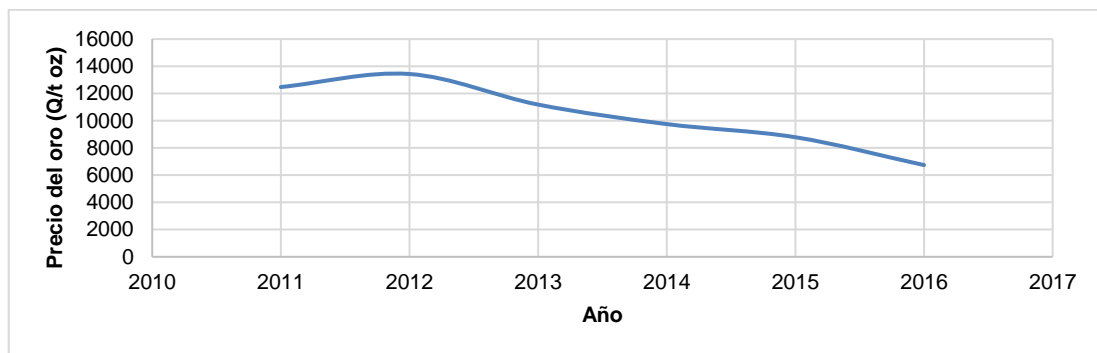
Los precios de un bien o servicio son el resultado de la interacción entre la oferta y la demanda, independientemente que los oferentes puedan acoger o no, siempre y cuando el mercado sea de competencia perfecta. El mercado de metales preciosos no es de competencia perfecta, es un mercado de oligopolio, por lo que el precio de los bienes puede ser afectado por los oferentes.

El análisis de precios se realizará bajo la misma metodología que el análisis de la demanda.

1.5.1. Análisis histórico de precios

A continuación, se muestran los precios históricos en Guatemala, de los metales de interés.

Figura 17. Precio histórico del oro en Guatemala



Fuente: elaboración propia.

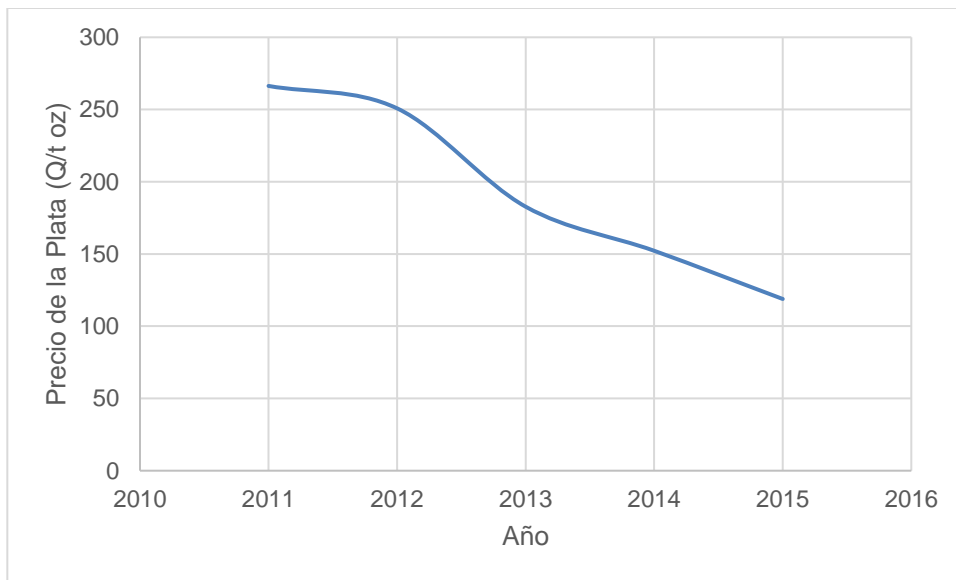
Tabla XII. Precios históricos del oro en Guatemala

Año	Precio del oro Q/t oz
2011	12 475,99
2012	13 435,13
2013	11 185,71
2014	9 754,14
2015	8 787,09
2016	6 742,50

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. *Anuario estadístico de minería 2016*. p. 50.

Como se puede observar en la figura anterior, el precio del oro tiene una tendencia decreciente desde el año 2012, y Reuters opina que esto se debe a diversos factores como la disminución de la demanda y factores macroeconómicos como la estabilización del dólar, precio del petróleo, tecnología aplicada en la comunicación, entre otros.

Figura 18. Precio histórico de la plata en Guatemala



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Precios históricos de la plata en Guatemala

Año	Precio Q/ t oz
2011	266,32
2012	250,79
2013	182,74
2014	152,21
2015	118,84

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. *Anuario estadístico de minería 2016*. p. 55.

En la figura, se puede observar que al igual que el oro, la plata presenta una caída continua de precio, Montoya considera que esto se debe en gran medida a la reducción en los costos de extracción de esta, por parte de las mineras y factores macroeconómicos como la depreciación de las monedas en África y América del Sur.

Figura 19. **Precios históricos del hierro**



Fuente: Vale Mining. *Verdaderos gigantes de la minería: las 10 principales minas de mineral de hierro del mundo*. <https://www.mining.com/true-giants-of-mining-worlds-top-10-iron-ore-mines/>.

Consulta: 4 de marzo de 2018.

Como se puede observar en la figura los precios del hierro han presentado una tendencia a la caída entre octubre de 2014 y enero de 2016 para llegar a un área estable desde abril del 2016 con un promedio de \$ 50/ton.

Figura 20. Precios históricos del níquel



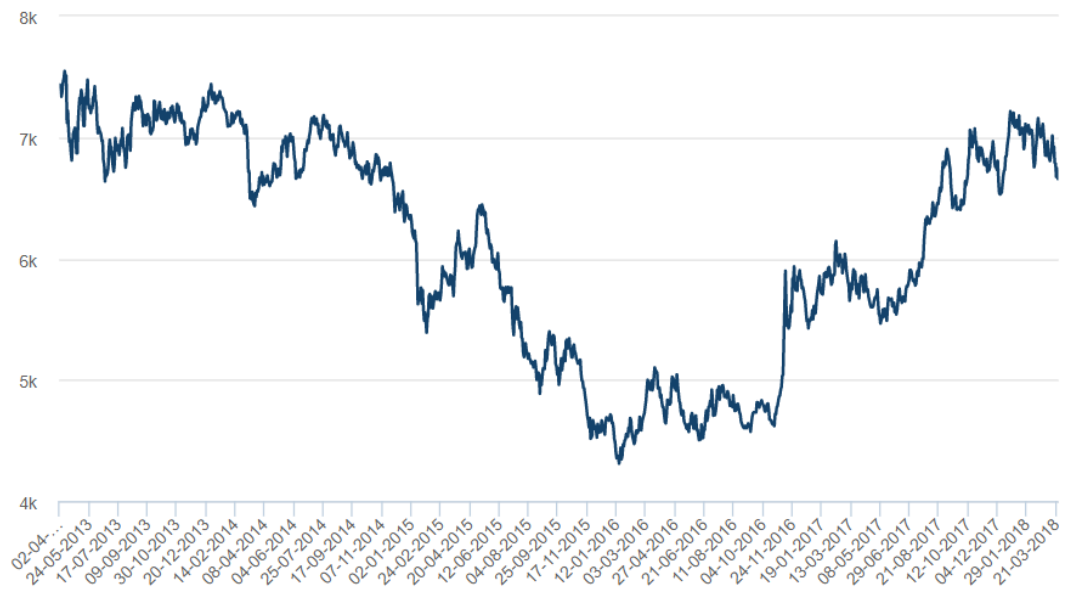
Fuente: London Metal Exchange. *El níquel parece una estrella en el renacimiento de los metales básicos.* <https://switzersuperreport.com.au/nickel-looks-a-star-in-base-metals-revival/>.

Consulta: 4 de marzo de 2018.

Los precios de nickel han presentado una tendencia a la caída por los últimos dos años, pero en 2017 e inicios del 2018 presentan una tendencia a estabilizarse en torno a los \$ 11 k/ton.

Figura 21. Precios históricos del cobre

LME COPPER HISTORICAL PRICE GRAPH



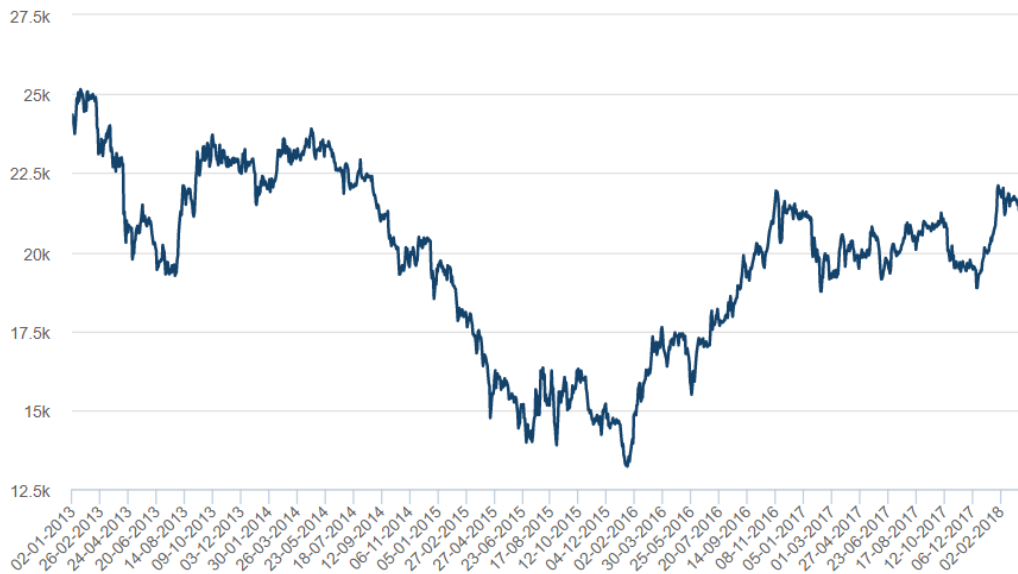
Fuente: London Metal Exchange. *Minera de metal*. <https://agmetalmminer.com/tag/l1/page/59/>.

Consulta: 4 de marzo de 2018.

Los precios del cobre presentaron una fuerte caída de 2014 a inicios de 2017 pero se han recuperado a sus valores anteriores presentando un comportamiento estable en torno a los \$ 6,5 k/ton.

Figura 22. Precios históricos del estaño

LME TIN HISTORICAL PRICE GRAPH

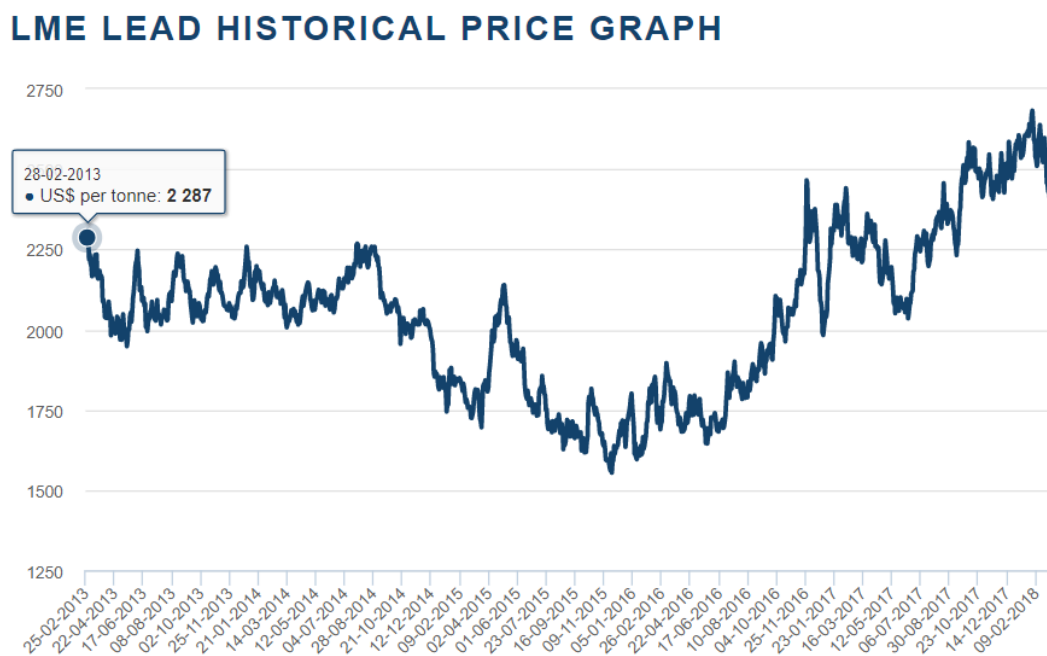


Fuente: London Metal Exchange. *Metal estaño precio al alza.*

<https://stockhead.com.au/resources/ev-metal-tin-price-soaring/>. Consulta: 4 de marzo de 2018.

En el período de marzo del 2014 a diciembre del 2015 los precios del estaño decayeron casi a la mitad, pero de 2016 a la fecha los precios han aumentado y se han establecido entorno a los \$ 20 k/ton.

Figura 23. Precios históricos del plomo



Fuente: London Metal Exchange. *Metal plomo precio al alza.*

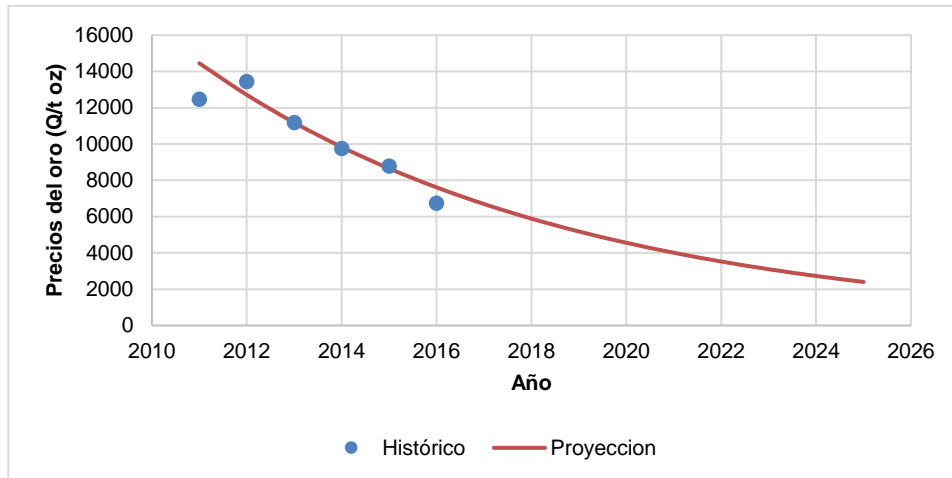
<https://stockhead.com.au/resources/ev-metal-tin-price-soaring/>. Consulta: 4 de marzo de 2018.

Los precios del plomo han sido estables presentando un pequeño aumento en el último año, lo que es positivo para el proyecto.

1.5.2. Proyección de precios

La proyección de precios consiste en hacer una estimación de los futuros precios de mercado de los bienes de interés, en un tiempo determinado. En este caso se utilizará el método de regresión, tomando como referencia los precios históricos de los metales mostrados en la sección anterior, proyectándolos hasta el 2025.

Figura 24. **Proyección de precios del oro en Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Proyección de precios del oro en Guatemala**

Año	Precio del oro (Q/t oz)		
	Histórico	Proyección	Diferencia (%)
2011	12 475,99	14 448,40	15,81 %
2012	13 435,13	12 709,93	5,40 %
2013	11 185,71	11 180,64	0,05 %
2014	9 754,14	9 835,36	0,83 %
2015	8 787,09	8 651,94	1,54 %
2016	6 742,50	7 610,92	12,88 %
2017	n/a	6 695,15	n/a
2018	n/a	5 889,57	n/a
2019	n/a	5 180,92	n/a
2020	n/a	4 557,54	n/a
2021	n/a	4 009,16	n/a
2022	n/a	3 526,77	n/a
2023	n/a	3 102,42	n/a
2024	n/a	2 729,13	n/a
2025	n/a	2 400,75	n/a

Fuente: elaboración propia.

La proyección de precios del oro de se obtuvo mediante una regresión exponencial de los datos registrados en los últimos años, siendo la ecuación obtenida la siguiente:

$$y = 1E+116e^{-0.128x}$$

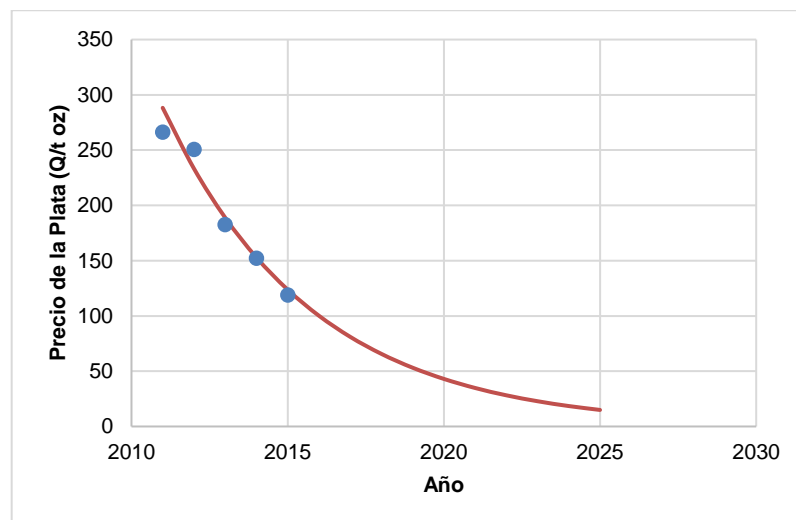
$$R^2 = 0,8982$$

Donde:

- x = Año
- y = Precio del Oro en (Q/t oz) en el año "x"

Como se puede observar en la figura 10, se proyecta que el precio del oro continúe disminuyendo, esperándose que baje hasta alrededor de Q 2 000,00/t oz en el 2025, lo cual es importante tomar en cuenta al momento de realizar el análisis financiero, ya que puede poner en peligro la sostenibilidad del proyecto.

Figura 25. **Proyección de precios de la plata en Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Proyección de precios de la plata en Guatemala**

Año	Precio del oro (Q/t oz)		
	Histórico	Proyección	Diferencia (%)
2011	266,32	288,23	8,23 %
2012	250,79	233,33	6,96 %
2013	182,74	188,89	3,36 %
2014	152,21	152,91	0,46 %
2015	118,84	123,79	4,16 %
2016	n/a	100,21	n/a
2017	n/a	81,12	n/a
2018	n/a	65,67	n/a
2019	n/a	53,16	n/a
2020	n/a	43,04	n/a
2021	n/a	34,84	n/a
2022	n/a	28,20	n/a
2023	n/a	22,83	n/a
2024	n/a	18,48	n/a
2025	n/a	14,96	n/a

Fuente: elaboración propia.

La proyección de precios de la plata de se obtuvo mediante una regresión exponencial de los datos registrados en los últimos años, siendo la ecuación obtenida la siguiente:

$$y = 1E+187e^{-0,211x}$$

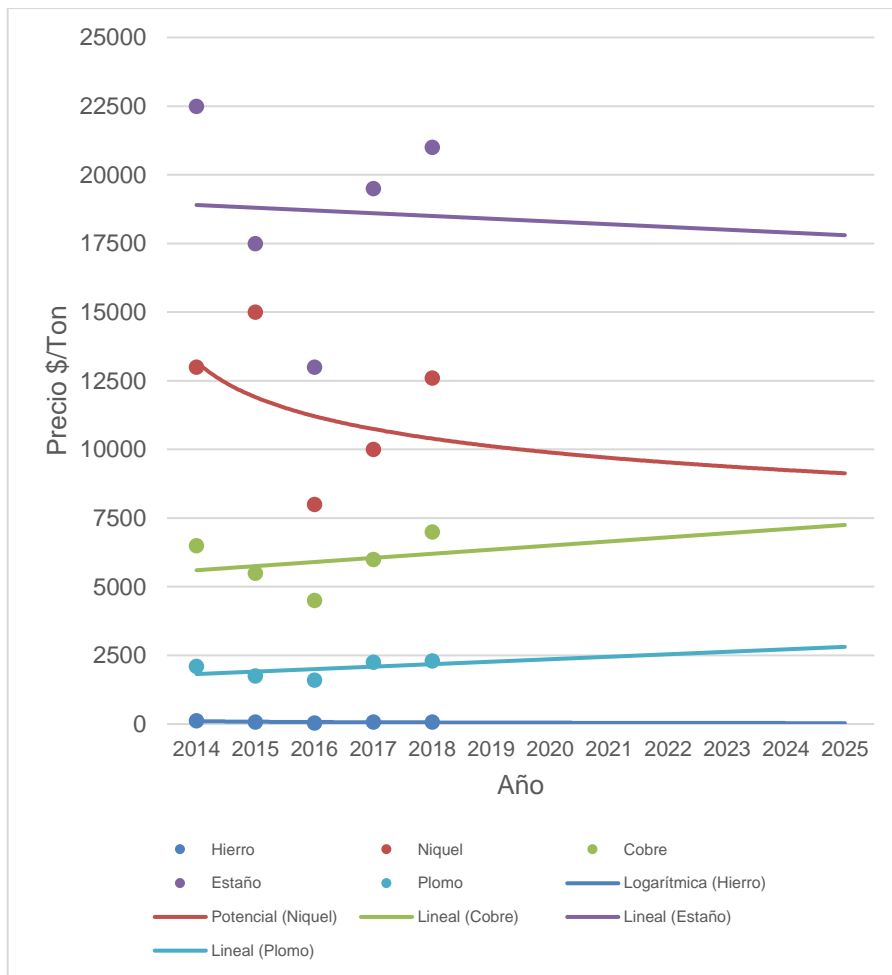
$$R^2 = 0,9722$$

Donde:

- x = Año
- y = Precio de la Plata en (Q/t oz) en el año “x”

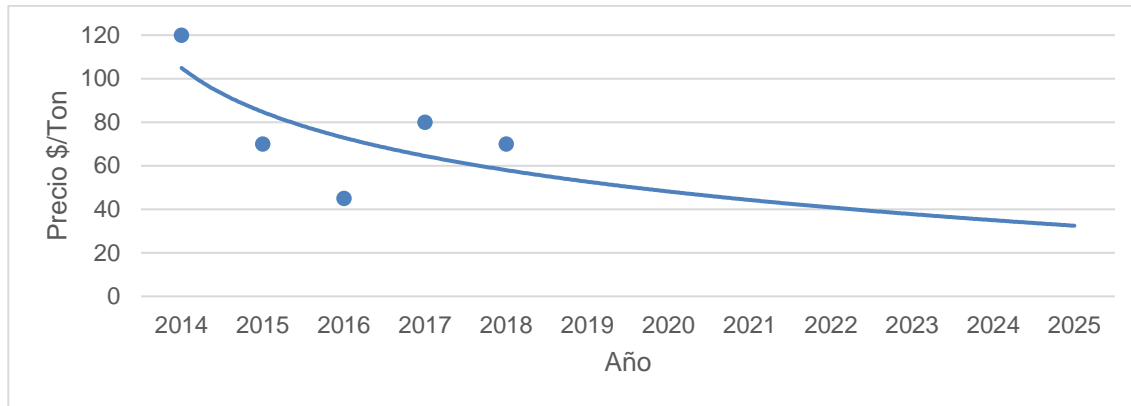
En la figura 11, se muestra la proyección de precios de la plata en los próximos años; cómo se puede apreciar el precio disminuirá para el 2025 a la mitad del precio actual, lo que puede poner en riesgo la rentabilidad del proyecto a largo plazo, siendo algo que se debe tener en cuenta para el resto de los estudios.

Figura 26. **Proyección de precios del hierro, níquel, cobre, estaño y plomo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Proyección del precio del hierro**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Proyección de precios del hierro, níquel, cobre, estaño y plomo**

Metal	Ecuacion	R ²
Hierro	$y = -29,16 \ln(x) + 104,92$	0,4611
Níquel	$y = 13\,191x^{-0,148}$	0,1445
Cobre	$y = 150x + 5\,450$	0,0608
Estaño	$y = -100x + 19\,000$	0,0018
Plomo	$y = 90x + 1\,730$	0,2104

Fuente: elaboración propia.

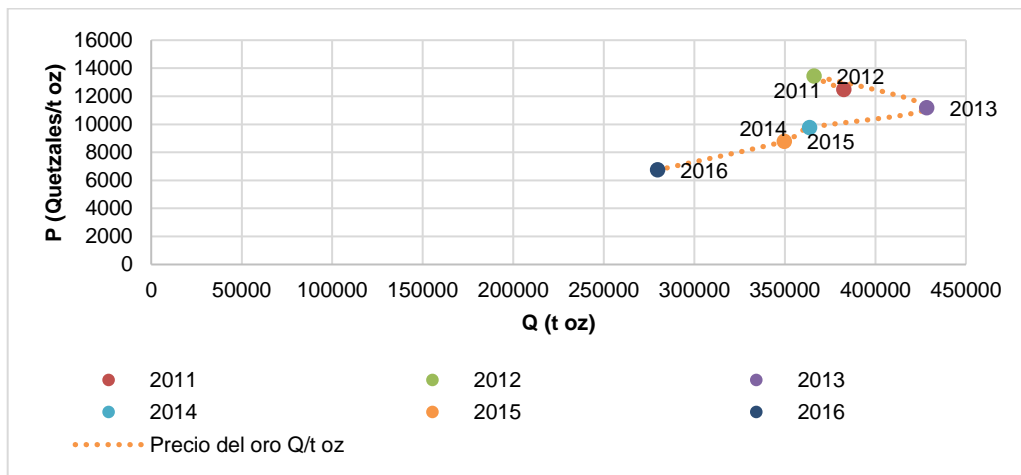
Como se puede observar en las figuras 24 y 25 los precios del níquel, cobre, estaño y plomo tendrán pequeñas variaciones, unos aumentando en precio y otros disminuyendo sin presentar cambios tan significativos como los observados en el oro y la plata. Sin embargo, en lo referente a la proyección de precios para el hierro se espera que se reduzcan a menos de la mitad de los actuales, lo cual es un factor para tomar en cuenta para la sostenibilidad del proyecto.

1.6. Punto de equilibrio del mercado

El punto de equilibrio de mercado se da cuando en el mercado el precio y la cantidad deseado por la oferta y la demanda son iguales. Se utiliza la palabra equilibrio porque no existe incentivo para cambiar el precio o la cantidad por ninguna de las partes siempre que el resto de las determinantes permanezcan constantes.

El punto de equilibrio es donde se cruzan la oferta y la demanda de forma simple, es el precio de mercado actual indica Kantian, al igual que en los análisis de precios y demanda anteriormente realizados, el punto de equilibrio de mercado se analizará para los de los metales a extraer, oro y plata.

Figura 28. **Punto de equilibrio de mercado histórico del oro en Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

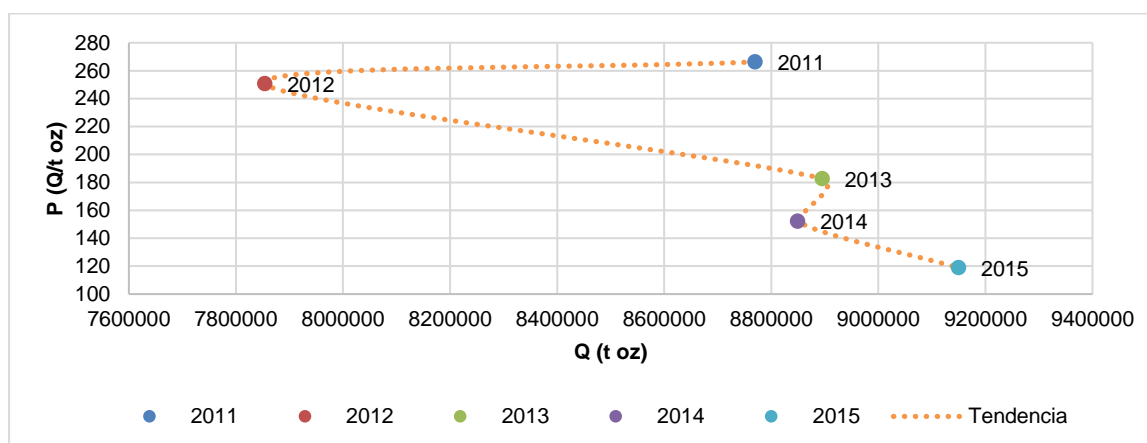
Tabla XVII. **Punto de equilibrio de mercado histórico del oro en Guatemala**

	Q	P
Año	Demanda total (t oz)	Precio del oro Q/t oz
2011	382 521	1 2475,99
2012	366 060	1 3435,13
2013	428 394	1 1185,71
2014	363 637	9754,14
2015	349 683	8787,09
2016	279 747	6742,50

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 12, el equilibrio de mercado ha mostrado una tendencia de desplazarse hacia la izquierda u abajo, lo cual de seguir así puede provocar problemas en la sostenibilidad del proyecto, ya que esto indica que cada vez el equilibrio de mercado será a un precio y cantidad menores.

Figura 29. **Punto de equilibrio de mercado histórico de la plata en Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

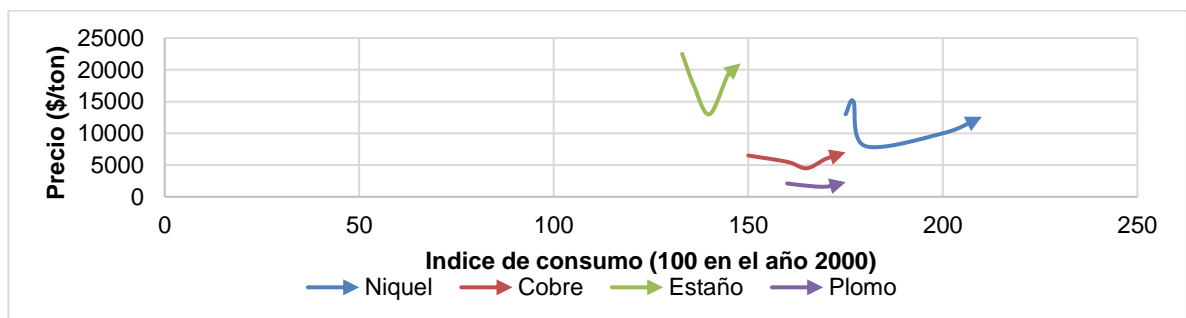
Tabla XVIII. **Punto de equilibrio de mercado histórico de la plata en Guatemala**

	Q	P
Año	Demanda total (t oz)	Precio Q/ t oz
2011	8 769 794	266,32
2012	7 853 802	250,79
2013	8 894 976	182,74
2014	8 849 478	152,21
2015	9 149 865	118,84

Fuente: elaboración propia.

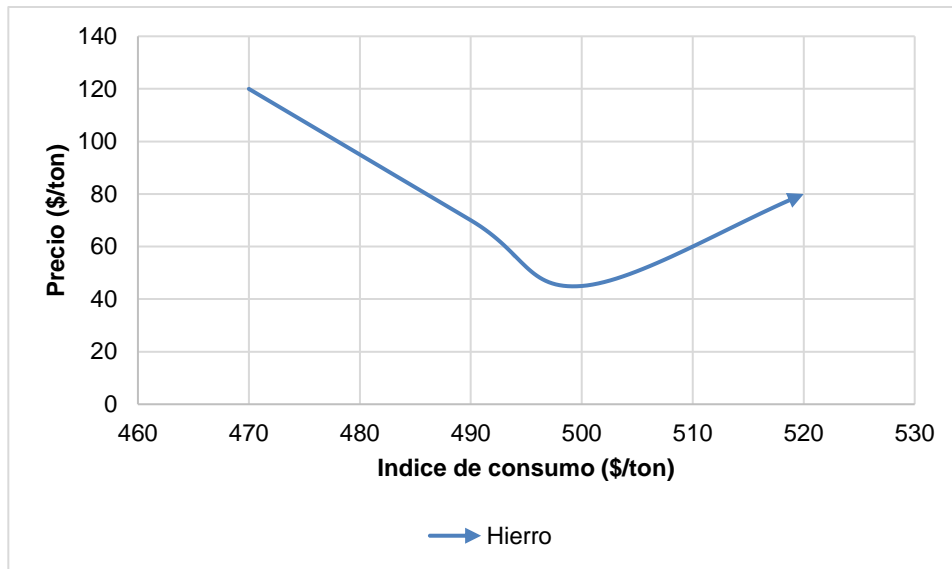
En la figura 13, se pudo observar como el punto de equilibrio de mercado se ha estado desplazando hacia abajo y a la derecha durante los últimos 4 años analizados, esto es negativo, aunque no tanto como en el caso del oro. El desplazamiento del punto de equilibrio de mercado indica que cada vez el equilibrio se encuentra a una mayor cantidad de plata, pero a un menor precio; por lo que es un factor a tomar muy en cuenta al momento de determinar la sostenibilidad del proyecto.

Figura 30. **Punto de equilibrio histórico de mercado mundial (2014-2017) de níquel, cobre, estaño y plomo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Punto de equilibrio histórico de mercado mundial (2014-2017) de hierro**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 28. El punto de equilibrio de mercado para los metales níquel, cobre, estaño y plomo se ha desplazado hacia abajo para luego desplazarse hacia arriba y a la derecha. Ese comportamiento es positivo para la sostenibilidad del proyecto debido a que el punto de equilibrio de mercado se desplaza a un punto de mayor precio y cantidad.

El comportamiento del equilibrio de mercado del hierro en la figura 29, de igual manera al níquel, cobre, estaño y plomo; presenta una tendencia hacia arriba y a la derecha lo cual es positivo para la sostenibilidad del proyecto.

1.7. Comercialización

La comercialización es el intercambio o trueque, cuando una persona quiere adquirir un producto y a cambio entrega la cantidad de dinero solicitada. Estas actividades pueden llegar a conllevar un complejo procedimiento, todo dependiendo de la magnitud de la transacción.

1.7.1. Canales de distribución

Los canales de distribución son el conjunto de personas u organizaciones que están entre el productor y el consumidor final, comúnmente conocidos como intermediarios. La clasificación más general de los canales de distribución es: directos e indirectos. Siendo los canales directos de comunicación directa entre el consumidor final y el productor mientras que los indirectos se comunica el productor y el consumidor final a través del intermediario.

En este caso por ser los clientes productores o industriales, que normalmente adquirirán bajas cantidades del producto. Por lo que es preferible tener un distribuidor para los metales extraídos de los teléfonos celulares. La ventaja de tener un distribuidor es tener acceso a la cartera de clientes del mismo y de disminuir las necesidades de personal y logística.

Las desventajas de vender por medio de un distribuidor es la ganancia percibida debido a la comisión del distribuidor. Pero en esta ocasión las ventajas compensan las desventajas. Por lo que el canal de distribución tendría la siguiente estructura:

Figura 32. **Canal de distribución**



Fuente: elaboración propia.

1.7.2. **Estrategia comercial**

- Producto: los metales extraídos de las placas de teléfonos celulares desechados serán comercializados en estado sólido como polvo. Los metales a comercializar son:
 - Oro
 - Plata
 - Hierro
 - Níquel
 - Cobre
 - Estaño
 - Plomo
- Precio: el precio dependerá del metal, pero seguirá la tendencia del precio de los competidores.
- Plaza: los productos se distribuirán mediante distribuidoras, ya sea mayoristas y minoristas para tener acceso a más clientes.

- Promoción: los metales a vender no tienen ninguna diferencia respecto a los que ya se venden actualmente. Por lo que el factor diferenciador será la forma en la que se obtienen y cómo al utilizarlos se está apoyando a la sostenibilidad ambiental.

2. ESTUDIO TÉCNICO

2.1. Diseño de planta

El diseño de una planta busca ordenar los distintos elementos que constituyen la instalación industrial, de forma que las áreas de trabajo queden ordenadas para ser eficientes en costos al mismo tiempo de velar por la seguridad de los colaboradores. Esto incluye también la distribución de elementos del edificio como lo son la ventilación, iluminación y ruido.

Para el diseño de una planta se debe tener en cuenta el proceso productivo a realizar en la misma, que en este caso será la extracción de metales de residuos de teléfonos celulares, proceso en el que están involucrados ácidos volátiles y otros materiales peligrosos.

Por estos motivos se recomienda separar las áreas de materias primas de la de producto terminado, colocar el área de lixiviados y preparación de materiales en el mismo ambiente para aprovechar de mejor manera el espacio y los recursos de ventilación que tienen el mismo nivel de requerimiento en estas áreas.

2.1.1. Edificio industrial

El tipo de construcción requerido es determinado por el proceso, estos pueden tener distintas formas, ser de distintas categorías, sus techos, pisos, entre.

Deben planificarse de acuerdo con el tipo de actividad a realizar en las instalaciones ya que realizar modificaciones en construcciones usualmente requiere de bastante tiempo y dinero.

2.1.1.1. Tipo de edificación

Los edificios en los que se realizan actividades productivas se clasifican por los materiales utilizados en su construcción; pueden ser de primera, segunda o tercera categoría.

- Primera categoría

Son edificios cuyos muros, tanto interiores como exteriores son de ladrillo o *block*, con acabados lisos que permiten limpieza fácil y con piso de concreto o superficies alisadas. Este tipo de edificios son utilizados en farmacéuticas, cosméticos y departamentos administrativos.

- Segunda categoría

En este tipo de construcciones predomina el acero estructural combinado con cantidades menores de concreto, la parte superior del edificio puede ser de lámina o loza en algunas secciones. Este tipo de construcciones es utilizado en plantas de procesamiento de alimentos, químicos y productos que no requieran de niveles muy altos de higiene.

- Tercera categoría

El material principal es la madera y dependiendo del tamaño puede tener columnas de acero o concreto. Este tipo de instalaciones se utilizan en procesos que requieren poca protección del medio externo.

- Recomendación

El proceso de extracción de metales de tarjetas electrónicas de teléfonos celulares no requiere de estándares de higiene, pero en algunas etapas del proceso se requiere de protección física ante ladrones por el alto valor del producto terminado. Así que la construcción deberá ser idealmente de segunda categoría siendo las bodegas de materia prima y producto terminado reforzadas por los motivos anteriormente mencionados.

2.1.1.2. Techos

Los techos son la parte de la estructura destinada a cerrar al edificio en su parte superior, ésta va directa o indirectamente apoyada sobre la estructura principal. La selección del tipo de techo depende del tamaño de las instalaciones y de los requerimientos para las operaciones a realizarse en éstas.

Algunos de los principales factores a tomar en cuenta al momento de seleccionar el tipo de techo a utilizar son; impermeabilidad, durabilidad, seguridad, pendientes, ventilación, aislación térmica y aislamiento acústico.

Los elementos fundamentales de los techos son cubierta y estructura. Siendo la función de la cubierta la protección y aislamiento mientras que la estructura es la encargada de brindar soporte a la cubierta. Hay algunos casos en los que la cubierta y la estructura están internamente vinculadas como en los techos de losa de concreto.

- Techos por su forma

Los techos se pueden clasificar según su forma, siendo las formas más utilizadas:

Techos planos: este tipo de techo es de concreto y utilizado para edificios de primera categoría, su mantenimiento es casi nulo, pero es caro y en caso de ser muy grande requiere de columnas.

Figura 33. **Nave industrial con techo plano**



Fuente: CHOULLI, Youssef. *Conocimiento de las cubiertas metálicas*.

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3350/35737-7.pdf>. Consulta: 6 de mayo de 2018.

Techos dos aguas: Los techos de dos aguas están compuestos por dos faldones que vierten las aguas a lados opuestos del edificio, se utilizan en edificios de segunda categoría y permiten el uso de válvulas de escape para aire caliente y aprovechamiento de la luz del día, su estructura es como la mostrada en la siguiente ilustración.

Como principal desventaja tiene el requerimiento de un mantenimiento constante tanto a la cubierta como a la estructura.

Figura 34. **Nave industrial con techo de dos aguas**



Fuente: Logismarket. *Galpones metálicos*. <https://www.mfrural.com.br/detalhe/183739/galpoes-metalicos>. Consulta: 6 de mayo de 2018.

- Diente de sierra

Los techos dientes de sierra están formados por faldones de distinta pendiente, el más vertical utiliza materiales que permiten el paso de la luz y el otro lado utilizan material de recubrimiento. No es aconsejable en ambientes con vapores, necesita mantenimiento, es más caro, siendo su principal ventaja el aprovechamiento de la iluminación natural. Se puede apreciar su estructura en la siguiente ilustración.

Figura 35. **Techo industrial diente de sierra**



Fuente: Metalmecánica P&H. *Techos metálicos*. <https://metalmecanicapyh.com/techos-metalicos>. Consulta: 6 de mayo de 2018.

- **Techos curvos**

Los techos curvos por su forma son estéticos, aerodinámicos, duraderos, aislantes térmicos y en ciertos casos puede utilizarse desde el suelo, aunque como desventajas provoca pérdida de espacio y requiere muros horizontales muy fuertes. Su forma se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 36. **Nave industrial con techo curvo**



Fuente: INPLASA. *Techos curvos*. <https://curvotechos.com/>. Consulta: 6 de mayo de 2018.

- Tipo de cubierta

Las cubiertas de los techos industriales pueden estar elaboradas de distintos materiales, los más comúnmente utilizados son:

- Lámina galvanizada: la lámina galvanizada es de las más utilizadas debido a su fácil instalación y bajo peso, también de tener alta resistencia a la corrosión.
- Lámina pre pintada: esta es una lámina galvanizada a la que se le coloca un esmalte de pintura, para proporcionarle durabilidad extra ante los agentes atmosféricos.
- Cubierta tipo *Sándwich*: este tipo de cubierta tiene dos placas ya sea de lámina o cemento, en la parte superior e inferior. En el centro tienen un material aislante como poliuretano, fibra de vidrio o lanas minerales. Este tipo de techo mejora el aislamiento tanto térmico como acústico, ideal para ambientes que requieren control del ambiente interno.

- Recomendación para el tipo de techo

Se recomienda utilizar techo de dos aguas en la planta de la PYME esto debido a que permite aprovechar la luz natural, colocación de ventiladores y extractores, lo que es muy importante debido a la naturaleza del proceso. La cubierta deberá ser de lámina galvanizada pre pintada y la estructura debe ser tratada para aumentar su resistencia a la corrosión con pinturas adecuadas, el ángulo de inclinación de la cubierta debe ser superior a 20°.

La parte interior del techo deberá ser pintada de un color con alto índice de reflexión como el blanco. Se debe establecer un plan de mantenimiento adecuado, por la naturaleza corrosiva de los vapores involucrados.

2.1.1.3. Pisos

El piso es la superficie que debe soportar todos los maltratos relacionados al proceso que se lleva a cabo en las instalaciones, por lo tanto, dependiendo de las operaciones a realizar debe presentar resistencia a química y física. Los pisos industriales más comúnmente utilizados son:

- Concreto armado: estos pisos ofrecen alta resistencia física, aunque presenta tendencia a agrietarse lo que dificulta su correcta limpieza, por lo que no es adecuado para industrias alimenticias o farmacéuticas. Tiene como ventaja ser la opción más económica.
- Epóxico o de resinas: es el piso con las mejores características de resistencia física y química, también cumple con las características necesarias como para poder ser utilizado en la industria alimenticia y farmacéutica; como desventaja se encuentra su elevado costo inicial.

La resistencia química del piso viene dada por los materiales con los que fue fabricado, algunos de estos pueden ser:

- Resina epoxi Bisfenol A, B o F
- Poliéster
- Uretano

- Recomendación para piso

Por el tipo de proceso a realizar no se requiere que se cumpla con los estándares de la industria alimenticia o farmacéutica, asimismo no se tendrá el movimiento constante de equipo pesado sobre el mismo, por lo que la mejor opción es optar por piso de concreto o cerámico antideslizante.

2.1.1.4. Distribución de planta

La distribución de planta consiste en el ordenamiento de los elementos industriales, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos establecidos de la forma más adecuada y eficiente posible.

Una correcta distribución de planta consigue el mejor funcionamiento de las instalaciones, por lo que sus objetivos son:

- Integrar todos los elementos o factores implicados en el proceso productivo, para que trabajen de forma conjunta para alcanzar los objetivos.
- Procurar que los recorridos efectuados tanto de personal como de materiales sean óptimos.
- Garantizar la seguridad y comodidad del colaborador disminuyendo el índice de accidentes y mejorando el ambiente de trabajo.
- La distribución de planta en algún momento necesitará adaptarse a los cambios en las operaciones a realizar, por lo que se recomienda que la distribución sea flexible.

- Tipos de distribución de planta

Las tres formas básicas de distribución de planta son las siguientes:

- Orientadas al producto: están asociadas a configuraciones continuas o repetitivas, son utilizadas cuando se realiza un proceso de producción continua o de forma repetitiva, busca colocar cada operación tan cerca como sea posible de su predecesora.
- Orientadas al proceso: este tipo de distribuciones están asociadas a productos elaborados por lotes, por lo que los equipos que realizan una misma función general se colocan en la misma área.
- Por posición fija: este tipo de distribución se utiliza cuando no es posible mover el producto, debido a sus características, por lo que los elementos que sufren desplazamientos son el personal y la maquinaria.

- Recomendación para la distribución de planta:

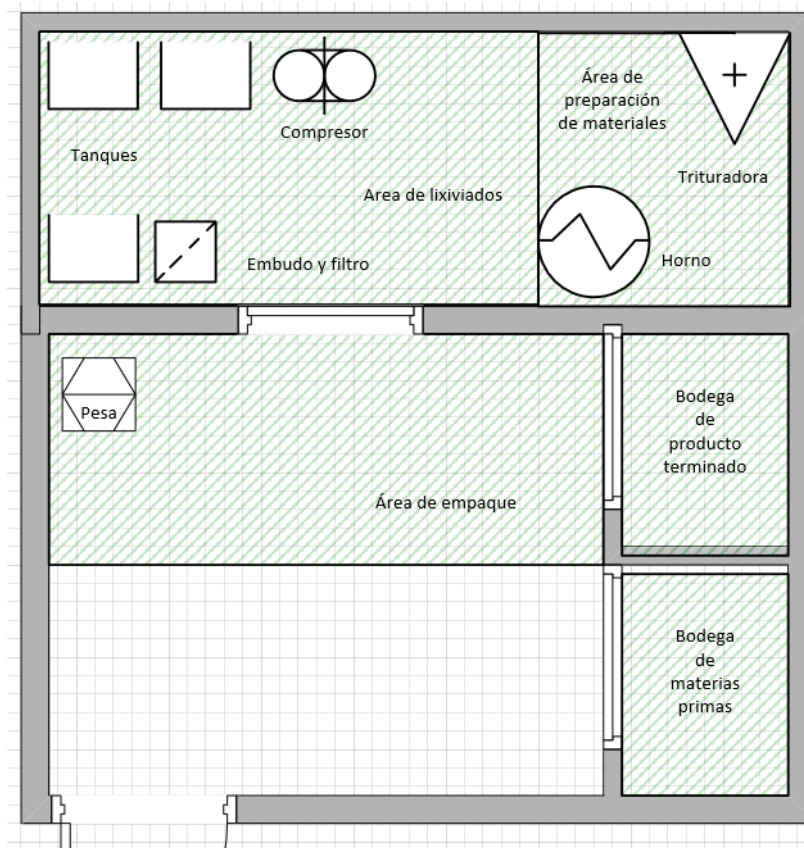
El proceso de extracción de metales de tarjetas de teléfonos celulares es un proceso a realizarse por lotes, con una baja cantidad de materiales en movimiento por lote, motivos por los cuales la opción más recomendable para distribuir la planta es hacerlo por distribución orientada al proceso, colocando todo el equipo relacionado al proceso de extracción en un área, y el equipo de empaque en otra.

Colocar todo el equipo relacionado al proceso de extracción en una sola área proporciona beneficios en seguridad, debido a que por la naturaleza del proceso se producirán gases de combustión en la operación de incineración y

vapores ácidos en la operación de lixiviación, por lo que es conveniente tener separadas estas áreas del resto.

A continuación, se presenta una propuesta de distribución de planta para la extracción de metales de placas de teléfonos celulares, tomando en cuenta los criterios mencionados.

Figura 37. **Distribución de planta propuesta**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

2.1.2. Requerimientos de las instalaciones

Los requerimientos básicos de las instalaciones industriales son: ventilación, iluminación y ruido, que serán detallados a continuación.

2.1.2.1. Ventilación

Contar con un sistema de ventilación adecuado es de suma importancia cubrir las necesidades de los colaboradores. Para poder realizar un análisis completo sobre la renovación del aire contaminado es necesario detectar o definir los puntos de contaminación, así como los agentes contaminantes que hay en el ambiente, los estándares relacionados al aire necesario por persona y las veces que debe de ser renovado el aire en un ambiente.

Tabla XIX. **Volumen de aire necesario por persona m³/h**

INSTALACIÓN	CANTIDAD
Hospitales, salas generales	60
Hospitales, salas de heridos	100
Hospitales, sala de enfermedades	150
Talleres	60
Industrias insalubres	100
Teatros y salas de reuniones	50
Escuela niños	15
Escuela adultos	30
Estancias ordinarias	10

Fuente: TORRES, Sergio. *ingeniería de plantas*. p. 5.

Tabla XX. **Renovación necesaria de aire en número de veces**

TIPO DE INSTALACIÓN	VECES/HORA
Habitación ordinaria	1
Dormitorio	2
Hospital enfermedades comunes	3-4
Hospital enfermedades epidémicas	5-6
Talleres	3-4
Teatros	3-4

Fuente: Sergio TORRES. *Ingeniería de plantas*. p. 6.

- **Recomendación para la ventilación**

En este caso, en las áreas de materias primas, lixiviación y horno mufla se debe contar con alta ventilación producto de los vapores producidos por los ácidos a utilizar, los cuales pueden provocar graves daños a la salud; por lo que se recomienda contar con ventilación artificial, con extractores en el techo, para la mufla y los tanques de lixiviación.

Según los estándares de volumen necesario por persona se deberá cumplir como mínimo con:

- 100 m³ de aire/h*persona
- Renovar el aire en los Recinos de 3 a 4 veces por hora

Por lo que, en el área de lixiviación y preparación de materias primas, se espera que sólo haya una persona y la habitación tenga dimensiones de (4x2x3) m³, en conjunto ambos extractores deberán tener una capacidad de como mínimo.

$$Q = \frac{\text{renovaciones}}{\text{hora}} * \text{volumen de habitación} = \frac{96\text{m}^3}{h}$$

Al ser el mínimo de aire por persona mayor al calculado por renovaciones de aire en recinto, se toma el valor de 100 m³ de aire por hora como la capacidad mínima de extracción combinada de los extractores a colocar en el recinto de lixiviación y preparación de materias primas.

2.1.2.2. Iluminación

Una buena iluminación es necesaria para que las tareas a ejecutar se realicen de forma óptima y cuidar de la salud de quienes las ejecutan. La iluminación es la cantidad de luz que llega a una superficie, una fuente emana luz de forma radial. Parte de la luz que llega a los cuerpos se absorbe y mientras que la otra se refleja, esto permite a las personas ver el objeto y proporciona una percepción de brillo.

Al igual que para la ventilación existen niveles recomendados de iluminación, según el tipo de tarea a desempañar.

Figura 38. Niveles recomendados de iluminación

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Fuente: Ingeniería Industrial Online. *Iluminación*.

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disenio-y-distribucion-en-planta/iluminacion/>.

Consulta: 6 de mayo de 2018.

- Recomendación para iluminación

La actividad que realizar tiene bajos requerimientos visuales por lo que es recomendable tener una iluminación de 500 lux en las áreas de trabajo. Por cuestiones de eficiencia energética, color de iluminación y disposición final se recomienda la utilización de lámparas led de 50 W cada una, y que producen un flujo luminoso de 4 500 lm.

Para cálculo de la cantidad de lámparas a utilizar se utilizará el método de cavidad zonal y se supondrá iluminación directa, por lo que la relación de local (RL), se calcula de la siguiente manera:

$$RL = \frac{Ancho * Largo}{Alto(Ancho + Largo)}$$

La planta cuenta con dos ambientes con las siguientes dimensiones:

- (4x2x3) m
- (4x3x3) m

Por lo que RL tiene los siguientes valores:

La planta cuenta con dos ambientes con las siguientes dimensiones

- (4x2x3) m RL de 0,44
- (4x3x3) m RL de 0,57

Por lo que la cantidad de lámparas (N), a utilizar en cada uno de los recintos, suponiendo que no existe depreciación en las lámparas, es:

$$N = \frac{E * Area\ piso}{(Lumenes\ por\ lámpara) * (RL) * (Factor\ de\ depreciación)}$$

- (4x2x3) m cantidad de lámparas 1
- (4x3x3) m cantidad de lámparas 2
- Bodegas 1 lámpara por bodega

2.1.2.3. Ruido

Altos niveles de ruido pueden causar problemas a las personas, molestándolos, afectando su capacidad de trabajo, incluso llegando a afectar su salud. El riesgo acústico es la probabilidad de ocurrencia de un efecto perjudicial motivado por la exposición al ruido, tanto para la audición, como para la salud en general. Dicho riesgo contempla los efectos nocivos acúfenos, la interferencia en la comunicación hablada, la percepción de las señales de alarma, las alteraciones del rendimiento laboral, las molestias y los efectos extra-auditivos.

Según la OSHA cualquier exposición de los oídos sin protección a niveles de sonido superiores a 90 dBA es peligrosa y debe ser evitada. Puede considerarse que la exposición a niveles de sonido inferiores a 65 dBA no es peligrosa y no produce pérdida auditiva permanente.

- Recomendación con respecto al ruido en planta

En este caso la operación más ruidosa sería la de la trituración que según la OSHA es de 65 dB por lo que no se presenta ningún riesgo relacionado al ruido y puede considerarse irrelevante.

2.2. Materia prima e insumos

Las materias primas e insumos son las entradas del proceso, por lo que es necesario conocer sus especificaciones si se desea tener un buen producto final que cumpla con las especificaciones requeridas. Por la importancia de éstos se debe evaluar y conocer sus características, disponibilidad, costos y cuidados especiales que pueden requerir.

Las materias primas e insumos que utiliza el proceso de extracción de metales de los residuos de teléfonos celulares son:

- Ácido clorhídrico (HCl) 37 %
- Ácido nítrico (HNO₃) 65 %
- Agua destilada
- Tarjetas electrónicas de teléfonos celulares

2.2.1. Descripción de materias primas e insumos

- Ácido clorhídrico (HCl) 37 %
 - Características: el ácido clorhídrico al 37 %, también conocido como ácido muriático, es un ácido inorgánico altamente corrosivo con pH de 0,1, líquido incoloro levemente amarillo, utilizado como desincrustante, para regular la acidez, metalurgia, entre otros usos. Su fórmula química es HCl y su nombre IUPAC Cloruro de Hidrógeno.

- Especificaciones requeridas: el ácido clorhídrico debe tener un pH menor a 0,15 y no presentar precipitados ni coloraciones ajenas a los estándares de este ácido.
 - Disponibilidad: debido a su gran cantidad de aplicaciones está disponible en gran medida en el mercado. Puede adquirirse tanto en ferreterías, ventas de artículos para el hogar y ventas de químicos; por lo que la disponibilidad no representa ningún problema.
 - Costos: el costo del ácido clorhídrico es: Q 30/gal. (Quimiprova).
 - Cuidados especiales: debido a sus características de ácido, se debe de almacenar en contenedores especiales lejos de la luz. Se debe de utilizar con equipo de protección personal como máscara de vapores inorgánicos, guantes de neopreno, lentes de seguridad y calzado cerrado.
- Ácido nítrico (HNO₃) 65 %
 - Características: el ácido nítrico al 65 % es un líquido viscoso y corrosivo, utilizado comúnmente como reactivo de laboratorio, fabricar explosivos, fertilizantes, metalurgia, refinado y para disolver metales. Su fórmula química es HNO₃ y nombre IUPAC ácido nítrico.
 - Especificaciones requeridas: el ácido clorhídrico debe tener un pH menor a 1 y no presentar precipitados ni coloraciones ajenas a los estándares de éste ácido.
 - Disponibilidad: el ácido nítrico se puede adquirir en distintos proveedores de químicos como Quimiprova, Productos Químicos Incorporados y Proquirsas; por lo que no hay problemas de disponibilidad.

- Costos: el costo del ácido nítrico es: Q 52/gal (Quimiprova).
- Cuidados especiales: debido a su naturaleza corrosiva éste se debe almacenar en recipientes bien cerrados, a temperatura ambiente, lugares ventilados y nunca en recipientes metálicos. Para manipularlo se debe utilizar guantes de neopreno, gafas y máscara de vapores.

- Agua destilada
 - Características: el agua destilada es agua común, con fórmula H₂O pero que ha sido purificada mediante el proceso de destilación. El agua destilada se utiliza cuando se requiere alta pureza para evitar efectos secundarios que pueden ser provocados por contaminantes.
 - Especificaciones requeridas: el agua destilada debe ser incolora, inodora e insípida. No presentar sólidos en suspensión ni precipitados.
 - Disponibilidad: el agua destilada se puede adquirir con los distribuidores más grandes de agua como Salvavidas o Scandia y diversos proveedores de químicos.
 - Costos: el costo del agua destilada es Q 20/gal (Quimiprova).
 - Cuidados especiales: el agua destilada no requiere de cuidados especiales.

- Tarjetas electrónicas de teléfonos celulares
 - Características: las tarjetas electrónicas de teléfonos celulares provienen de teléfonos que llegaron al final de su vida útil y fueron desechados.

- Especificaciones requeridas: las tarjetas electrónicas deben ser solamente las tarjetas sin baterías, motores ni sensores, no importa su tamaño ni estado físico.
- Disponibilidad: las tarjetas electrónicas de teléfonos celulares actualmente ya son recolectadas por diversos centros de acopio que las venden para ser exportadas y aprovechadas en otros países, por lo que obtenerlas requerirá de negociaciones con los diversos centros de acopio.
- Costos: el costo de las tarjetas electrónicas de teléfonos celulares es por peso, a Q 30 la libra. (Centros de acopio de materiales reciclables).
- Cuidados especiales: la chatarra electrónica contiene materiales cortopunzantes, y elementos inflamables como baterías por lo que se debe de manejar con guantes y gafas de seguridad.

2.3. Maquinaria, equipo y herramientas

El equipo requerido por un proceso depende del diseño del mismo, motivo por el cual es esencial definir bien qué tipo de equipo será requerido y las especificaciones del mismo para que el proceso funcione correctamente, evitando la necesidad de reemplazarlo de forma prematura lo que provocaría gastos innecesarios que pueden poner en riesgo la sostenibilidad del proyecto.

2.3.1. Maquinaria y equipo

A continuación, se detalla todo el mobiliario y equipo que será requerido para el correcto funcionamiento de la PYME.

Figura 39. Horno mufla



Fuente: Ebay. *Comprar por categoría*. <https://www.ebay.com/n/all-categories>. Consulta: 10 de mayo de 2018.

Un horno mufla, es destinado normalmente para la cocción de materiales cerámicos y para la fundición de metales a través de la energía térmica. Dentro del laboratorio un horno mufla se utiliza para calcinación de sustancias, secado de sustancias, fundición y procesos de control.

La mufla es una cámara cerrada construida con materiales refractarios. Este horno es utilizado cuando se requiere alcanzar temperaturas mayores a 200 °C. Dentro del horno de mufla solamente puede utilizarse materiales refractarios debido a las altas temperaturas alcanzadas.

Existen dos tipos de hornos muflas, eléctricas y a combustible basadas en diferentes principios, pero ambas compuestas por un gabinete interno, gabinete externo, panel de control, contrapuerta y controladores de temperatura.

- Especificaciones requeridas
 - Tamaño de la cámara interior de entre (50x50) cm y (35x35) cm
 - Temperatura máxima mayor a 950 °C

Costo Q 53 800,00 (Importado de Estados Unidos, cotizado en Ebay)

Figura 40. **Trituradora**



Fuente: Ebay. *Comprar por categoría*. <https://www.ebay.com/n/all-categories>. Consulta: 10 de mayo de 2018.

La trituradora es una máquina que procesa un material de forma que produce dicho material con trozos de un tamaño menor al tamaño original. Es un dispositivo diseñado para disminuir el tamaño de los objetos mediante el uso de la fuerza, para romper y reducir el objeto en una serie de piezas de volumen más pequeñas o compactas.

Si se trata de una máquina agrícola, tritura, machaca y prensa las hierbas, plantas y ramas que se recogen en el campo. También se puede emplear para extraer alguna sustancia de los frutos o productos agrícolas, rompiendo y prensándolos.

Si se trata de una máquina empleada para la minería, la construcción o para el proceso industrial, puede procesar rocas u otras materias sólidas. En éste caso será utilizada para triturar tarjetas electrónicas de teléfonos celulares, por lo que la mejor opción es utilizar un trituradora de plásticos.

- Especificaciones requeridas
 - Ancho de cámara de corte superior a 10 cm
 - Tolba de alimentación
 - Potencia superior a 1 kw

Costo Q 2 700,00 (Cotizado en Surtirepuestos)

Figura 41. **Tanques resistentes a ácido**



Fuente: Ebay. *Comprar por categoría*. <https://www.ebay.com/n/all-categories>. Consulta: 10 de mayo de 2018.

Los tanques resistentes a ácido normalmente son de acero inoxidable con recubrimientos de polímeros orgánicos como PVC, es importante una correcta selección del tanque para evitar accidentes y no provocar cuello de botella en el proceso.

- Especificaciones requeridas
 - Capacidad de 5 galones
 - Tapa lo suficientemente grande como para colocar dentro de éste las tarjetas electrónicas.
 - Drenaje en la parte inferior.
 - Certificado de resistencia a ácidos clorhídrico 37 % y nítrico 65 %.

Costo Q 5 500,00 por tres tanques (Cotizado en catálogo de Rotoplas).

Figura 42. **Compresor**



Fuente: Ebay. *Comprar por categoría*. <https://www.ebay.com/n/all-categories>. Consulta: 10 de mayo de 2018.

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos, tales como gases y vapores.

Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir. Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos.

- Especificaciones requeridas
 - Potencia superior a 1kw
 - Purga de fácil acceso
 - Eléctrico

Costo Q 2 500,00 (Cotizado en NOVEX)

Figura 43. **Agitador resistente a ácido**



Fuente: Ebay. *Comprar por categoría.* <https://www.ebay.com/n/all-categories>. Consulta 10 de mayo de 2018.

Al ser una lixiviación dinámica la agitación será requerida, por lo que las especificaciones a requerir son.

- Especificaciones requeridas:
 - Resistente a ácidos
 - RPM de 100 a 1 000
 - Adecuado para colocarse en la apertura del tanque

Costo Q3 500.00 (Importado de Estados Unidos, cotizado en Ebay)

Figura 44. **Tolva**



Fuente: Rotoplas. *Productos destacados*. <https://rotoplascentroamerica.com/>. Consulta: 10 de mayo de 2018.

La tolva será utilizada para descargar y filtrar los ácidos resultado de la lixiviación.

- Especificaciones requeridas
 - Tamaño correspondiente a los tanques
 - Resistente a ácidos
 - Costo Q 1 000,00 (Cotizado en catálogo de Rotoplas)

Figura 45. **Equipo de fluorescencia de rayos X**



Fuente: Ebay. *Comprar por categoría.* <https://www.ebay.com/n/all-categories>. Consulta: 10 de mayo de 2018.

Este equipo será utilizado para el control de calidad del producto terminado, ya que permite determinar la composición de la muestra analizada.

- Especificaciones requeridas
 - Contar con certificado de calibración para análisis de metales.

Costo Q 335 000,00 (Importado de Estados Unidos, cotizado en Ebay)

2.3.2. Herramientas

A continuación, se detallan las herramientas necesarias para la correcta operación de la PYME.

Figura 46. **Balón aforado**



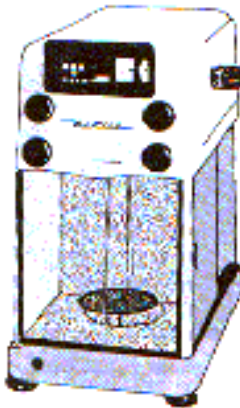
Fuente: Ebay. *Comprar por categoría*. <https://www.ebay.com/n/all-categories>. Consulta: 10 de mayo de 2018.

El balón aforado es una herramienta volumétrica de precisión, éste será utilizado para hacer las soluciones ácidas de forma precisa, disminuyendo riesgos de operación y mejorando el control de las variables de proceso.

- Especificaciones requeridas
 - Capacidad de 1 L, 500 mL y 100 mL
 - De vidrio
 - Con tapón

Costo: Q 500,00 (Importado de Estados Unidos, cotizado en Amazon)

Figura 47. **Balanza**



Fuente: Ebay. *Comprar por categoría*. <https://www.ebay.com/n/all-categories>. Consulta 10 de mayo de 2018.

La balanza permite medir el peso de la muestra deseada, esta será de utilidad para empacar los metales extraídos en las cantidades deseadas de forma exacta.

- Especificaciones requeridas
 - Resolución de 0,001 g
 - Certificado de calibración

Costo: Q 1000,00 (Cotizado en NOVEX)

Figura 48. **Indicador de pH**



Fuente: Ebay. *Comprar por categoría.* <https://www.ebay.com/n/all-categories>. Consulta: 10 de mayo de 2018.

El indicador de pH será utilizado como control de proceso, para tener resultados consistentes del mismo.

- Especificaciones requeridas
 - Resolución de 1 o mayor

Costo Q 25,00 las 100 unidades (Cotizado en Proinca)

Figura 49. **Sellador de bolsas**



Fuente: Ebay. *Compra por categoría*. <https://www.ebay.com/n/all-categories>. Consulta: 10 de mayo de 2018

El sellador de bolsas se utilizará en el proceso de empaque, para asegurar que no se salga el producto terminado del empaque y no se entreguen las cantidades adecuadas.

- Especificaciones requeridas
 - Voltaje de operación 110 v

Costo: Q 500,00 (Cotizado en OLX)

2.4. Transporte

Para que un proceso productivo funcione correctamente debe estar correctamente abastecido, motivo por el cual es importante planificar como se realizará el mismo, tanto para materias primas como para producto terminado y residuos que requieran tratamiento especial.

2.4.1. Transporte de materias primas e insumos

Las materias primas e insumos como los ácidos y agua destilada, se solicitará que sean enviadas a las instalaciones, esto debido a que se mueve una cantidad muy pequeña en peso y volumen como para que valga la pena invertir en transporte propio.

Mientras que para la recolección de las placas de teléfonos celulares se contratará un tercero para que una vez al mes, recolecte las placas en los distintos centros de acopio.

2.4.2. Transporte de producto terminado

Para la distribución del producto terminado se contratará a un servicio de envíos o a un transporte seguro dependiendo del valor del producto a movilizar.

2.5. Almacenamiento

Las materias primas e insumos y también del producto terminado requieren de un almacenamiento adecuado para no dañarse, este se detallará a continuación.

2.5.1. Almacenamiento de materias primas e insumos

- Ácido clorhídrico al 37 % deberá almacenarse en contenedores especiales para ácido, debidamente identificado, bien cerrado, en un lugar seco y bien ventilado.
- Ácido nítrico al 65 % deberá almacenarse en contenedores especiales para ácido, debidamente identificado, bien cerrado, en un lugar seco y bien ventilado.
- Agua destilada se almacenará en contenedores herméticos.
- Placas de teléfonos celulares se almacenarán en toneles abiertos.

2.5.2. Almacenamiento de producto terminado

- Metales Los metales obtenidos como producto terminado serán almacenados de forma discreta en un compartimiento poco visible, esto debido a su alto valor y poco volumen.

2.6. Proceso productivo

Los diagramas de proceso son utilizados para describir un proceso de forma detallada y fácilmente comprensible; hay varios tipos de diagramas y cada uno de éstos permite analizar el proceso desde puntos de vista distintos. En este caso los diagramas a utilizar serán; diagrama de operaciones del proceso, flujo del proceso y recorrido.

2.6.1. Diagrama de operaciones del proceso

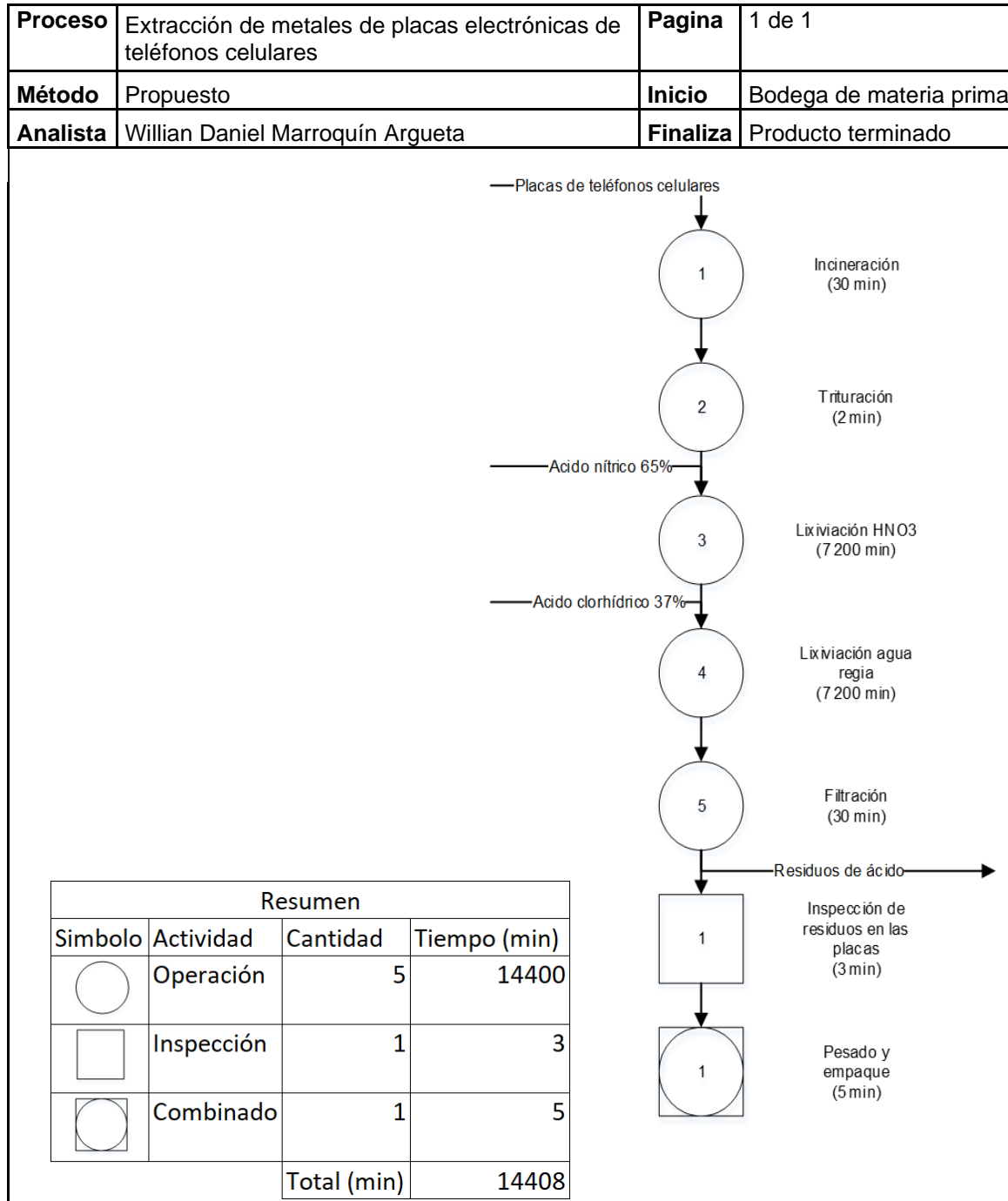
El diagrama de operaciones presenta la secuencia de las operaciones e inspecciones realizadas en un proceso productivo, al igual que los tiempos y materiales necesarios para realizarlo.

Este diagrama analiza el proceso desde la llegada de la materia prima hasta la salida del producto terminado.

La finalidad de este diagrama es descubrir y eliminar ineficiencias, las acciones que se tienen lugar en este tipo de diagrama son:

- Operación, círculo
- Inspección, cuadrado
- Combinación de inspección y operación

Figura 50. Diagrama de operaciones del proceso

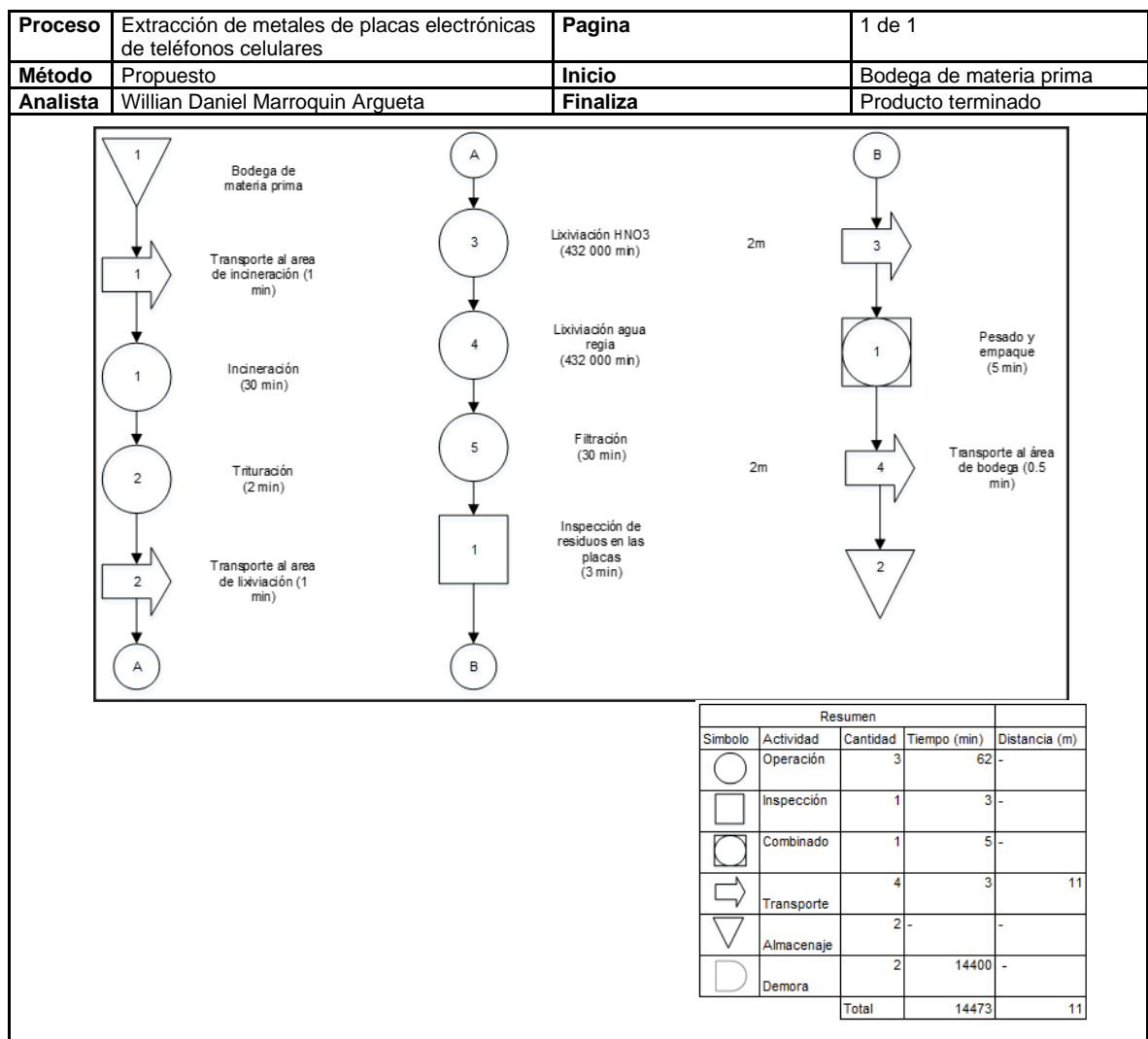


Fuente: elaboración propia.

2.6.2. Diagrama de flujo del proceso

Este tipo de diagrama es más completo que el diagrama de operaciones, ya que además de presentar las operaciones e inspecciones del proceso, presenta los almacenajes, transportes y demoras presentes en el mismo.

Figura 51. Diagrama de flujo del proceso

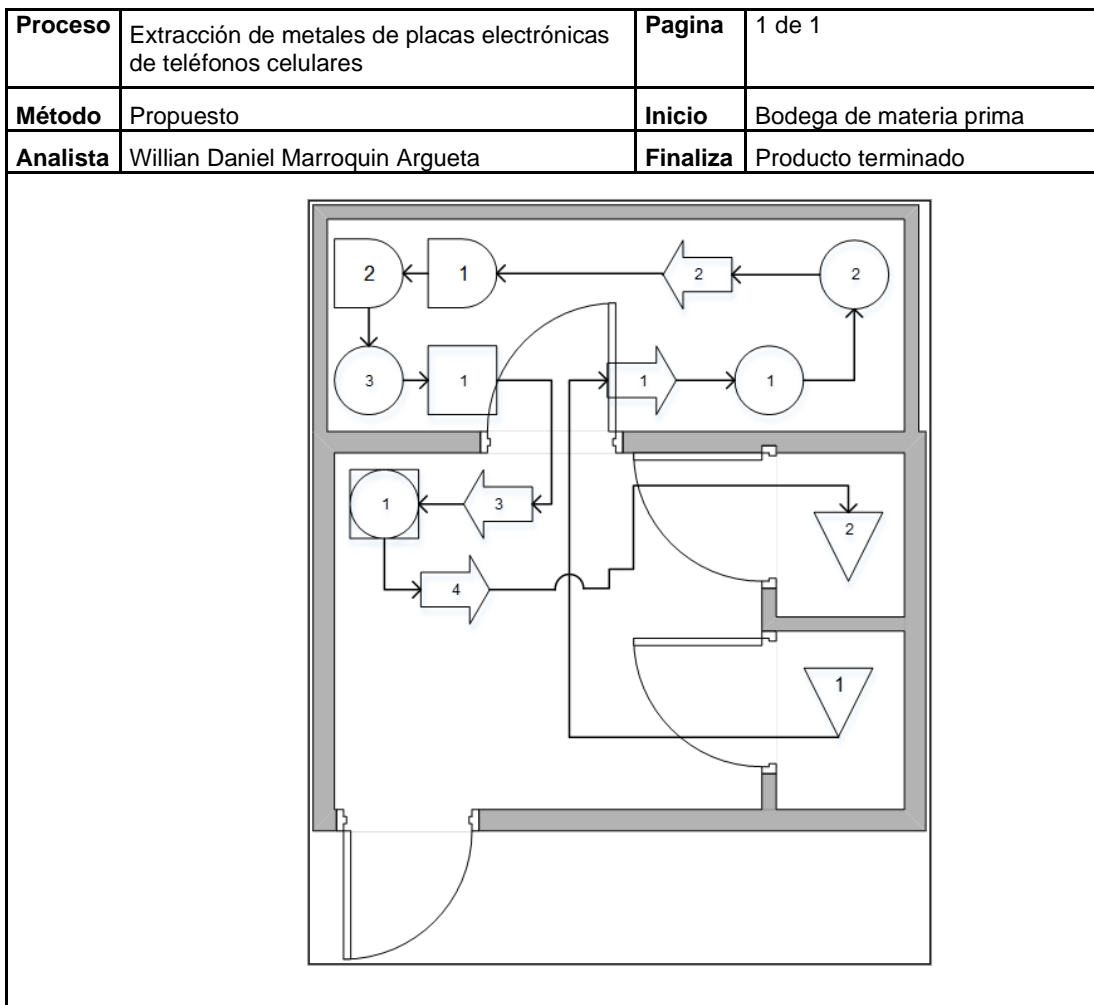


Fuente: elaboración propia.

2.6.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es un plano a escala de la planta de producción, la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de flujo del proceso; su importancia radica en que puede ayudar a lograr una mejor distribución en la planta.

Figura 52. Diagrama de recorrido del proceso



Fuente: elaboración propia.

2.7. Control de calidad

Tener un producto de calidad es importante para que un proyecto sea sostenible. Existen muchas corrientes de pensamiento acerca de lo que es la calidad, pero sin duda parte de la calidad es que el producto cumpla con las características ofrecidas todo el tiempo. Para elaborar un producto de calidad éste debe tener un buen control del proceso, desde las materias primas, las operaciones unitarias hasta el producto terminado. Detalles que serán tratados a continuación.

2.7.1. Control de calidad en materias primas e insumos

Para los ácidos se llevará un control de materias primas mediante registros que incluirán los siguientes datos:

- Fecha de ingreso
- Insumo
- Fecha de vencimiento
- pH

En lo relacionado a las placas de teléfonos celulares se inspeccionarán visualmente, los lotes de placas verificando que aún tengan los contactos que tienen la mayor parte de los metales deseados; llevando un registro de quien revisó y el resultado de la inspección.

- Fecha
- Proveedor
- Inspector
- Resultado

2.7.2. Control de calidad en el proceso productivo

Llevar un correcto control del proceso es necesario para obtener buenos resultados por ello se monitorearán y registrarán los parámetros más importantes del proceso, con el fin de corregir las desviaciones rápidamente. Los parámetros a monitorear son:

- Temperatura y tiempo en horno mufla
- pH en lixiviación con ácido nítrico
- pH en lixiviación con agua regia
- Peso obtenido de filtración
- Hermeticidad de empaque
- Peso neto de cada presentación empacada

2.7.3. Control de calidad del producto terminado

Para analizar el producto terminado se requiere de equipo especializado, en este caso de un equipo de Fluorescencia de Rayos X. Motivo por el cual los análisis de materia producto terminado se realizarán solamente cuando hayan ocurrido desviaciones en los parámetros de proceso o se realicen cambios en el mismo o en las materias primas en insumos.

El análisis de Fluorescencia de rayos X da como resultado la composición de las muestras analizadas, siendo ésta el parámetro más importante en los productos a ofrecer.

3. ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y LEGAL

3.1. Estudio administrativo

El estudio administrativo sirve de guía para quienes administrarán el proyecto, éste define la estructura de la empresa, que es lo que hace y lo que busca, para orientar las acciones a realizar para alcanzar las metas propuestas.

3.2. Descripción de la organización

La descripción de la organización incluye misión, visión, metas, objetivos y valores que se describen a continuación.

3.2.1. Misión

Desarrollar la extracción de metales de residuos de teléfonos celulares de forma rentable, con responsabilidad social y ambiental en la región.

3.2.2. Visión

En el año 2025 extraer de forma rentable, los metales del 80 % de los residuos de teléfonos celulares de Guatemala.

3.2.3. Metas

Las metas de una organización se detallan por plazos de tiempo, siendo estas a corto o largo plazo.

3.2.3.1. Metas a corto plazo

- Tener un aumento mensual del 5 % en la cantidad de tarjetas electrónicas de teléfonos celulares tratados.
- Ampliar la cartera de clientes en un cliente por semestre.

3.2.3.2. Metas a mediano plazo

- Ser líderes en el tratamiento sostenible de desechos de teléfonos celulares, en Guatemala.
- Ser reconocidos a nivel centroamericano.

3.2.3.3. Metas a largo plazo

- Ser líderes a nivel centroamericano en el tratamiento de desechos de teléfonos celulares a nivel centroamericano.
- Ser una empresa que otorgue estabilidad laboral a sus colaboradores.

3.2.4. Objetivos estratégicos

- En el primer semestre de operaciones conseguir más de tres proveedores de tarjetas electrónicas de teléfonos celulares en la ciudad de Guatemala.
- Tener un crecimiento anual de un 5 % en las ventas de metales extraídos de teléfonos celulares.

- Obtener una rentabilidad anual superior al 15 %.
- Capacitar a 100 personas al año en temas referentes al manejo de residuos electrónicos.

3.2.5. Valores éticos

- Honestidad: siendo honestos con los proveedores, clientes y la sociedad, en todas las actividades que realicemos desde las económicas hasta ambientales.
- Responsabilidad: ser conscientes del impacto que pueden tener las decisiones a tomarse, buscaremos siempre el bienestar de la sociedad y el ambiente, respetando la legislación aplicable.
- Justicia: ser equitativos en nuestras decisiones y dar a cada quien lo que corresponde.
- Confianza: la confianza entre los colaboradores es vital para realizar nuestro trabajo de forma satisfactoria y poder transmitir confianza a nuestros proveedores y clientes.

3.3. Organización para la operación

La organización para la operación tiene como componentes básicos la estructura organizacional y descripción de los puestos, que se detallan a continuación.

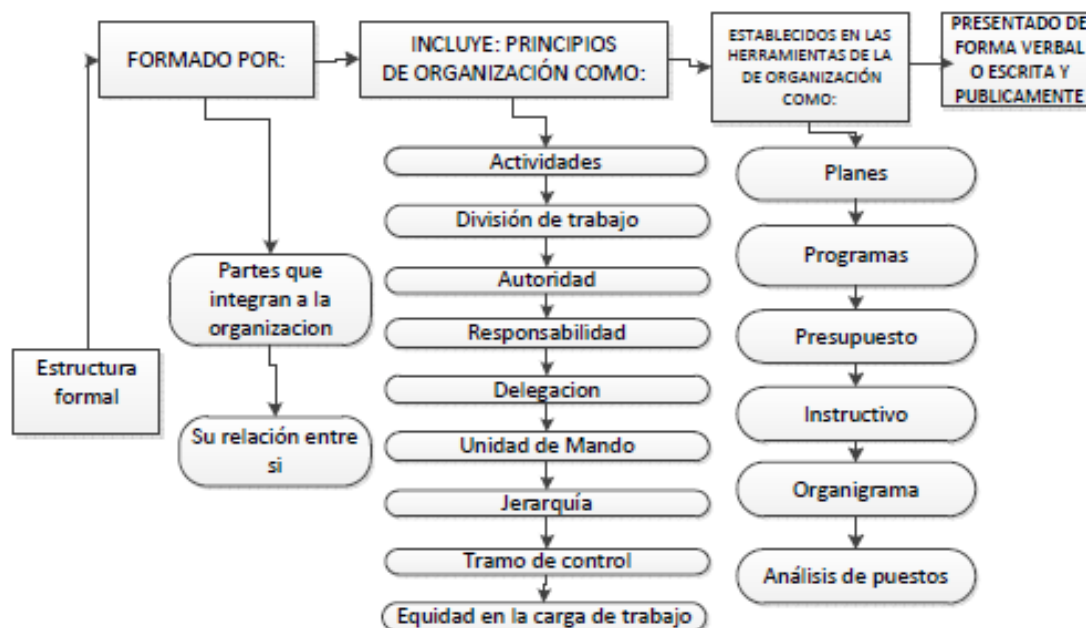
3.3.1. Estructura organizacional

La estructura organizacional define muchas características de cómo se va a organizar el proyecto, tiene la función principal de establecer autoridad, jerarquía, cadena de mando, organigramas y departamentalizaciones.

La estructura organizacional debe elaborarse de acuerdo con todas las actividades o tareas que pretenden realizar, mediante una correcta estructura que le permita establecer sus funciones, y departamentos con la finalidad de producir sus servicios o productos de forma exitosa.

Hay dos tipos de estructura organizacional, la formal y la informal. La estructura formal, este tipo de estructuras surgen por la necesidad de la división de actividades y para ello utiliza, organigramas, manuales y principios de la organización como la división del trabajo, autoridad, responsabilidad, entre otros. En la figura a continuación se muestra cómo está integrada una estructura formal.

Figura 53. Estructura formal

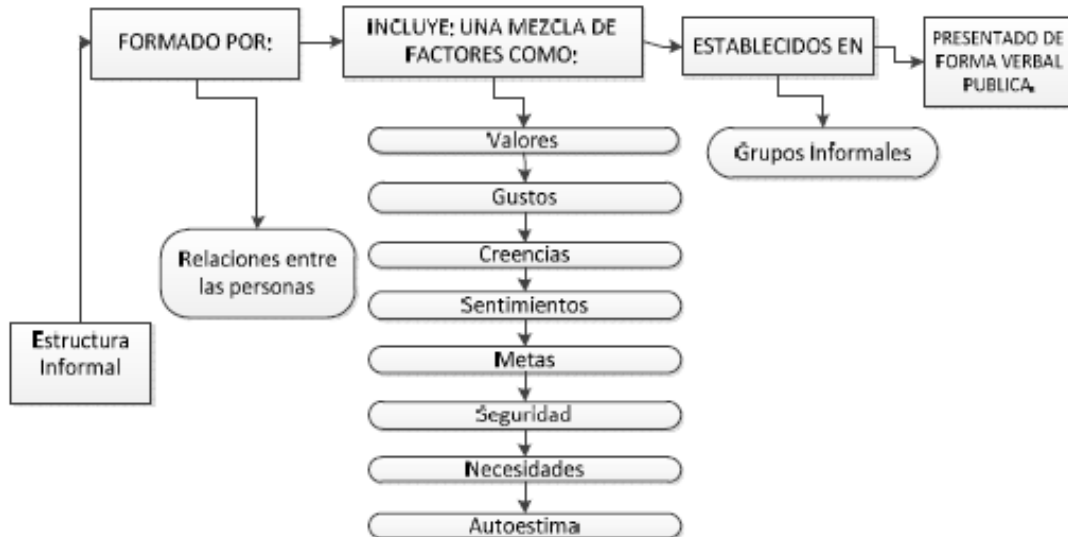


Fuente: Gestipolis. *Estructura organizacional, tipos de organización y organigramas*.
<https://www.gestipolis.com/estructura-organizacional-tipos-organizacion-organigramas/>.

Consulta: 15 de mayo de 2018.

La estructura informal tiene su origen en la formal, esta acostumbra a ser más dinámica y se integra a través de relaciones entre las personas quienes forman grupos informales representados de forma verbal.

Figura 54. Estructura informal



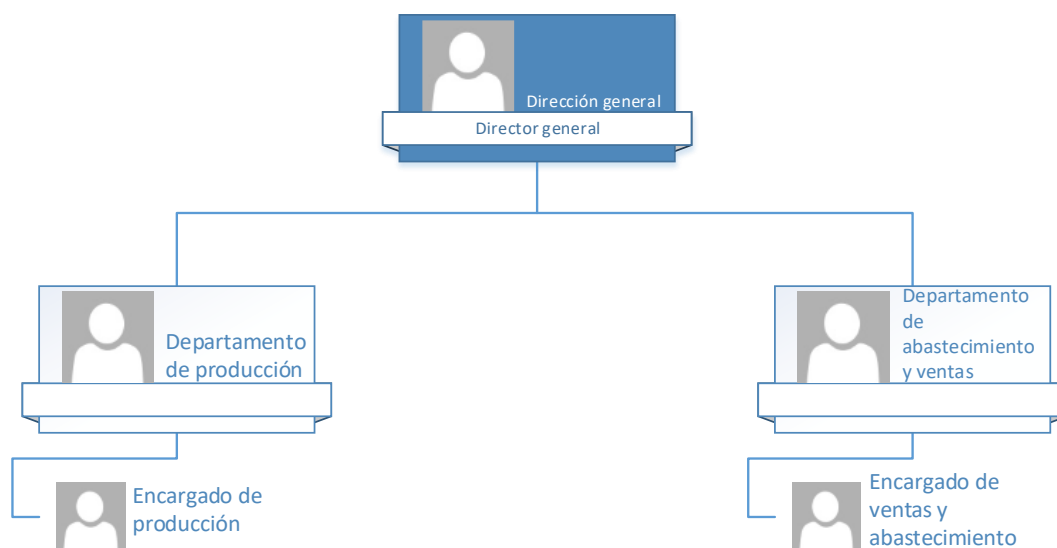
Fuente: Gestipolis. *Estructura organizacional, tipos de organización y organigramas*.
<https://www.gestipolis.com/estructura-organizacional-tipos-organizacion-organigramas/>.
 Consulta: 15 de mayo de 2018.

En este caso por ser una actividad productiva bien definida y con pocas variaciones que requieran reacción rápida por parte de la PYME, la mejor opción es tener una estructura organizacional formal.

- Organigrama

Los organigramas son representaciones gráficas de la división del trabajo, líneas de autoridad y comunicación.

Figura 55. Organigrama



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

- Dirección general

La dirección general está encargada de velar por el buen funcionamiento de la PYME y todos sus departamentos, además de llevar a cabo proyectos de mejora.

- Departamento de producción

La función de este departamento inicia desde que la materia prima sale de la bodega para iniciar el proceso productivo, su función es ejecutar el proceso acorde a lo establecido en los procedimientos, desde el tratamiento inicial de las tarjetas electrónicas hasta la entrega de los metales empacados en bodega de producto terminado.

- Departamento de abastecimiento y ventas

Este departamento tiene como funciones obtener las materias primas e insumos del proceso en las condiciones establecidas y colocarlas en la bodega de materias primas, también de realizar las labores de venta y distribución de los metales extraídos.

3.3.2. Descripción de puestos

La identificación de puestos identifica las tareas por cumplir y la responsabilidad que implica cada puesto. Asimismo, bosqueja la relación con otros puestos en la organización, los requisitos para cumplir el trabajo y su frecuencia o ámbito de ejecución. La descripción del puesto se basa en la naturaleza del trabajo y no en el individuo.

- Director general
 - Posición jerárquica: directivo
 - Subordinados directos
 - Encargado de producción
 - Encargado de ventas y abastecimiento
 - Funciones principales y secundarias
 - Administración del personal
 - Elaboración de presupuestos
 - Gestiones legales
 - Evaluar alcance de objetivos de todas las áreas
 - Desarrollar y ejecutar planes de mejora continua
 - Competencias requeridas

- Liderazgo
 - Pensamiento crítico
 - Orden
 - Comunicación
 - Autocontrol
 - Capacidad de negociación
 - Trabajo en equipo
 - Nivel educativo y formación
 - Licenciatura en administración de empresas
 - Ingeniería industrial
 - Nivel de experiencia
 - Más de 2 años como jefe de tienda o departamento
- Encargado de producción
 - Posición jerárquica: operativo
 - Supervisor directo
 - Director general
 - Subordinados directos
 - No aplica
 - Funciones principales y secundarias:
 - Verificar la calidad de materia prima e informar al director general acerca de la misma.
 - Realizar el proceso de extracción acorde a lo establecido.
 - Velar por su seguridad y la de las personas en las instalaciones.
 - Empacar los metales extraídos.
 - Llevar control de la eficiencia del proceso.
 - Proponer mejoras al proceso.

- Relación con otros departamentos
 - Departamento de ventas y abastecimiento.
 - Competencias requeridas
 - Pensamiento crítico.
 - Orden.
 - Autocontrol.
 - Trabajo en equipo.
 - Nivel educativo y formación
 - Técnico de laboratorio clínico o similar.
 - Nivel de experiencia
 - No se requiere.
- Encargado de ventas y abastecimiento
 - Posición jerárquica: operativo
 - Supervisor directo
 - Director general.
 - Subordinados directos
 - No tiene.
 - Funciones principales y secundarias
 - Dar seguimiento a los proveedores de placas de teléfonos celulares.
 - Abastecer bodega de materias primas con los insumos requeridos.
 - Llevar control de inventario de materias primas y producto terminado.
 - Buscar nuevos compradores de los metales extraídos.

- Coordinar la entrega de los metales extraídos a los clientes que lo soliciten.
 - Velar por mantener la buena imagen de la PYME.
- Relación con otros departamentos
 - Producción
- Competencias requeridas
 - Pensamiento crítico.
 - Orden.
 - Autocontrol.
 - Trabajo en equipo.
 - Capacidad de negociación.
- Nivel educativo y formación
 - Bachiller en ciencias y letras.
- Nivel de experiencia
 - 1 año de experiencias en ventas de insumos o servicios a empresas.

3.4. Programa de mantenimiento

El mantenimiento tiene como objetivo principal la conservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para que proporcione mejor rendimiento el mayor tiempo posible.

Algunos lugares consideran el mantenimiento como la corrección de fallas, esto ha cambiado porque la falla imprevista de una máquina representa un grave problema, por lo que el mantenimiento preventivo se ha establecido como una práctica común, siendo el fin de éste actuar antes de que se produzca una falla.

Muchas veces el mantenimiento es realizado por el operador de la máquina, aunque dependiendo de la complejidad de esta o el tipo de mantenimiento a realizar; puede ser necesario personal y equipo especializado.

Un programa de mantenimiento debe tomar en cuenta lo mencionado anteriormente conjuntamente de reducción del consumo de horas hombre, costos, inventarios y productividad.

3.4.1. Mantenimiento preventivo

En la PYME se contará con los siguientes equipos:

- Horno mufla
- Trituradora
- Tanques resistentes a ácido
- Compresor
- Agitador resistente a ácido
- Equipo de fluorescencia de rayos X

Por lo que el plan de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos es:

- Horno mufla
 - Frecuencia:
 - Trimestral
 - Rutina por realizar
 - Limpieza interna y externa
 - Inspección de sellos

- Revisión eléctrica
 - Calibración
 - Recursos por utilizar
 - Materiales: varía según lo identificado en las inspecciones
 - Mano de obra: técnico especializado
 - Tiempo: 8 h
 - Costo directo: Q 1000,00
 - Costo por equipo detenido: Q 200,00

- Trituradora
 - Frecuencia: cada 50 h de uso
 - Rutina por realizar:
 - Engrase
 - Inspección de cojinetes
 - Inspección eléctrica
 - Afilado de cuchillas
 - Ajuste de ejes
 - Limpieza general
 - Recursos por utilizar:
 - Materiales: varía según lo identificado en las inspecciones
 - Mano de obra: técnico especializado
 - Tiempo: 6 h
 - Costo directo: Q 800,00
 - Costo por equipo detenido: Q 0,00

- Tanques resistentes a ácido
 - Frecuencia: semestral

- Rutina por realizar:
 - Inspección por fugas
 - Inspección de recubrimiento interno
 - Limpieza general
 - Recursos por utilizar:
 - Materiales: varía según lo identificado en las inspecciones
 - Mano de obra: operador
 - Tiempo: 16 h
 - Costo directo: Q 300,00
 - Costo por equipo detenido: Q 3 000,00
- Agitador resistente a ácido
 - Frecuencia: cada 50 h
 - Rutina por realizar:
 - Cambio de aceite
 - Inspección eléctrica
 - Inspección mecánica
 - Limpieza general
 - Recursos por utilizar:
 - Materiales: varía según lo detectado en las inspecciones.
 - Mano de obra: técnico en mecánica industrial
 - Tiempo: 4 h
 - Costo directo: Q 300,00
 - Costo por equipo detenido: Q 0,00 (se realiza simultáneamente con los tanques y compresor).
 - Compresor

- Frecuencia: cada 50 h
 - Rutina por realizar:
 - Cambio de aceite
 - Inspección eléctrica
 - Inspección mecánica
 - Cambio de filtro
 - Limpieza general
 - Recursos por utilizar:
 - Materiales: varía según lo identificado en las inspecciones
 - Mano de obra: operador
 - Tiempo: 2 h
 - Costo directo: Q 300,00
 - Costo por equipo detenido: Q0,00 (se realiza simultáneamente con los tanques y agitador).
- Equipo de fluorescencia de rayos X
 - Frecuencia: anual.
 - Rutina por realizar.
 - Inspección de la lámpara
 - Calibración
 - Inspección eléctrica
 - Limpieza general
 - Recursos por utilizar.
 - Materiales: varía según lo detectado en las inspecciones
 - Mano de obra: técnico especializado
 - Tiempo: 4 h
 - Costo directo: Q 5 000,00.
 - Costo por equipo detenido: Q 0,00.

3.4.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo en la PYME aplicará las siguientes políticas para poder actuar de forma más eficaz en caso un equipo falle inesperadamente.

- Todos los equipos tendrán registrados los códigos de pieza con mayor probabilidad de fallo y tendrá como mínimo un proveedor que tenga confirmada la existencia de ese repuesto.
- Se contará con herramientas suficientes para poder hacer mantenimiento básico a todos los equipos.
- Se contará con los manuales de mantenimiento de todos los equipos.
- El encargado de producción será capacitado en electricidad y mecánica básica, mediante cursos web y apoyo de técnicos profesionales.

Se espera que los costos por paro inesperado de los equipos sea el siguiente:

- Horno mufla
 - Q 500,00/h a partir de las 120 h
- Trituradora
 - Q 500,00/h a partir de las 120 h

- Tanques resistentes a ácido
 - Q 300,00/h

- Compresor
 - Q 200,00/h

- Agitador resistente a ácido
 - Q 200/h

- Equipo de fluorescencia de Rayos X
 - Q 1 000/semana

3.5. Seguridad industrial

La seguridad industrial es un aspecto muy importante que tomar en cuenta, porque esta vela por prevenir los accidentes en el trabajo y según estudios 9 de 10 accidentes que ocurren en el lugar de trabajo pueden prevenirse. Por lo que la seguridad industrial identifica factores de riesgo, define su grado de peligrosidad y busca eliminarlos, disminuirlos o mitigar su efecto, estos tienen en cuenta tanto las condiciones como los comportamientos inseguros.

Los accidentes conjuntamente de tener impacto en quien los sufre, afecta a las personas cercanas o que realizan actividades similares, reduce la productividad y compromete la calidad del producto.

3.5.1. Capacitaciones al personal

Con el fin de crear conciencia, fomentar el comportamiento adecuado y preparar a los colaboradores para poder reaccionar correctamente ante situaciones de peligro o accidentes, es necesario que éstos sean capacitados constantemente para actualizar y refrescar sus conocimientos del tema.

El plan de capacitaciones que se propone para la PYME es el siguiente:

Frecuencia: anual

Temas que tratar:

- Concientización de la seguridad en el trabajo
- Generalidades de seguridad industrial
- Condiciones inseguras
- Comportamientos inseguros
- Importancia del uso de equipo de protección personal
- Reglamento de trabajo
- Plan de emergencia en caso de desastres naturales
- Plan de emergencia en caso de incendio
- Primeros auxilios

3.5.2. Monitoreo de condiciones inseguras

Las condiciones inseguras están relacionadas a instalaciones, equipos de trabajo, maquinaria y herramientas que no están en condiciones de ser usadas y realizar el trabajo para el que fueron diseñadas o creadas, y que ponen en riesgo de sufrir un accidente a quienes las utilizan.

Ejemplo de condiciones inseguras pueden ser:

- Desorden en el área de trabajo
- Cables eléctricos en mal estado
- Máquinas con fajas de alta velocidad expuestas

3.5.2.1. Identificación de condiciones inseguras

Para la identificación de condiciones inseguras se harán recorridos mensuales por parte del director general en todas las instalaciones para identificar las condiciones inseguras que se pudieron generar.

Además, se fomentará en los encargados de planta y ventas/abastecimiento la cultura de reportar las condiciones inseguras identificadas, por ello es fundamental que la capacitación sea efectiva.

3.5.2.2. Eliminación y mitigación de condiciones inseguras

Para definir el plazo y plan de acción a tomar luego de haber identificado una condición insegura con ayuda de la matriz de riesgo presentada a continuación.

Figura 56. **Matriz de riesgo**

		PROBABILIDAD				
		Raro	Poco probable	Posible	Muy probable	Casi seguro
CONSECUENCIAS	Despreciable	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	Menores	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Moderadas	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Mayores	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
	Catastróficas	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Fuente: Ceolevel. *Como crear una efectiva matriz de riesgos en tan solo 3 pasos.*
[http://www.ceolevel.com/como-crear-una-efectiva-matriz-de-riesgos-en-tan-solo-3-pasos.](http://www.ceolevel.com/como-crear-una-efectiva-matriz-de-riesgos-en-tan-solo-3-pasos)
 Consulta: 20 de mayo de 2018.

- Riesgo bajo
 - Plazo para solucionar 1 año
- Riesgo medio
 - Plazo para solucionar 6 meses
- Riesgo alto
 - Plazo para solucionar 1 mes
- Riesgo muy alto

- Plazo para solucionar inmediatamente

En todos los casos siendo responsabilidad directa del director general asegurar que las condiciones inseguras sean eliminadas en el plazo establecido.

3.6. Estudio legal

Para iniciar operaciones una empresa debe cumplir con ciertos requisitos legales, como la inscripción de la empresa en el Registro Mercantil, los requerimientos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Código de Salud, Código de Trabajo, Constitución Política de la República de Guatemala, reglamentos Municipales, Código de Comercio, Código Procesal Civil y Mercantil, entre otros.

Si una empresa inicia operaciones sin cumplir lo requerido por la ley puede verse en serios problemas, por lo que debe de tener cuidado de cumplir con todos lo indicado por la ley.

3.7. Requisitos legales generales para todas las PYMES

Todo proyecto debe cumplir con ciertos requisitos mínimos para poder operar de manera legal, a continuación, se detallan los requisitos legales para que cualquier PYME pueda operar.

3.7.1. Inscripción legal de la empresa

Según el código de comercio, una empresa es el conjunto de trabajo, elementos materiales y valores incorpóreos coordinados para ofrecer al público, con propósito de lucro, ya sea bienes o servicios. Las empresas pueden ser en sociedad o individuales, a continuación, se presentan los tipos de sociedades mercantiles contempladas en el código de comercio de Guatemala.

- Sociedad anónima: esta tiene el capital dividido y representado por acciones, la responsabilidad de cada accionista está limitada al pago de las acciones a las que se ha suscrito. Este tipo de sociedad está regulado por los artículos 86 al 183 del Código de Comercio.
- Sociedad colectiva: esta existe bajo una razón social y en la cual todos los socios responden de modo subsidiario, ilimitada y solidariamente, de las obligaciones sociales, como indica el artículo 59 del Código de Comercio.
- Sociedad de responsabilidad limitada: está compuesta por varios socios solamente obligados al pago de sus aportaciones, a las obligaciones sociales únicamente responde el patrimonio de esta. El capital estará dividido en aportaciones que no podrán incorporarse a títulos de ninguna naturaleza ni denominarse acciones. Estas sociedades están normadas en los artículos 195 al 202 del código de comercio.
- Sociedad en comandita simple: esta sociedad está compuesta por uno o varios socios comanditados que responden en forma subsidiario, ilimitada y solidaria de las acciones sociales y por uno o varios socios con responsabilidad limitada al monto de su aportación. Las aportaciones

no pueden representarse por títulos o acciones, este tipo de sociedad está regido por los artículos 68 al 77 del Código de Comercio.

Por el tipo de actividad a realizar y para atraer inversores a la PYME se recomienda que la sociedad sea Sociedad Anónima porque las acciones tienen un valor y cada miembro tendrá una cantidad limitada de las mismas.

Una vez se haya decidido si la PYME se llevará a cabo en sociedad o de forma individual, se procede a inscribirla en el registro mercantil, para luego inscribir la empresa cumpliendo los siguientes requisitos:

- Llenar el formulario con firma legalizada. En caso de que la empresa sea de dos o más personas se debe presentar un formulario por cada uno de los copropietarios.
- Solicitar la inscripción de empresa y adjuntar escritura pública, acta del representante legal y copia del Documento Personal de Identificación, DPI de este.
- Realizar el pago de Q 200,00 como aporte al capital inicial.
- El Registro Mercantil enviará una patente por vía electrónica, cuyo costo es de Q 100,00. Esta tendrá su código QR y firma electrónica.

*Todos los documentos deben ser entregados en un folder oficio.

3.7.2. Impuestos

Toda actividad que genere ingresos debe pagar impuestos, en este caso la PYME debe de pagar: el Impuesto de Valor Agregado IVA, Impuesto Sobre la Renta ISR, Impuesto de Solidaridad (ISO), los cuales se detallan a continuación.

- Impuesto al Valor Agregado (IVA)
 - Del hecho generador: en el caso de la PYME el impuesto será generado por las actividades de venta de los metales extraídos y de cualquier subproducto obtenido. Además de la venta, arrendamiento, y prestación de otros servicios que se puedan llegar a realizar.
 - Extensiones generales: existen actividades que generan exenciones generales, en este caso aplican exenciones al momento de iniciar exportaciones directas de los metales extraídos.
 - Tarifa del impuesto: la tarifa del impuesto será de un 12 % sobre la base imponible o la que se regule en un futuro.
 - La base del impuesto: la base imponible en la prestación de servicios será el precio de estos menos las rebajas concedidas de acuerdo con prácticas comerciales, indicado en el artículo 11 de la Ley del IVA.

- Impuesto Sobre la Renta (ISR)
 - Objeto y campo de aplicación: se establece un impuesto, sobre la renta que obtenga toda persona individual o jurídica, nacional o

extranjera, domiciliada o no en el país, así como cualquier ente, patrimonio o bien que especifique esta ley, que provenga de la inversión de capital, del trabajo o combinación de ambos. Quedando afectadas todas las rentas y ganancias de capital obtenidas en el territorio nacional.

- Renta de fuente guatemalteca: se considera renta de fuente guatemalteca todo ingreso que haya sido generado por capitales, bienes, servicios y derechos de cualquier naturaleza invertidos o utilizados en el país, o que tengan su origen en actividades de cualquier índole desarrolladas en Guatemala. Por lo que todos los ingresos generados por cualquier medio de la PYME están sujetos a este impuesto.
- Exenciones: las actividades a realizar por la PYME no están exentas del ISR.
- Período de imposición: el impuesto se genera cada vez que se producen rentas gravadas y se determina en conformidad a la Ley del Impuesto Sobre la Renta.
- Renta bruta: es el conjunto de ingresos, utilidades y beneficios de toda naturaleza, gravados y exentos, habituales o no, devengados o percibidos en el período de imposición. Los detalles se pueden encontrar en el Capítulo VI del Código de Comercio.
- Tarifas del impuesto: Existen varias modalidades para el pago del ISR, algunas de éstas se muestran en la tabla a continuación.

Tabla XXI. **Regímenes ISR**

Régimen	2015 en adelante
Sobre utilidades de actividades lucrativas	25%
Opcional simplificado sobre ingresos de actividades lucrativas	5% sobre Q30K mensuales 7% sobre el exceso

Fuente: Deloitte. *Guatemala guía del inversionista*. p. 3.

- Impuesto de Solidaridad (ISO)

Creado en con el decreto 73-2008 es un impuesto temporal que deben de pagar todos aquellos que realicen actividades mercantiles o agropecuarias en el territorio nacional y obtengan un margen bruto superior al 4 % de sus ingresos brutos.

Este es calculado de forma que se pague la cantidad más alta y es el 1 % de activo neto o ingresos brutos.

- Incentivos fiscales para PYMES

Actualmente en Guatemala existen beneficios fiscales para instituciones no lucrativas, educativas, religiosas, gubernamentales, ubicadas en zonas francas que se dedican a la importación y exportación, generadoras de energías renovables, maquilas, entre otros. Pero no existen incentivos fiscales para las PYMES aunque sí reciben apoyo de programas como PRONACOM, tema que se tratará más adelante en éste mismo capítulo.

3.8. Aspectos laborales

Los aspectos laborales son todos aquellos que tratan la relación entre trabajadores y patronos.

3.8.1. Obligaciones de los patronos

Desde el punto de vista del Reglamento General sobre Higiene y Seguridad, las obligaciones del patrono son:

- Todo patrono o su representante, intermediario o contratista debe adoptar y poner en práctica en los lugares de trabajo, las medidas adecuadas de seguridad e higiene para proteger la vida, la salud y la integridad corporal de sus trabajadores, especialmente lo relativo: A las operaciones y procesos de trabajo. Al suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal. A las edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales; A la colocación y mantenimiento de resguardos y protecciones de las máquinas y de todo género de instalaciones.
- Mantener en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, la maquinaria, instalaciones y útiles.
- Promover la capacitación de su personal en materia de higiene y seguridad en el trabajo.
- Facilitar la creación y funcionamiento de las "Organizaciones de Seguridad" que recomienden las autoridades respectivas.
- Someter a exámenes médicos a los trabajadores, con su aprobación, para constatar su estado de salud y su aptitud para el trabajo antes de aceptarlos en su empresa y una vez aceptados, periódicamente para control de su salud.
- Colocar y mantener en lugares visibles, avisos, carteles, etc., sobre higiene y seguridad.
- Respecto al código de trabajo los patronos tienen las siguientes obligaciones:
- Enviar dentro de los dos primeros meses de cada año a la dependencia administrativa correspondiente del Ministerio de Trabajo y Previsión Social, directamente o por medio de las autoridades de trabajo del lugar donde se encuentra la respectiva empresa, un informe impreso, que por lo menos debe contener estos datos:

- Egresos totales que hayan tenido por concepto de salarios, bonificaciones y cualquier otra prestación económica durante el año anterior, con la debida separación de las salidas por jornadas ordinarias y extraordinarias.
 - Nombres y apellidos de sus trabajadores con expresión de la edad aproximada, nacionalidad, sexo, ocupación, número de días que haya trabajado cada uno y el salario que individualmente les haya correspondido durante dicho año. Las autoridades administrativas del Ministerio de trabajo proporcionan toda clase de facilidades para cumplir la obligación, auxilia a los pequeños patronos o a los que carezcan de instrucción para llenar los formularios correctamente.
- Preferir, en igualdad de circunstancias, a los guatemaltecos.
 - Guardar a los trabajadores la debida consideración, absteniéndose de maltrato de palabra o de obra.
 - Dar oportunamente a los trabajadores los útiles, instrumentos y materiales necesarios para ejecutar el trabajo convenido, debiendo suministrarlos de buena calidad y reponerlos tan luego como dejen de ser eficientes, siempre que el patrono haya convenido en que aquellos no usen herramienta propia.
 - Proporcionar local seguro para la guarda de los instrumentos y útiles del trabajador, cuando éstos necesariamente deban mantenerse en el lugar donde se presten los servicios.
 - Permitir la inspección y vigilancia que las autoridades de trabajo practiquen en su empresa para cerciorarse del cumplimiento de las disposiciones del presente Código, de sus reglamentos y de las leyes de previsión social, y dar a aquellas los informes indispensables que con ese objeto les soliciten. En este caso, los patronos pueden exigir a dichas autoridades que les muestren sus respectivas credenciales.
 - Pagar al trabajador el salario correspondiente al tiempo que éste pierda cuando se vea imposibilitado para trabajar por culpa del patrono.
 - Conceder a los trabajadores el tiempo necesario para el ejercicio del voto en las elecciones populares, sin reducción de salario.
 - Conceder licencia con goce de sueldo a los trabajadores en los siguientes casos:
 - Cuando ocurriere el fallecimiento del cónyuge o de la persona con la cual estuviese unida de hecho el trabajador, o de los padres o hijo, tres (3) días.
 - Cuando contrajera matrimonio, cinco (5) días.
 - Por nacimiento de hijo, dos (2) días.
 - Cuando el empleador autorice expresamente otros permisos o licencias y haya indicado que éstos serán también retribuidos.
 - Para responder a citaciones judiciales por el tiempo que tome la comparecencia y siempre que no exceda de medio día dentro de la jurisdicción y un día fuera del departamento de que se trate.
 - Por desempeño de una función sindical, siempre que ésta se limite a los miembros del Comité Ejecutivo y no exceda de seis días en el

mismo mes calendario, para cada uno de ellos. No obstante, lo anterior el patrono deberá conceder licencia sin goce de salario a los miembros del referido Comité Ejecutivo que así lo soliciten, por el tiempo necesario para atender las atribuciones de su cargo.

- En todos los demás casos específicamente previstos en el convenio o pacto colectivo de condiciones de trabajo.²

Además de las prestaciones laborales que se debe brindar a los colaboradores que se tratará en los siguientes incisos.

3.8.2. Prohibiciones de los patronos

Desde el punto de vista del Reglamento General sobre Higiene y Seguridad, las prohibiciones del patrono son.

- Poner o mantener en funcionamiento maquinaria o herramienta que no esté debidamente protegida en los puntos de transmisión de energía; en las partes móviles y en los puntos de operación.
- Permitir la entrada a los lugares de trabajo de trabajadores en estado de ebriedad o bajo la influencia de algún narcótico o droga enervante.

Respecto al Código de Trabajo los patronos tienen las siguientes prohibiciones:

- Inducir o exigir a sus trabajadores que compren sus artículos de consumo a determinados establecimientos o personas.
- Exigir o aceptar dinero u otra compensación de los trabajadores como gratificación para que se les admita en el trabajo o por cualquiera otra concesión o privilegio que se relacione con las condiciones de trabajo en general.
- Obligar o intentar obligar a los trabajadores, cualquiera que sea el medio que se adopte, a retirarse de los sindicatos o grupos legales a que pertenezcan o a ingresar a unos o a otros.

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

- Influir en sus decisiones políticas o convicciones religiosas.
- Retener por su sola voluntad las herramientas u objetos del trabajador sea como garantía o a título de indemnización o de cualquier otro no traslativo de propiedad.
- Hacer o autorizar colectas o suscripciones obligatorias entre sus trabajadores, salvo que se trate de las impuestas por la ley.
- Dirigir o permitir que se dirijan los trabajos en estado de embriaguez o bajo la influencia de drogas estupefacientes o en cualquier otra condición anormal análoga;
- Ejecutar cualquier otro acto que restrinja los derechos que el trabajador tiene conforme la ley.³

3.8.3. Jornadas laborales

Las jornadas laborales en Guatemala están regidas por el código de trabajo y son las siguientes:

- Jornada diurna: no puede ser mayor a ocho horas diarias ni a cuarenta y ocho semanales. Esta jornada puede ejecutarse de seis a las dieciocho horas del mismo día.
- Jornada nocturna: no puede ser mayor a seis horas diarias un exceder treinta y seis horas semanales. Esta jornada puede ejecutarse de seis a las dieciocho horas del día siguiente.
- Jornada mixta: no puede exceder las siete horas al día ni cuarenta y dos a la semana, la jornada se puede ejecutar parte en jornada diurna y parte en la nocturna, pero si más de cuatro horas son ejecutadas en la nocturna se considera nocturna.
- Horas extra: una jornada diurna, puede extenderse hasta cuatro horas por día, sin exceder las doce horas al día y deben de ser remuneradas por lo menos con un 50 % más del salario por hora estipulado.⁴

³ Código de Trabajo de Guatemala, 1961. *Prohibiciones de los patronos*. p. 51.

⁴ Código de Trabajo de Guatemala, 1961. *Salarios, jornadas y descansos*. p. 71.

3.8.4. Prestaciones legales

Las prestaciones que se deben brindar a los trabajadores en Guatemala son las siguientes:

- **Día semanal de descanso:** el empleado tiene derecho a descansar luego de 6 días laborales. Si trabaja este día se paga como tiempo extra.
- **Asuetos nacionales:** de acuerdo con el Código de Trabajo, se reconocen un total de 12 días de asueto para todo el territorio nacional y un día de estos, variable en cada municipio que corresponde al día de la festividad de la localidad. Si el empleado trabaja estos días, se deben pagar como horas extra.
- **Vacaciones:** debe ser como mínimo 15 días por año continuo de trabajo. El trabajador adquiere el derecho para vacaciones después de 150 días del trabajo.
- **Bono anual (Bono 14):** bono anual equivalente a un mes de salario es obligatorio. Se brinda a los empleados que han trabajado durante un año continuo o el monto proporcional al tiempo laborado (si es menos de 1 año). Esta prima se debe pagar durante los primeros 14 días del mes de julio.
- **Aguinaldo:** un mes de salario para empleados que han trabajado durante un año continuo, o el monto proporcional al tiempo laborado (si es menos de 1 año). Esta prima se debe pagar 50 % durante los primeros 15 días de diciembre y el 50 % quedándose durante los primeros 15 días enero del próximo año.

- Indemnización: solamente aplica en caso de despido, cuando es un contrato por tiempo indefinido. La indemnización es equivalente a un mes de salario durante cada año en el servicio del mismo empleador. Si el empleado no completó un año de trabajo el pago debe ser proporcional.
- IGSS: el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), es una institución dedicada a brindar servicios de salud y seguridad social a la población que cuente con afiliación al instituto.
- IRTRA: Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala, es una institución dedicada a proveer esparcimiento y recreación. Un miembro del IRTRA tiene el derecho, con su tarjeta de identificación, a entrar de forma gratuita a los distintos parques con un máximo de 5 miembros de la familia.

3.9. Requisitos legales relacionados al tipo de actividad

Los requisitos legales específicos a la operación de la PYME de interés son:

3.9.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

El MARN es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del Sector Público, al cual le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollan y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones.

El MARN ha promovido una serie de acuerdos, decretos y reglamentos que tienen como fin el cuidado del medio ambiente. El principal requisito legal en lo referente a este ámbito es la Licencia Ambiental, tema que se tratará más a profundidad en el capítulo de Estudio de Impacto Ambiental.

En el acuerdo gubernativo 281-2015 se estableció la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, el cual busca un manejo adecuado de desechos sólidos y promover el reciclaje como una solución al problema.

3.9.2. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), es la institución encargada de garantizar el ejercicio del derecho a la salud de las y los habitantes del país, ejerciendo la rectoría del sector salud a través de la conducción, coordinación, y regulación de la prestación de servicios de salud, y control del financiamiento y administración de los recursos, orientados al trato humano para la promoción de la salud, prevención de la enfermedad, recuperación y rehabilitación de las personas, con calidad, pertinencia cultural y en condiciones de equidad.

Para el tipo de actividades que realizará la PYME únicamente aplica el reglamento 229-2014, Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, elaborado en conjunto con otras instituciones, entre ellas el Ministerio de Trabajo.

3.9.3. Municipalidad de Guatemala

La municipalidad es el ente del Estado responsable del gobierno del municipio, es una institución autónoma, no depende del gobierno central. Se encarga de realizar y administrar los servicios que necesita una ciudad o un pueblo. Como la planificación, el control y la evaluación del desarrollo y crecimiento de su territorio. También se presta especial atención a los aspectos sociales y a buscar contribuir a mejorar la calidad de vida de los vecinos.

Las leyes y reglamentos aplicables a la PYME son los siguientes:

- Plan de ordenamiento territorial POT, debido a que la actividad de la PYME está relacionada al procesamiento de desechos sólidos, ésta debe estar ubicada en suelo no residencial con actividades Condicionadas I.
- Reglamento de construcción.
- Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala, especialmente en el Capítulo V De la separación y reciclaje de desechos sólidos.
- Apoyo para PYMES.

El ministerio de economía tiene un programa facilitador de los esfuerzos del sector público, privado, sociedad civil y académico, para el desarrollo de la competitividad del capital humano y empresarial que genere inversión, contribuya al desarrollo descentralizado del país; este programa se llama, Programa Nacional de Competitividad de Guatemala (PRONACOM).

El PRONACOM tiene como principales funciones:

- Impulsar acciones y políticas que mejoren las condiciones para la inversión productiva en el país.
- Apoyar la conformación de conglomerados productivos y de servicios, identificados como potencialmente competitivos y dar seguimiento para su fortalecimiento y desarrollo.
- Apoyar la formación de Agendas de Desarrollo Local, a nivel municipal o regional, orientadas a fomentar el desarrollo humano y productivo sostenible.
- Ejecutar proyectos y programas de convenios acordados con gobiernos y organismos, nacionales e internacionales, suscritos por las autoridades competentes, cuando sea asignado.

Para ejercer estas funciones, las tres principales estrategias de PRONACOM son:

- Programa de Apoyo al Emprendimiento - Emprendamos Guate
- Mejora de la Productividad: Promipymes
- Programa de Apoyo a la Innovación - Innovemos Guate

- Emprendamos Guate.

Este programa brinda capacitaciones, contactos y en determinados proyectos pueden ser contactados con redes de inversores. El apoyo de Emprendamos Guate puede ser útil para capacitar al ejecutor del proyecto de la PYME, además de lograr nuevos contactos y buscar otras opciones de financiamiento. Este programa puede ser de utilidad en la etapa más temprana de iniciación de la PYME.

- Promipyme.

El programa Promopyme busca apoyar a las PYMES existentes con asesoría, capacitación, asistencia técnica y vinculación. Este programa puede ser de utilidad a la PYME cuando ésta ya esté en operaciones para obtener nuevas oportunidades de negocio, abrirse a nuevos mercados y seguir capacitando al personal.

- Innovemos Guate.

Este programa busca dar asesoría y capacitación en temas, de innovación, adaptación y desarrollo, el programa puede ser de utilidad para la PYME, aunque no tanto como los programas mencionados con anterioridad.

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Un estudio de impacto ambiental es un requisito legal, con carácter predictivo que tiene como objetivo identificar, valorar y mitigar los impactos ambientales que tendrá un proyecto en sus distintas etapas; puesta en marcha, operación y cierre de operaciones. La institución del sector público, encargada de regir los aspectos relacionados a los estudios de impacto ambiental en Guatemala, es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

4.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

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

4.1.1. Funciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Las funciones del MARN se establecen en el decreto 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, las cuales son:

Formular la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente en el país.

- Formular las políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas, así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país.
- Formular, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), la política sobre la conservación de los recursos pesquero y suelo, estableciendo los principios sobre su ordenamiento, conservación y sostenibilidad, velando por su efectivo cumplimiento.
- En coordinación con el Consejo de Ministros, incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del Gobierno.
- Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla.
- Ejercer las funciones normativas, de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponden, velando por la seguridad humana y ambiental.
- Definir las normas ambientales en materia de recursos no renovables.

- Formular la política para el manejo del recurso hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso.
- Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan, e imponer sanciones por su incumplimiento.
- Elaborar las políticas relativas al manejo de cuencas hidrográficas, zonas costeras, océanos y recursos marinos.
- Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales o jurídicas, y de las comunidades indígenas y locales en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales.
- Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del Estado.
- Promover la conciencia pública ambiental y la adopción del criterio de precaución.

4.1.2. Licencia ambiental

Una Licencia Ambiental es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente, DIGARN, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que, de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables, al medio ambiente, introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje.

El beneficiario de la Licencia Ambiental está sujeto, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

4.1.2.1. Gestión para la obtención de la Licencia Ambiental

Para la obtención de la licencia ambiental se deben realizar las siguientes gestiones:

Identificar la categoría a la que pertenece el proyecto utilizando el Listado Taxativo de Proyectos, Obras, Industrias o Actividades. En este caso la actividad a realizarse pertenece a la división 38, clase 3 900 Diseño, construcción y operación de empresas relacionadas con el reciclado de productos electrónicos y eléctricos, por lo que la actividad es de moderado a bajo impacto ambiental potencial B2.

Entregar a la ventanilla ambiental la siguiente documentación:

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

- Fotocopia autenticada del documento que acredita el derecho sobre el predio a favor del proponente. (Certificación del Registro General de la Propiedad o Contrato de Arrendamiento).
- Fotocopia autenticada de Patentes de comercio de la empresa o de la sociedad.
- Fotocopia legible de NIT.
- Dos copias digitales completas de los instrumentos ambientales en CD, diagnóstico ambiental de bajo impacto DABI y evaluación ambiental inicial.
- Instrumento ambiental debidamente foliado de adelante hacia atrás y únicamente en el anverso de las hojas, en la esquina superior derecha, con números arábigos enteros (no alfanumérico), de forma consecutiva.

NOTA: Por la categoría de la actividad, la elaboración de los instrumentos ambientales debe de ser realizada por un consultor ambiental o empresa consultora ambiental acreditada por el MARN.

4.1.2.2. Costos aplicables para la obtención de la Licencia Ambiental

Costos directos al MARN (según reglamento 137-2016)

- B2 monto máximo a asegurar de Q 500 000,00.
- Control y seguimiento ambiental realizado por el MARN Q 5 000,00.
- Ingreso de la evaluación ambiental inicial Q 300,00.
- Ingreso del diagnóstico ambiental de bajo impacto para proyectos Q 450,00.
- Elaboración de términos de referencia específicos para, evaluación ambiental inicial Q 300,00.

- Licencia ambiental de evaluación ambiental inicial por 3 años Q 5 000,00 y por 5 años Q 10 000,00.
- Licencia ambiental de diagnóstico ambiental de bajo impacto por 3 años Q 5 000,00 y por 5 años Q 10 000,00.

Otros costos

- Certificaciones y declaraciones juradas Q 5 000,00 (asisehace.gt).
- Elaboración de planos Q 2 000,00 (asisehace.gt).
- Honorarios del consultor ambiental Q 18 000,00 (Consultor ambiental. Hugo Sanchez), puede variar según el experto.

Total, aproximado por obtención de Licencia Ambiental Q 40 000,00

4.2. Categorización de la actividad

Para determinar la categorización de la actividad se debe de utilizar el Listado Taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades, del acuerdo ministerial 199-2016.

En el Listado Taxativos se identifican las empresas por tamaño por la definición utilizada por MIPYMES siendo las pequeñas empresas PE de 11 a 80 empleados y las medianas ME de 81 a 200 empleados. Además, se toman otros criterios de valoración como la localización del proyecto en ambientes frágiles, planificación territorial, normativas aplicables a la actividad y niveles de tecnificación.

En la división 38, Recolección, tratamiento y eliminación de desechos; recuperación de materiales (reciclaje), se encuentra la actividad Diseño, construcción y operación de empresas relacionadas con el reciclado de productos electrónicos y eléctricos clase 3 900 número 563, siendo esta la actividad que mejor se acopla al proyecto a realizar, indica que todas las actividades de este tipo requieren una licencia ambiental tipo B2, De moderado a bajo impacto ambiental potencial.

4.3. Evaluación ambiental inicial

A continuación, se adjunta una simulación de la evaluación ambiental inicial a realizarse en el proyecto con el fin de obtener la licencia ambiental.

Tabla XXII. Evaluación ambiental inicial

II. INFORMACION GENERAL				
Se debe proporcionar una descripción de la actividad, explicando las etapas siguientes:				
II.1 Etapas				
Operación	Abandono			
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos <ul style="list-style-type: none"> ○ Extracción de metales provenientes de placas electrónicas • Materia prima e insumos <ul style="list-style-type: none"> ○ Placas electrónicas de teléfonos celulares ○ Ácido clorhídrico, nítrico, agua destilada • Maquinaria <ul style="list-style-type: none"> ○ Trituradora ○ Compresor ○ Agitador o zaranda • Productos y Subproductos (bienes y servicios) <ul style="list-style-type: none"> ○ Oro, plata, cobre, níquel, estaño, hierro, plomo • Horario de Trabajo <ul style="list-style-type: none"> ○ 7:00 am a 4:00 pm • Otros de relevancia 	<p>En caso de cierre se dispondrán correctamente los residuos de placas y ácidos además de reciclar o vender para su reutilización la maquinaria y equipo.</p>			
II.2 Área				
a) Área total de terreno en metros cuadrados: 14				
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 13.5				
c) Área total de construcción en metros cuadrados: 13.5				
II.5 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?				
a) inundación ()	b) explosión ()	c) deslizamientos ()		
d) derrame de combustible ()	e) fuga de combustible ()	d) incendio ()	e) Otro (x)	
Detalle la información:				
Terremotos _____				

II.6 Datos laborales				
a) Jornada de trabajo:	Diurna (X)	Nocturna ()	Mixta ()	Horas Extras_0 _____
b) Número de empleados por jornada_2 _____	Total empleados_2 _____			
II.7 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...				

Continuación de la tabla XXII.

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	8m³/mes	Municipal			
	Pozo	No					
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	No					
	Diesel	No					
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	No					
	No solubles	No					
Refrigerantes		No					
Otros	[HCl]	Si	10 gal/mes	Quimiprova			
	[HNO ₃]	Si	10 gal/mes	Quimiprova			
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p>							
III. IMPACTO AL AIRE							
GASES Y PARTICULAS							
<p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan.</p> <p>Vapores de: Ácido Clorhídrico, generados en el proceso de lixiviación en los tanques de lixiviación Ácido nítrico, generados en el proceso de lixiviación en los tanques de lixiviación</p> <p>MITIGACION</p> <p>III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p>A los trabajadores se les proveerá de máscaras para vapores ácidos, para el vecindario no será necesaria protección debido al volumen de ácido a manejar.</p>							

Continuación de la tabla XXII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? No</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) No</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores? No es necesario</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores: No se emiten olores fuera del recinto</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? No es necesario</p>	

IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado: Las aguas residuales tendrán pH neutro pero contendrán sales de ácido siendo estas NaCl (sal común) y NaNO₃ (nitrato de sodio) _____</p> <p>_____</p>	
IV.2	Indicar el número de servicios sanitarios__1 servicio sanitario _____

Continuación de la tabla XXII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) Sistema de tratamiento, neutralización de los ácidos utilizados</p> <p>b) Capacidad, 5 gal/tipo de ácido</p> <p>c) Operación y mantenimiento</p> <p>d) Caudal a tratar 2m³/mes</p>	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p> <p>Colector municipal</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</p> <p>Captación del agua mediante canales en el techo con descarga en drenajes pluviales municipales</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
<p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día _____</p>	
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p> <p>Desechos de proceso, placas electrónicas molidas, envases de polietileno y basura común.</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p> <p>No se producen desechos sólidos peligrosos</p>	
<p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</p> <p>No aplica</p>	
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p>Recolectores municipales</p>	
<p>V.6 ¿Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p> <p>No</p>	
<p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p> <p>Vertedero de la ciudad</p>	

Continuación de la tabla XXII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) 5kWh/hr máx _____	
VI. 2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público se utiliza el sistema público _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <input checked="" type="checkbox"/> _____	
VI.4 ¿Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? No dispone	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques _____	
- Animales _____	
- Otros _____	
Especificar información <u>No aplica</u> _____	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No	
VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (<input checked="" type="checkbox"/>) Por qué? Es una empresa pequeña en volumen dedicada al tratamiento adecuado de desechos electrónicos	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos 0 _____	
b) Tipo de vehículo n/a _____	
c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa _____	
d) Horario de circulación vehicular _____	
e) Vías alternas _____	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 ¿En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál? No existe etnia predominante en el sector	

Continuación de la tabla XXII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico <u>No afecta recursos culturales</u></p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p>	

<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3. ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (x)</p> <p>IX.4 Qué tipo de molestias?</p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?</p>
--

<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique ¿por qué? No, es una empresa con instalaciones reducidas que se dedica a tratar desechos con poco volumen</p>

X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD
<p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: La actividad a realizar no afecta la salud de pobladores cercanos</p>

Continuación de la tabla XXII.

<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Debido a la naturaleza del proceso se trabaja con ácidos, y equipos de trituración por lo que se presenta riesgo a los trabajadores</p>
<p>Equipo de protección personal Tabla XXIII. X.4 ¿Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Lentes de seguridad Guantes Calzado cerrado</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Capacitaciones y equipo de protección personal</p>

Fuente: elaboración propia.

4.4. Impacto ambiental durante la puesta en marcha

El impacto ambiental durante la puesta en marcha de un proyecto es aquel relacionado a todas las actividades a realizar antes de que el proyecto inicie operaciones como la construcción de las instalaciones e instalación de los equipos, la identificación de los impactos y su respectiva valoración se muestra en la siguiente matriz de Leopold.

4.4.1. Identificación y valoración de los impactos, matriz de Leopold

A continuación, se muestra la matriz de Leopold para la puesta en marcha del proyecto.

Tabla XXIII. Matriz de Leopold durante puesta en marcha

			Demolición	Zanjo	Construcción	Introducción de agua potable/ energía	Construcción de muros	Generación de desechos sólidos	Instalación de equipos	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global	
Físico	Suelo	Remoción	-3	-2	-2	0	-1	-3	0	-	-20	-57	
			1	2	1	0	2	2	0	17			
		Erosión	-1	0	0	0	1	0	0	0			
			1	0	0	0	1	0	0	0			
		Compactación	-1	1	1	0	-1	1	0	0			1
			1	1	1	0	1	1	0	0			
	Uso	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	-4			
		0	1	1	0	1	1	0	0	0			
	Agua	Subterránea	0	-2	0	0	-2	-1	0	0	-5		-16
			0	1	0	0	1	1	0	0			
		Superficial	0	-1	-2	0	-3	-1	0	0	-		
			0	2	2	0	1	2	0	0	11		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Matriz de Leopold**

		Demolición	Zanjeo	Construcción	Introducción de agua potable/ energía	Construcción de muros	Generación de desechos sólidos	Instalación de equipos	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global	
Físico	Atmósfera	Partículas	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	-23		
			1	1	1	0	1	1	0			-5
		Olores	0	0	0	0	0	0	-1			-1
			0	0	0	0	0	0	1			
	Gases	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0	0	0				
	Ruidos	-4	-3	-2	-1	-3	-1	-3	-			
		1	1	1	1	1	1	1				17
Biológico	Flora	Arboles	0	-1	0	0	0	0	-6			
			0	1	0	0	0	0		0		
		Arbustos	-2	-1	-2	0	0	0		0		
			1	1	1	0	0	0		0	-5	
	Fauna	Terrestre	-1	-1	-1	0	0	0	0	-6		
			1	1	1	0	0	0	0			
		Aérea	0	-1	-1	0	-1	0	0			
			0	1	1	0	1	0	0		-3	
Socioeconómico	Social	Tenencia de tierra	0	0	0	0	0	0	1			
			0	0	0	0	0	0		0		
		Salud	0	-1	-1	1	0	-1		0		
			0	1	1	1	0	1		0	-2	
		Seguridad	1	0	0	1	1	0		0		
			1	0	0	1	1	0		0	3	
		Educación	0	0	0	0	0	0		0		
			0	0	0	0	0	0		0	0	

Continuación de la tabla XXIV.

Económico	Calidad de vida	0	0	0	1	1	-1	0	1	13
		0	0	0	1	1	1	0		
	Trabajo	2	2	2	1	2	1	2	12	
		1	1	1	1	1	1	1		
Cultural	Recreación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0		
	Histórico	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0		

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Medidas de mitigación

- En relación con el suelo

Durante la demolición de las instalaciones ubicadas anteriormente en la ubicación, zanjeo y construcción se colocará los desechos sólidos en un lugar adecuado para posteriormente transportarlos a una ubicación en la que se solicite este tipo de materiales.

- En relación a aguas subterráneas y superficiales

Durante las etapas de demolición, zanjeo y construcción se colocará los materiales de forma temporal en un sitio en el que no interrumpan el paso del agua pluvial.

- En relación a la emisión de partículas y olores

Se cercará el sitio de la construcción con lámina y de ser necesario se colocarán mantas para reducir la dispersión del polvo a áreas cercanas.

- Emisión de ruidos

Se utilizará el equipo que emita altos niveles de ruido como barrenos y pulidoras solamente en horario diurno, de 9:00 am a 5:00 pm para reducir las molestias a los alrededores.

- En relación con la flora y fauna

Se evitará acumular los desechos sólidos sobre cualquier tipo de planta y dejar al alcance de los animales, cualquier sustancia que su consumo pueda dañarlos.

- En relación a la salud de los involucrados

A los involucrados en la construcción e instalación del proyecto se les brindará todo lo necesario para su seguridad, según indique el reglamento 229-2014.

4.5. Impacto ambiental durante la operación

La etapa de operación de un proyecto inicia desde que inicia operaciones y finaliza hasta que deja de realizar las operaciones para las que fue establecido, por lo que en este caso serán todas las operaciones relacionadas a la recolección y tratamiento de tarjetas electrónicas de teléfonos celulares.

Las principales actividades a realizarse durante esta etapa son:

- Recolección de residuos electrónicos
- Trituración
- Lixiviación de los metales
- Filtración y extracción de los metales
- Disposición de los residuos del proceso
- Empaque de los metales
- Venta de los metales

4.5.1. Identificación y valoración de los impactos, matriz de Leopold

Para la elaboración de las Matrices de Leopold se utilizará la siguiente metodología:

Tabla XXV. Muestra matriz de Leopold

Factor ambiental	Sub-factor ambiental	Actividad a realizar	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global
		Magnitud			
		Importancia			

Fuente: elaboración propia.

Donde magnitud e importancia fueron definidos en base a las siguientes ponderaciones:

Tabla XXVI. **Ponderaciones de magnitud**

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

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Ponderaciones temporales**

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

Fuente: elaboración propia.

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

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

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Definición de la influencia del impacto**

Influencia del impacto	Definición
Puntual	Se da cuando se afectan áreas pequeñas como barrios o zonas.
Local	Se da cuando se afectan áreas municipales.
Regional	Se da cuando se afectan áreas departamentales y mayores.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Definición de la duración del impacto**

Duración	Definición
Temporal	La perturbación al factor ambiental se da solamente mientras se realice la actividad.
Media	La perturbación al factor ambiental se mantiene hasta por seis meses después de finalizada la actividad.
Permanente	La perturbación al factor ambiental se mantiene hasta por seis meses después de finalizada la actividad.

Fuente: elaboración propia.

El impacto por subcomponente es la suma de los productos de magnitud e importancia, el impacto por componente la suma de los impactos por subcomponente y el impacto global es la suma de los impactos por componente.

Tabla XXXI. **Matriz de Leopold operación de la PYME**

Físico	Suelo	Remoción	Recolección de residuos electrónicos	Trituración	Lixiviación de los metales	Filtración y extracción de los metales	Disposición de los residuos de proceso	Empaque de los metales	Venta de los metales	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global
			0	0	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0	0	0	0	-1	136
		Erosión	0	0	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0	0	0	0		

Continuación de la tabla XXXI.

		Compactación	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0	0	0	0			
		Uso	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1		
			0	0	0	0	1	0	0				
	Agua	Subterránea	3	0	-2	0	0	0	0	0	16	33	
			6	0	1	0	0	0	0				
		Superficial	3	0	0	0	-1	0	0	0	17		
			6	0	0	0	1	0	0				
	Atmósfera	Partículas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	
			0	0	0	0	0	0	0				
		Olores	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
			1	0	0	0	0	0	0				
		Gases	0	0	-1	0	0	0	0	0	-2		
			0	0	2	0	0	0	0				
		Ruidos	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1		
			0	1	0	0	0	0	0				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Matriz de Leopold operación de la PYME 2**

			Recolección de residuos electrónicos	Trituración	Lixiviación de los metales	Filtración y extracción de los metales	Disposición de los residuos de proceso	Empaque de los metales	Venta de los metales	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global	
Biológico	Flora	Arboles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0			
	Fauna	Arbustos		0	0	0	0	0	0	0	0		0
				0	0	0	0	0	0	0	0		
		Terrestre		0	0	0	0	0	0	0	0		
				0	0	0	0	0	0	0	0		
Socioeconómico	Social	Tenencia de tierra		0	0	0	0	0	0	0	0	63	
				0	0	0	0	0	0	0			0
		Salud		3	0	-2	0	-1	0	0	15		
				6	0	1	0	1	0	0	0		
			Seguridad		0	0	0	0	0	0	0		0
					0	0	0	0	0	0	0		0
	Educación		4	0	0	0	2	0	2	48			
			6	0	0	0	6	0	6	0			
	Económico	Calidad de vida		3	1	1	1	-1	1	1	22	43	
				6	1	1	1	1	1	1	21		
		Trabajo		1	1	1	1	1	1	1	0		
				3	3	3	3	3	3	3	0		
Cultural	Recreación		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0	0	0	0			
	Histórico		0	0	0	0	0	0	0	0			
			0	0	0	0	0	0	0	0			

Fuente: elaboración propia.

4.5.2. Medidas de mitigación

A pesar de que en general la operación del proyecto tendrá un impacto positivo en el medio ambiente, por la recolección de tarjetas electrónicas y tratamiento de las mismas, las actividades se deben realizar de forma correcta para que el proceso no produzca impactos negativos.

- En relación a agua subterránea y superficial

En la recolección de residuos electrónicos se instruirá a las personas relacionadas a la actividad para que lejos de todo tipo de corriente de aguas y no en el suelo.

Durante la utilización de ácidos para el proceso estos al finalizar su ciclo de uso se neutralizarán y se les dará un tratamiento adecuado, asegurando que en ningún momento entren en contacto con aguas pluviales. Los tanques de almacenamiento de los ácidos tendrán un tanque de resguardo en caso de derrames.

- En relación a la producción de gases

Los ácidos a utilizar producen vapores ácidos, por lo que se establecerán procedimientos para mantener siempre cerrados los recipientes de los mismos, abriéndolos solamente cuando sea absolutamente necesario hacerlo, además se monitoreará de forma actual los gases producidos para evaluar si es necesario tomar acciones correctivas al proceso.

- En relación a la salud de los colaboradores

A los colaboradores involucrados en el proceso productivo se les proveerá el equipo de protección personal indicado en el estudio técnico:

- Guantes de neopreno
- Gafas de seguridad
- Botas de hule

Además de proveerles de un ambiente con las condiciones necesarias de ventilación e iluminación para reducir las condiciones inseguras y capacitarlos para que no realicen acciones inseguras.

4.6. Impacto ambiental por el cierre de operaciones

El cierre de las operaciones no se tiene planificado, pero en caso de cierre de las operaciones, el impacto ambiental durante el cierre de las operaciones será el relacionado a:

- Disposición de los insumos
- Residuos de proceso restantes
- Desmantelamiento del equipo

Además del impacto socioeconómico que presenta el cierre de una empresa, como:

- Despido de colaboradores
- Abandono de las instalaciones

4.6.1. Identificación y valoración de los impactos, matriz de Leopold

A continuación, se muestra la matriz de Leopold para el cierre de operaciones.

Tabla XXXIII. Matriz de Leopold cierre de operaciones

		Disposición de los insumos restantes	Disposición de los residuos de proceso restantes	Desmantelación del equipo	Despido de colaboradores	Abandono de las instalaciones	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global		
Físico	Suelo	Remoción	0	0	0	0	0	0	-1	-30	
			0	0	0	0	0				
		Erosión	0	0	0	0	0	0			
			0	0	0	0	0	0			
		Compactación	0	0	0	0	0	0			
	0		0	0	0	0	0				
	Uso	0	0	-1	0	0	-1				
		0	0	1	0	0	-1				
	Agua	Subterránea	-1	-1	-1	0	0	-6			-12
			2	2	2	0	0	-6			
		Superficial	-1	-1	-1	0	0	-6			
			2	2	2	0	0	-6			
	Atmósfera	Partículas	0	0	0	0	0	0			-5
			0	0	0	0	0	0			
		Olores	-1	-1	0	0	0	-2			
			1	1	0	0	0	-2			
		Gases	-1	-1	0	0	0	-2			
			1	1	0	0	0	-2			
Ruidos	0	0	-1	0	0	-1					
	0	0	1	0	0	-1					

Continuación de la tabla XXXIII.

			Disposición de los insumos restantes	Disposición de los residuos de proceso restantes	Desmantelación del equipo	Despido de colaboradores	Abandono de las instalaciones	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global
Biológico	Flora	Arboles	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0		
	Fauna	Terrestre		0	0	-1	0	0	-1	
				0	0	1	0	0	0	
		Aérea		0	0	0	0	0	0	
				0	0	0	0	0	0	
Socioeconómico	Social	Tenencia de tierra		0	0	0	0	0	-4	
				0	0	0	0	0		
		Salud		-1	-1	0	0	0		-2
				1	1	0	0	0		0
	Seguridad		0	0	0	0	-1	-2		
			0	0	0	0	2	0		
	Educación		0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0	0		
	Económico	Calidad de vida		-1	-1	0	-1	-1	-4	
				1	1	0	1	1	-7	
		Trabajo		1	1	1	-1	-1	-3	
	Cultural	Recreación		0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0			
Histórico			0	0	0	0	0			
			0	0	0	0	0			

Fuente: elaboración propia.

4.6.2. Medidas de mitigación

- En relación a agua subterránea y superficial

A los ácidos se les dará un tratamiento adecuado, neutralizándolos y asegurando que en ningún momento entren en contacto con aguas pluviales. Mientras que los restos de tarjetas electrónicas, lubricantes y otras sustancias, serán entregados a empresas especializadas en el tratamiento de desechos peligrosos.

- En relación a la producción de gases

Los ácidos a utilizar producen vapores ácidos, por lo que se establecerán procedimientos para mantener siempre cerrados los recipientes de los mismos, abriéndolos solamente cuando sea absolutamente necesario hacerlo.

- Con relación al impacto socioeconómico

Se cumplirá con todos los requisitos legales relacionados al cierre de operaciones de una empresa, además de hacer todo lo posible por encontrar otro uso para las instalaciones con rapidez.

4.7. Plan de monitoreo y seguimiento

Un plan de monitoreo y seguimiento ambiental debe contener el componente del medio ambiente que será objeto de medición y control, y el impacto asociado al mismo. Eso con el objetivo de evaluar la eficacia de las medidas de manejo ambiental tomadas.

En el caso de la PYME dedicada a la extracción de metales de placas de teléfonos celulares los componentes a monitorear serán las aguas residuales y las emisiones a la atmósfera.

- Aguas residuales

El monitoreo de aguas residuales en la PYME es importante debido a que en el proceso se utilizarán ácidos, por lo que es importante validar que a éstos se les esté dando el tratamiento adecuado para que cumplan con la legislación nacional, reglamento 236-2006, con el objetivo de verificar que no se esté contaminando ninguna fuente de agua. Las medidas a tomar serán las siguientes.

- Mediciones a tomar: Análisis de aguas residuales que contenga los siguientes parámetros:
 - Grasa y aceites
 - Materia flotante
 - DQO, DBO
 - Sólidos suspendidos
 - Nitrógeno, Fósforo
 - pH, temperatura
 - Coliformes fecales
 - Metales
 - Frecuencia: cada 2 meses
 - Punto de muestreo: salida del desagüe de la planta

Emisiones a la atmósfera

El monitoreo de emisiones a la atmósfera de la PYME se debe realizar por la volatilidad de los químicos utilizados, en este caso ácidos, por lo que las medidas a tomar serán las siguientes:

- Medición a tomar: análisis de compuestos químicos en emisión.
- Frecuencia: cada dos años o cuando ocurran modificaciones al proceso o planta.
- Punto de muestreo: salida de los extractores de aire.

5. ESTUDIO ECONÓMICO

5.1. Inversión inicial

La inversión inicial es la cantidad de dinero a invertir para poner en marcha un proyecto. Esta cantidad de dinero permite financiar la obtención de los recursos necesarios para que el proyecto funcione y se espera que una vez realizada esta inversión en los períodos posteriores el proyecto retorne una cantidad de dinero suficiente como para justificar la inversión inicial.

La inversión inicial incluye la obtención recursos tangibles e intangibles, distribuidos de la siguiente manera:

- Tangibles
 - Edificaciones
 - Mobiliario y equipo

- Intangibles
 - Planificación e integración
 - Ingeniería del proyecto
 - Supervisión del proyecto
 - Aspectos legales
 - Imprevistos

Por lo que para la puesta en marcha del proyecto se necesita asignar los recursos mediante la elaboración de un presupuesto.

5.1.1. Presupuesto

- Tangibles
 - Edificaciones

El presupuesto para edificaciones incluye todo lo necesario para establecer la edificación como el terreno y la construcción.

El valor del terreno se obtuvo en una página de clasificados inmobiliarios, en un anuncio de venta de un terreno en la zona 3, lugar establecido para la ubicación del proyecto en el estudio técnico al igual que el tamaño de 20 m², en el que se cotiza a Q 6 000,00/m².

La construcción se cotizó bajo las especificaciones establecidas en el estudio técnico, resultando en un costo de Q 2 300/m².

Tabla XXXIV. Costo de edificaciones

Terreno	Q 120 000,00
Construcción	Q 46 000,00
Total	Q 166 000,00

Fuente: elaboración propia.

- Mobiliario y equipo

Este presupuesto incluye toda la maquinaria, mobiliario y equipo necesario para que la PYME pueda trabajar.

El equipo fue definido y cotizado en el estudio técnico, por lo que solamente el mobiliario fue cotizado en una página de clasificados generales.

Tabla XXXV. **Costo de equipos**

Horno mufla	Q 53 800,00
Trituradora	Q 2 700,00
Tanques resistentes a ácido	Q 5 500,00
Compresor	Q 2 500,00
Agitador resistente a ácido	Q 3 500,00
Tolva	Q 1 000,00
Calentador de inmersión	Q 1 500,00
Equipo de fluorescencia de rayos X	Q 335 000,00
Balanzas	Q 1 000,00
Indicador de pH	Q 25,00
Selladora de bolsas	Q 500,00
Temporizador de laboratorio	Q 100,00
Cristalería	Q 2 000,00
Mobiliario	Q 5 000,00
Total	Q 414 125,00

Fuente: elaboración propia.

- Intangibles

En los intangibles se tiene la planificación e integración, ingeniería del proyecto, supervisión del proyecto, aspectos legales e imprevistos. Estos valores fueron identificados en el estudio legal y definidos a sus valores estándar en Así Se Hace una herramienta digital proporcionada por el ministerio de economía con estos fines.

Tabla XXXVI. **Costo de intangibles**

Planeación e integración	Q 5 000,00
Ingeniería del proyecto	Q 5 000,00
Supervisión del proyecto	Q 6 000,00
Aspectos legales	Q 60 000,00
Imprevistos	Q 3 800,00
Total	Q 79 800,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Fuentes de financiamiento

Las fuentes de financiamiento son aquellas que proporcionan recursos que provienen de personas, empresas o instituciones, mediante aportes monetarios para la ejecución de un proyecto.

- Préstamos fiduciarios

Los préstamos fiduciarios son aquellos en los que se cuenta con fiador, el fiador es responsable también de las responsabilidades del préstamo, tiene tasas de interés normalmente del 16 % al 18 % anual y no es a largo plazo.

- Créditos hipotecarios y prendarios

Los préstamos prendarios son aquellos en los que como garantía del préstamo se tiene un bien mueble o inmueble, estos al presentar un menor riesgo a la entidad que presta el servicio tienen una tasa de interés menor que usualmente está del 12 % al 16 % anual.

- Capital de riesgo

El capital de riesgo es aquel en el que los inversores brindan capital a nuevos emprendimientos a cambio de cierta parte del mismo, por lo que el riesgo se comparte con los inversores, aunque también las ganancias. Muchos de los inversores también brindan asesorías para asegurar que su inversión de frutos, por lo que conseguir financiamiento mediante capital de riesgo es una de las mejores opciones para conseguir financiamiento.

5.2. Costos directos

Los costos directos son aquellos que se pueden asociar directamente a la producción de un solo producto, por ejemplo, el personal que trabaja directamente elaborándolo, la materia prima e insumos utilizados para la elaboración de dicho producto.

5.2.1. Materias primas e insumos

Las materias primas e insumos se calcularán basado en la capacidad del equipo instalado, de forma diaria y mensual. Los costos fueron cotizados en el estudio técnico y se utilizó como base de cálculo 22 días hábiles al mes.

Tabla XXXVII. **Costo de materias primas e insumos**

	Cantidad diaria	Valor diario	Valor mensual
Tarjetas electrónicas	30 lb	Q 210,00	Q 4 620,00
Ácido clorhídrico	4j5 gal	Q 135,00	Q 2 970,00
Ácido nítrico	4j5 gal	Q 234,00	Q 5 148,00
Energía eléctrica	21 kw-h	Q 30,00	Q 660,00
Otros insumos		Q 30,00	Q 660,00
Total		Q 639,00	Q 14 058,00

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. **Mano de obra directa**

Como mano de obra directa se tiene a una persona, quien será el encargado de producción. Como mano de obra directa se tiene solamente al encargado de producción.

Tabla XXXVIII. **Costo de mano de obra directa**

	Cantidad diaria	Valor diario	Valor mensual
Mano de obra directa	1 persona	Q 90,16	Q 2 992,36

Fuente: elaboración propia.

5.3. **Costos indirectos**

Los costos indirectos son aquellos que afectan el proceso productivo en general y no solamente de un producto sin tener que recurrir a algún criterio de asignación, como la mano de obra administrativa, costos financieros, gastos administrativos, entre otros.

5.3.1. Mano de obra indirecta

Como mano de obra indirecta se tiene al encargado de ventas y abastecimiento quien es la persona dedicada a conseguir todas las materias primas e insumos además de distribuir el producto terminado al encargado de venderlo.

Tabla XXXIX. Costo de mano de obra indirecta

Mano de obra indirecta	Valor mensual
1 persona	Q 2 992,36

Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Costos financieros de la inversión inicial

Los costos financieros de la inversión inicial dependerán de la opción a tomar como medio de financiación y el interés que cobre la opción seleccionada. Pero en este caso se tomará con fines referenciales una tasa de interés hipotecaria del 14 %, analizando dos opciones, con y sin equipo de fluorescencia de rayos X, con un plazo del préstamo a 10 años.

Además, se agregará el costo financiero del capital de trabajo inicial, con la misma tasa de interés, pero con un plazo de 3 años y medio. Y debido al alto impacto económico que supone la compra del Equipo de Rayos X, se analizarán opciones con y sin éste.

Tabla XL. **Inversión inicial**

	Con RX	Sin RX
Monto	Q 659 925,00	Q 324 925,00
Tiempo	10	10
Interes	14 %	14 %
Pago anual	-Q 126 516,56	-Q 62 292,52
Pago mensual	-Q 10 543,05	-Q 5 191,04

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Capital de trabajo inicial**

Monto	Q 87 000,57
Tiempo	3,5
Interés	14 %
Pago anual	-Q 33 113,23
Pago mensual	-Q 2 759,44

Fuente: elaboración propia.

5.3.3. **Gastos administrativos**

Como gastos administrativos se tiene el pago de energía eléctrica, agua, teléfono, oficinas, gastos de contabilidad, pasivo laboral.

- El costo de la oficina virtual se obtuvo cotizándolo en la página web de una empresa que ofrece esos servicios.
- El agua potable se calculó con la tarifa municipal de 21 a 40 m³ que tiene un cargo fijo de Q 21,00 + Q 2,40*40 m³*1,20 siendo el 20 % en términos de alcantarillado.

- La energía eléctrica se calculó utilizando el precio de la tarifa no social Q1,10/kw-h y un consumo de 620 kw-h/mes.
- El teléfono se utilizó en base al costo del plan que más se adapta a las necesidades de la PYME, de una operadora telefónica en el país.
- El costo del servicio de contabilidad, se cotizó en una página de clasificados por internet.
- El pasivo laboral se calculó en base a lo establecido en el código de trabajo.

Tabla XLII. **Costos administrativos**

	Valor mensual
Oficina virtual	Q 650,00
Servicio de agua	Q 136,20
Energía eléctrica	Q 700,00
Teléfono	Q 200,00
Contabilidad	Q 500,00
Pasivo laboral	Q 2 513,58
Total	Q 4 699,78

Fuente: elaboración propia.

5.3.4. Otros costos de operación

Estos costos son gastos en publicidad, costos financieros del capital de trabajo inicial, mantenimiento e imprevistos.

Tabla XLIII. **Gastos administrativos**

	Valor mensual
Publicidad	Q 600,00
Mantenimiento	Q 740,00
Imprevistos	Q 134,00
Total	Q 1 474,00

Fuente: elaboración propia.

5.4. Ingresos estimados

Los ingresos estimados serán calculados en base a la capacidad del equipo instalado, de la misma forma en la que se calcularon los costos. Los precios de venta serán estimados utilizando las proyecciones de precios para el 2018 realizadas en el estudio de mercado.

Tabla XLIV. **Ingresos estimados**

Producto	Producción/mes		Precio		Total
	Cantidad	Dimensional	Cantidad	Dimensional	
Oro	5,69	T oz	5889,57	Q/T oz	Q 33 486,73
Plata	68,23	T oz	65,67	Q/T oz	Q 4 480,61
Hierro	85,84	kg	0,45	Q/kg	Q 38,63
Níquel	14,10	kg	75	Q/kg	Q 1 057,55
Cobre	87,60	kg	46,5	Q/kg	Q 4 073,43
Estaño	8,81	kg	135	Q/kg	Q 1 189,75
Plomo	0,04	kg	0,2	Q/kg	Q 0,01
			Total		Q 44 326,71

Fuente: elaboración propia.

5.5. Flujo de caja

El flujo de caja son las entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado, indica Kiziryan, y el flujo de caja es la acumulación neta de activos líquidos en un periodo determinado y, por lo tanto, constituye un indicador importante de la liquidez de una empresa.

El estudio de los flujos de caja dentro de una empresa puede ser utilizado para determinar:

- Problemas de liquidez. El ser rentable no significa necesariamente poseer liquidez. Una compañía puede tener problemas de efectivo, aun siendo rentable. Por lo tanto, permite anticipar los saldos en dinero.
- Para analizar la viabilidad de proyectos de inversión, los flujos de fondos son la base de cálculo del valor actual neto y de la tasa interna de retorno.
- Para medir la rentabilidad o crecimiento de un negocio cuando se entienda que las normas contables no representan adecuadamente la realidad económica.

Los flujos de liquidez se pueden clasificar en tres partes:

- Flujos de caja operacionales: efectivo recibido o expendido como resultado de las actividades económicas de base de la compañía.

- Flujos de caja de inversión: efectivo recibido o expendido considerando los gastos en inversión de capital que beneficiarán el negocio a futuro. (Ej: la compra de maquinaria nueva, inversiones o adquisiciones).
- Flujos de caja de financiamiento: efectivo recibido o expendido como resultado de actividades financieras, tales como recepción o pago de préstamos, emisiones o recompra de acciones o pago de dividendos.

En este caso el flujo de caja se realizará a detalle mensual para el primer año de operaciones, para posteriormente realizarlo en años que tengan puntos de interés como el fin del pago de los créditos solicitados para la financiación de la PYME.

Las suposiciones por tomar en la realización del flujo de caja son las siguientes:

- Las operaciones se inician a un 20 % de capacidad con un crecimiento del 5 % mensual hasta alcanzar el 100 %, no se realizarán ampliaciones en la capacidad de la planta.
- Las ventas al crédito tendrán crédito de un mes comenzando con un 30 % de las ventas al crédito aumentando el quinto mes al 40 % al onceavo mes al 50 % estableciéndose en ese punto.
- Los precios se utilizarán los proyectados en el estudio de mercado, tomando como referencia el oro.

Tabla XLV. Flujo de caja primer año

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Contado	70%	70%	70%	70%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	50%	50%
Crédito	30%	30%	30%	30%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	50%	50%
Factor de capacidad	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%
Saldo inicial	Q0,00	Q71 568,25	Q59 226,08	Q48 213,03	Q38 529,10	Q28 608,92	Q21 387,56	Q15 495,31	Q10 932,19	Q7 698,18	Q5 793,29	Q2 478,12
Ingresos	Q93 206,31	Q10 416,78	Q12 633,11	Q14 849,45	Q15 292,71	Q19 060,48	Q21 276,82	Q23 493,16	Q25 709,49	Q27 925,83	Q27 039,29	Q32 136,86
Ventas al contado	Q6 205,74	Q7 757,17	Q9 308,61	Q10 860,04	Q10 638,41	Q11 968,21	Q13 298,01	Q14 627,81	Q15 957,61	Q17 287,42	Q15 514,35	Q16 622,52
Ventas al crédito	Q0,00	Q2 659,60	Q3 324,50	Q3 989,40	Q4 654,30	Q7 092,27	Q7 978,81	Q8 865,34	Q9 751,88	Q10 638,41	Q11 524,94	Q15 514,35
Préstamos a corto plazo	Q87 000,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egresos	Q21 638,06	Q22 758,94	Q23 646,16	Q24 533,38	Q25 212,89	Q26 281,85	Q27 169,07	Q28 056,28	Q28 943,50	Q29 830,72	Q30 354,46	Q31 579,19
Gastos variables												
Tarjetas electrónicas	Q924 ,00	Q1 155,00	Q1 386,00	Q1 617,00	Q1 848,00	Q2 079,00	Q2 310,00	Q2 541,00	Q2 772,00	Q3 003,00	Q3 234,00	Q3 465,00
Ácido clorhídrico	Q594 ,00	Q742,50	Q891,00	Q1 039,50	Q1 188,00	Q1 336,50	Q1 485,00	Q1 633,50	Q1 782,00	Q1 930,50	Q2 079,00	Q2 227,50
Ácido nítrico	Q1 029,60	Q1 287,00	Q1 544,40	Q1 801,80	Q2 059,20	Q2 316,60	Q2 574,00	Q2 831,40	Q3 088,80	Q3 346,20	Q3 603,60	Q3 861,00
Energía eléctrica	Q132 ,00	Q165,00	Q198,00	Q231,00	Q264,00	Q297,00	Q330,00	Q363,00	Q396,00	Q429,00	Q462,00	Q495,00
Otros insumos	Q132 ,00	Q165,00	Q198,00	Q231,00	Q264,00	Q297,00	Q330,00	Q363,00	Q396,00	Q429,00	Q462,00	Q495,00
Sueldos y prestaciones												
Sueldos	Q5 984,72	Q5 984,72	Q5 984,72	Q5 984,72	Q5 984,72	Q5 984,72	Q5 984,72	Q5 984,72	Q5 984,72	Q5 984,72	Q5 984,72	Q5 984,72
Prestaciones	Q2 513,58	Q2 513,58	Q2 513,58	Q2 513,58	Q2 513,58	Q2 513,58	Q2 513,58	Q2 513,58	Q2 513,58	Q2 513,58	Q2 513,58	Q2 513,58
Gastos fijos												
Oficina virtual	Q650 ,00	Q650,00	Q650,00	Q650,00	Q650,00	Q650,00	Q650,00	Q650,00	Q650,00	Q650,00	Q650,00	Q650,00
Servicio de agua	Q136 ,20	Q136,20	Q136,20	Q136,20	Q136,20	Q136,20	Q136,20	Q136,20	Q136,20	Q136,20	Q136,20	Q136,20
Energía eléctrica	Q700 ,00	Q700,00	Q700,00	Q700,00	Q700,00	Q700,00	Q700,00	Q700,00	Q700,00	Q700,00	Q700,00	Q700,00

Continuación de la tabla XLV.

Teléfono	Q200,00	Q200,00	Q200,00	Q200,00	Q200,00	Q200,00	Q200,00	Q200,00	Q200,00	Q200,00	Q200,00	Q200,00
Contabilidad	Q500,00	Q500,00	Q500,00	Q500,00	Q500,00	Q500,00	Q500,00	Q500,00	Q500,00	Q500,00	Q500,00	Q500,00
Impuestos	Q191,48	Q609,46	Q793,78	Q978,10	Q954,71	Q1320,77	Q1505,08	Q1689,40	Q1873,72	Q2058,04	Q1878,87	Q2400,71
Préstamos												
Préstamos a corto plazo	Q2759,44	Q2759,44	Q2759,44	Q2759,44	Q2759,44	Q2759,44	Q2759,44	Q2759,44	Q2759,44	Q2759,44	Q2759,44	Q2759,44
Préstamos a largo plazo	Q5191,04	Q5191,04	Q5191,04	Q5191,04	Q5191,04	Q5191,04	Q5191,04	Q5191,04	Q5191,04	Q5191,04	Q5191,04	Q5191,04
Saldo final	Q7568,25	Q5226,08	Q4213,03	Q3529,10	Q28608,92	Q2387,56	Q15495,31	Q10932,19	Q7698,18	Q5793,29	Q2478,12	Q3035,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. Flujo de caja anual

Mes	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4-10	Año 11
Contado	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %
Crédito	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %
Factor de capacidad	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Saldo inicial	Q 0,00	Q 3 035,80	Q 79 567,42	Q149 695,58	Q 243 601,20
Ingresos	Q290 903,43	Q504 216,31	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50
Ventas al contado	Q133 423,39	Q254 878,57	Q265 960,25	Q265 960,25	Q265 960,25
Ventas al crédito	Q70 479,47	Q249 337,73	Q265 960,25	Q265 960,25	Q265 960,25
Préstamos a corto plazo	Q87 000,57	Q0,00	Q0,00	Q0,00	Q0,00
		Q0,00	Q0,00	Q0,00	Q0,00
Egresos	Q288 425,31	Q427 684,69	Q438 416,28	Q406 754,40	Q347 317,62
Gastos variables		Q0,00	Q0,00	Q0,00	Q0,00
Tarjetas electrónicas	Q22 869,00	Q53 130,00	Q55 440,00	Q55 440,00	Q55 440,00
Ácido clorhídrico	Q14 701,50	Q34 155,00	Q35 640,00	Q35 640,00	Q35 640,00
Ácido nítrico	Q25 482,60	Q59 202,00	Q61 776,00	Q61 776,00	Q61 776,00
Energía eléctrica	Q3 267,00	Q7 590,00	Q7 920,00	Q7 920,00	Q7 920,00
Otros insumos	Q3 267,00	Q7 590,00	Q7 920,00	Q7 920,00	Q7 920,00
Sueldos y prestaciones		Q0,00	Q0,00	Q0,00	Q0,00
Sueldos	Q65 831,92	Q71 816,64	Q71 816,64	Q71 816,64	Q71 816,64
Prestaciones	Q27 649,41	Q30 162,99	Q30 162,99	Q30 162,99	Q30 162,99

Continuación de la tabla XLVI.

Gastos fijos		Q0,00	Q0,00	Q0,00	Q0,00
Oficina virtual	Q7 150,00	Q7 800,00	Q7 800,00	Q7 800,00	Q7 800,00
Servicio de agua	Q1 498,20	Q1 634,40	Q1 634,40	Q1 634,40	Q1 634,40
Energía eléctrica	Q7 700,00	Q8 400,00	Q8 400,00	Q8 400,00	Q8 400,00
Teléfono	Q2 200,00	Q2 400,00	Q2 400,00	Q2 400,00	Q2 400,00
Contabilidad	Q5 500,00	Q6 000,00	Q6 000,00	Q6 000,00	Q6 000,00
Impuestos	Q13 853,41	Q42 397,91	Q46 100,50	Q47 551,84	Q50 407,59
Préstamos		Q0,00	Q0,00	Q0,00	Q0,00
Préstamos a corto plazo	Q30 353,79	Q33 113,23	Q33 113,23	Q0,00	Q0,00
Préstamos a largo plazo	Q57 101,48	Q62 292,52	Q62 292,52	Q62 292,52	Q0,00
Saldo final	Q3 035,80	Q79 567,42	Q149 695,58	Q243 601,20	Q382 111,75

Fuente: elaboración propia.

5.6. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es un concepto utilizado en finanzas en el que no existen pérdidas ni ganancias; por lo tanto, los costos son los mismos que los ingresos. Este es un valor importante debido a que permite conocer la cantidad mínima a vender para recuperar la inversión y realizar modificaciones al proyecto en caso de considerarse necesario.

Existen varios métodos para determinar el punto de equilibrio, pero todos éstos se basan en conocer los costos fijos, variables unitarias y el precio de venta del producto a analizar. En este caso se tomará como referencia los kg de placas de teléfonos celulares procesados, para alcanzar los resultados utilizando los métodos algebraico y gráfico.

En la elaboración del flujo de caja se obtuvo el valor de los costos fijos y variables a distintos niveles de producción, así como los ingresos correspondientes para cada nivel producción, los que permitieron establecer las ecuaciones de costos e ingresos, quedando de la siguiente manera.

Tabla XLVII. **Costos e ingresos a distintos niveles de producción**

kg	Costos	Ingresos
0	Q 18 634,98	Q 0,00
50	Q 21 642,13	Q 7 396,66
100	Q 24 649,28	Q 14 793,32
150	Q 27 656,43	Q 22 189,98
200	Q 30 663,58	Q 29 586,64
250	Q 33 670,73	Q 36 983,30
300	Q 36 677,88	Q 44 379,96
350	Q 39 685,03	Q 51 776,62
400	Q 42 692,18	Q 59 173,29
450	Q 45 699,33	Q 66 569,95
500	Q 48 706,48	Q 73 966,61
550	Q 51 713,63	Q 81 363,27
600	Q 54 720,78	Q 88 759,93
660	Q 58 329,36	Q 97 635,92

Fuente: elaboración propia.

Costos

$$C = 60,14X + 18637,98$$

Donde:

- Costo variable unitario Q 60,14
- Costo fijo Q 18 637,98
- kg de placas procesados X

Ingresos

$$I = 147,93X$$

Donde:

- Precio de venta unitario Q 147
- kg de placas procesados X

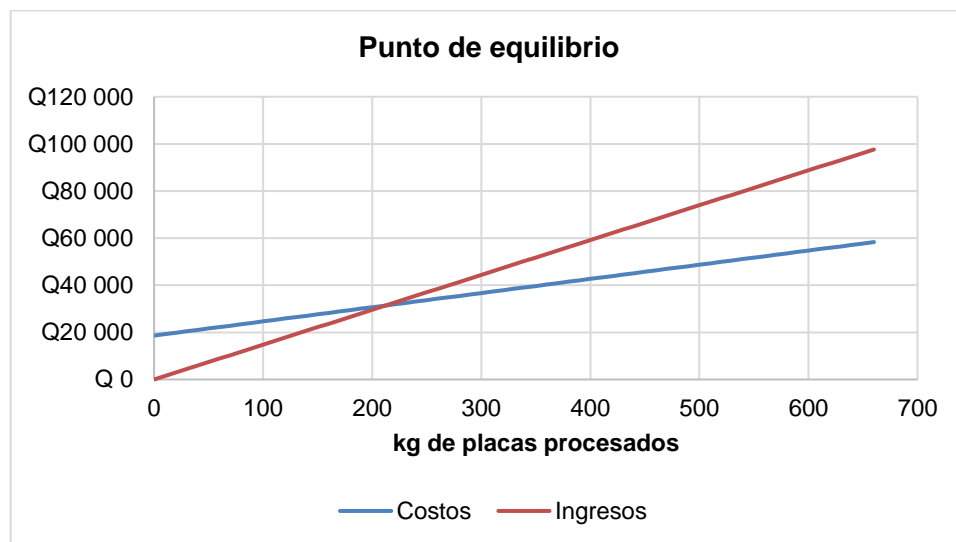
Por lo que al igualar ambas ecuaciones

$$C = I$$

$$60,14X + 18637,98 = 147,93X$$

$$X = 212,67 \text{ kg}$$

Figura 57. Punto de equilibrio



Fuente: elaboración propia.

Con lo que se puede concluir que el punto de equilibrio operativo de la PYME se encuentra al producir y vender 212,67 kg de placas de teléfonos celulares. Esto es positivo debido a que es un tercio de la capacidad instalada en la planta y representa en metales cantidades bajas comparadas a lo que se mueve normalmente en el mercado, lo que da altas probabilidades de alcanzar esa meta de ventas.

Tabla XLVIII. **Ventas al punto de equilibrio**

	gr/mes	Valor (Q)
Oro	58,75	Q 11 162,24
Plata	705,04	Q 1 493,54
Hierro	28 612,68	Q 12,88
Níquel	4 700,24	Q 352,52
Cobre	29 200,21	Q 1 357,81
Estaño	2 937,65	Q 396,58
Plomo	11,75	Q 0,00
Total		Q 14 775,57

Fuente: elaboración propia.

5.7. Razones financieras

Las razones financieras comenta González que son una herramienta para representar la situación financiera de cualquier organización; mediante su empleo se puede determinar cómo se ha desempeñado la empresa o proyecto y evaluar su gestión.

A continuación, se analizará la PYME mediante el uso de las razones financieras aplicables, en puntos de interés en la vida de la misma, como al final del primer año, segundo año, al pagar el préstamo a corto plazo y largo plazo.

- Razones de liquidez
 - Capital neto de trabajo

Siempre que los pasivos corrientes sean menores a los activos corrientes la salud financiera de la empresa es mayor y se debe tener la capacidad de cubrir los pasivos corrientes a corto plazo. La forma de calcular esta razón es restar el activo corriente menos el pasivo corriente,

Tabla XLIX. **Capital neto de trabajo**

		Después de pagar el préstamo por el capital de trabajo	Al ya no tener prestamos
Año 1	Año 2	Año 4	Año 11
Q 2 478,12	Q 79 567,42	Q 274 861,69	Q 428 204,08

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar desde el año 1 la PYME muestra un capital neto positivo que crece conforme pasa el tiempo, lo cual indica que se tendrá la capacidad de cubrir el pasivo corriente.

- Índice de solvencia

El índice de solvencia se determina como el cociente del activo corriente entre el pasivo corriente, entre mayor el número mejor capacidad tiene de hacer frente a sus obligaciones.

Tabla L. **Índice de solvencia**

		Después de pagar el préstamo por el capital de trabajo	Al ya no tener préstamos
Año 1	Año 2	Año 4	Año 11
1,01	1,19	1,68	2,23

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en el primer año de trabajo la PYME justamente logra hacer frente a sus obligaciones, situación que mejora en los años posteriores; pero en ningún momento es insolvente.

- Razones de endeudamiento
 - Razón de endeudamiento

Esta mide la proporción de los activos financiados por terceros, se determina dividiendo el pasivo total entre el activo total.

Tabla LI. **Razón de endeudamiento**

		Después de pagar el préstamo por el capital de trabajo	Al ya no tener préstamos
Año 1	Año 2	Año 4	Año 11
1,29	0,90	0,31	0,00

Fuente: elaboración propia.

Al inicio por el método de financiamiento elegido todos los activos son financiados por terceros, situación que mejora rápidamente con el paso de los años. Lo cual demuestra la capacidad de solvencia de la PYME.

- Razones de rentabilidad
 - Margen bruto de utilidad

Este indicador mide el porcentaje de utilidad logrado por la empresa después de haber cancelado las mercancías o existencias, su cálculo es (ventas-costos de ventas), ventas.

Tabla LII. **Margen bruto de utilidad**

		Después de pagar el préstamo por el capital de trabajo	Al ya no tener préstamos
Año 1	Año 2	Año 4	Año 11
0,59	0,59	0,59	0,59

Fuente: elaboración propia.

Por las suposiciones tomadas en la elaboración del flujo de caja el margen bruto permanece constante, pero presenta un valor del 59 % en utilidad bruta, lo que deja patente la capacidad de la PYME de solventar sus gastos de ventas.

- Margen neto de utilidades

El margen neto de utilidades es resultado, de restar a las ventas todos los gastos imputables a las operaciones incluyendo impuestos, siendo uno de los más representativos indicadores de utilidad.

Tabla LIII. **Margen neto de utilidades**

		Después de pagar el préstamo por el capital de trabajo	Al ya no tener préstamos
Año 1	Año 2	Año 4	Año 11
0,01	0,15	0,24	0,35

Fuente: elaboración propia.

En el primer año de operaciones la PYME con dificultad logra cubrir sus gastos de operación, pero continúa aumentando sus utilidades netas con el paso del tiempo, representando esto el potencial de la misma.

- Rotación de activo total

Este indicador mide la eficiencia de la PYME en la utilización de sus activos, éste se determina dividiendo las ventas totales entre los activos totales.

Tabla LIV. **Rotación de activo total**

		Después de pagar el préstamo por el capital de trabajo	Al ya no tener préstamos
Año 1	Año 2	Año 4	Año 11
0,96	2,06	2,17	2,17

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, en el primer año el índice de rotación es inferior al 100 % pero crece con el paso de los años, lo que indica una mejora en la eficiencia en la utilización de los activos.

- De cobertura
 - Veces que se ha ganado interés

Este indicador relaciona la utilidad de la PYME con sus costos y gastos financieros como consecuencia de pasivos a corto y largo plazo.

Tabla LV. **Veces que se ha ganado interés**

		Después de pagar el préstamo por el capital de trabajo	Al ya no tener préstamos
Año 1	Año 2	Año 4	Año 11
0,48	3,72	4,08	n/a

Fuente: elaboración propia.

Al final del primer año la PYME no genera utilidad suficiente como para cubrir sus costos y gastos financieros, situación que logra superar con creces en su segundo año, lo que deja claro la necesidad de contar con capital inicial para cubrir estas situaciones.

- Cobertura total del pasivo

Esta razón analiza la capacidad de la empresa para cumplir con sus obligaciones por intereses y la capacidad para reembolsar sus préstamos.

Tabla LVI. **Cobertura total del pasivo**

		Después de pagar el préstamo por el capital de trabajo	Al ya no tener préstamos
Año 1	Año 2	Año 4	Año 11
0,29	2,25	3,77	n/a

Fuente: elaboración propia.

En este caso los indicadores se comportan de la misma manera al caso anterior, lo que recalca la importancia de contar un capital para cubrir estas obligaciones durante el primer año de operación.

6. ESTUDIO FINANCIERO

6.1. Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR)

La tasa mínima atractiva de retorno es la tasa de retorno mínima admisible para que un proyecto sea atractivo. Por lo que ésta tasa debe de ser superior a la inflación del país porque en toda inversión se espera que al realizar una inversión su poder adquisitivo aumente.

También la tasa de retorno debe ser lo suficientemente alta como para cubrir los riesgos que representa la inversión, siendo ambos puntos analizados a continuación.

6.1.1. Tasa de inflación

La inflación es el aumento de los precios de los bienes y servicios a nivel interno en la economía de un país. Algunas de las causas de la inflación en un país son:

- Déficit fiscal del gobierno.
- Política monetaria expansiva.
- Aumento de la demanda de bienes sin que el aumento de la capacidad productiva le siga el ritmo.
- Inflación de costos.
- Por aumento de precios de un bien que desencadene el aumento en otros productos.

- Inflación inercial, se debe a mecanismos de propagación de inflación instalados en el país.

Históricamente el banco de Guatemala ha realizado una buena labor, por lo que la inflación se ha mantenido por debajo del 6 % anual, en los últimos años, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla LVII. **Tasas de inflación históricas**

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Promedio
Inflación	5,39 %	6,20 %	3,45 %	4,39 %	2,95 %	3,07 %	4,23 %	5,68 %	4,42 %

Fuente: Banco de Guatemala. *Tipo de cambio*. <https://www.banguat.gob.gt/cambio/>. Consulta: 10 de junio de 2018.

Debido a que la inflación se ha mantenido estable en los últimos años, se decidió promediarla y utilizar la tasa de inflación promedio, en este caso de un 4,42 %, para realizar el análisis.

6.1.2. **Riesgo a la inversión**

El riesgo depende de la inversión a realizar, en este caso el riesgo que representa la inversión es bajo, por lo siguientes motivos:

- Producto no perecedero
- El producto son metales preciosos
- Impacto social positivo

Para tener una mejor referencia se tomará la tasa de interés más alta que se presenta para el plazo fijo en Guatemala, la cual es de un 7 %.

A partir de lo mencionado anteriormente se puede establecer que por el riesgo a la inversión sea por lo menos el doble del interés a plazo fijo de una inversión. Por lo que el riesgo a la inversión representará un 14 %.

6.1.3. Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR)

La metodología a utilizar para determinar la tasa mínima atractiva de retorno será la de sumar la tasa de inflación con la del riesgo a la inversión.

$$TMAR = Tasa\ de\ inflación + Riesgo\ a\ la\ inversión$$

$$TMAR = 4,42\ \% + 14\ \%$$

$$TMAR = 18,42\ \%$$

Con lo que se puede concluir que la tasa mínima de retorno que debe tener el proyecto para ser atractivo debe ser igual o superior al 18,42 %.

6.2. Valor presente neto (VPN)

El Valor presente neto (VPN), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

El VPN consiste en descontar al momento actual, todos los flujos de caja futuros para determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial.

El VPN de un proyecto es el valor de los flujos de efectivo netos de una propuesta. Para actualizar esos flujos netos se utiliza una tasa de descuento

denominada Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR), que es una medida de la rentabilidad mínima exigida por el proyecto que permite recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios. Cuando el VPN de un proyecto es mayor que 0, es recomendable realizarlo.

6.2.1. Inversión inicial

La inversión inicial es aquella que se debe realizar antes de que el proyecto pueda iniciar sus operaciones, para realizar actividades como; la compra del terreno, construcción, compra de herramientas y equipo, mobiliario, planificación e integración Para cubrir los requerimientos legales como la obtención de licencias.

Tabla LVIII. Inversión inicial

Tangibles	
Edificaciones	
Terreno	Q 120 000,00
Construcción	Q 46 000,00
Total de edificaciones	Q 166 000,00
Mobiliario y equipo	
Horno mufla	Q 53 800,00
Trituradora	Q 2 700,00
Tanques resistentes a ácido	Q 5 500,00
Compresor	Q 2 500,00
Agitador resistente a ácido	Q 3 500,00
Tolva	Q 1 000,00
Calentador de inmersión	Q 1 500,00
Balanzas	Q 1 000,00
Indicador de pH	Q 25,00
Selladora de bolsas	Q 500,00
Temporizador de laboratorio	Q 100,00
Cristalería	Q 2 000,00
Mobiliario	Q 5 000,00
Total de mobiliario y equipo	Q 79 125,00
Total de tangibles	Q 245 125,00

Continuación de la tabla LVIII.

Intangibles	
Planeación e integración	Q 5 000,00
Ingeniería del proyecto	Q 5 000,00
Supervisión del proyecto	Q 6 000,00
Aspectos legales	Q 60 000,00
Imprevistos	Q 3 800,00
Total de intangibles	Q 79 800,00
Total de inversión inicial	Q 324 925,00

Fuente: elaboración propia.

6.2.2. Flujo neto de efectivo

El Flujo Neto de Efectivo describe los ingresos y los gastos de dinero en efectivo en el transcurso de un período de tiempo determinado. Si se gasta menos de lo que se gana el flujo será positivo, de lo contrario, será negativo.

En este caso los datos a utilizar se obtendrán del flujo de caja establecido en el estudio financiero. El análisis se realizará suponiendo lo siguiente:

- Tiempo de vida del proyecto 30 años.
- Tiempo de vida de tangibles 15 años, sin valor de rescate.
- El costo de tangibles al año 15 será afectado por la inflación anual estimada al inicio de este capítulo de 4,42 % anual y se pagará con un préstamo a 4 años con tasa de interés del 16 %.
- La construcción al final del período no tendrá valor de rescate.
- El terreno aumentará su valor en la misma medida que la inflación.

Tabla LIX. **Flujo neto de efectivo**

Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos	0	Q323 040,29	Q504 216,31	Q531 920,50	Q531 920,50
Egresos	0	Q320 004,50	Q427 684,69	Q438 416,28	Q406 754,40
Flujo de efectivo	-Q324 925,00	Q3 035,80	Q76 531,62	Q93 504,22	Q125 166,10
Período	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Ingresos	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50
Egresos	Q406 754,40	Q406 754,40	Q406 754,40	Q406 754,40	Q406 754,40
Flujo de efectivo	Q125 166,10	Q125 166,10	Q125 166,10	Q125 166,10	Q125 166,10
Período	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14
Ingresos	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50
Egresos	Q406 754,40	Q347 317,62	Q347 317,62	Q347 317,62	Q347 317,62
Flujo de efectivo	Q125 166,10	Q184 602,88	Q184 602,88	Q184 602,88	Q184 602,88
Período	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19
Ingresos	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50
Egresos	Q347 317,62	Q514 914,98	Q514 914,98	Q514 914,98	Q514 914,98
Flujo de efectivo	Q184 602,88	Q17 005,52	Q17 005,52	Q17 005,52	Q17 005,52
Período	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24
Ingresos	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50
Egresos	Q347 317,62	Q347 317,62	Q347 317,62	Q347 317,62	Q347 317,62
Flujo de efectivo	Q184 602,88	Q184 602,88	Q184 602,88	Q184 602,88	Q184 602,88
Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q531 920,50	Q971 150,42
Q347 317,62	Q347 317,62	Q347 317,62	Q347 317,62	Q347 317,62	Q347 317,62
Q184 602,88	Q184 602,88	Q184 602,88	Q184 602,88	Q184 602,88	Q623 832,80

Fuente: elaboración propia.

Los valores de flujo de efectivo anual presentados en la tabla anterior serán utilizados para el cálculo de los indicadores presentados a continuación.

6.2.3. Valor presente neto (VPN)

El Valor presente neto del proyecto evaluado a 30 años evaluado bajo las condiciones indicadas en la tabla y el flujo de efectivo del inciso anterior es el siguiente:

Tabla LX. **Valor presente neto**

TMAR	18,42 %
VPN	Q 218 267,45
Tiempo	30 años

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar el VPN es de Q 28 267,45 a los 30 años del proyecto, esto indica que cubre con creces la tasa mínima atractiva de retorno, TMAR, por lo que se recomienda la realización del proyecto si se cumplen las suposiciones realizadas en el estudio financiero y el inciso anterior.

6.3. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) de una inversión es la tasa de retorno que tiene el proyecto. Es la tasa de rendimiento con la que el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

6.3.1. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno del proyecto se presenta a continuación:

Tabla LXI. **Tasa interna de retorno**

TIR	27 %
------------	------

Fuente: elaboración propia.

La TIR es del 27 % y asegura que se cubrirán todos los gastos durante la vida del proyecto y producirá ingresos.

6.3.2. Comparación de tasa interna de retorno (TIR) con la tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR)

La tasa interna de retorno 27 %, es un 48 % mayor a la tasa mínima atractiva 18,42 %, de rendimiento, lo que indica que se cumple con creces lo requerido para ser realizada la inversión; por lo que se recomienda realizar el proyecto.

6.4. Costo anual uniforme equivalente (CAUE)

El Costo anual uniforme equivalente (CAUE), consiste en convertir todos los ingresos y egresos en una serie uniforme de pagos; esto permite un análisis simplificado del proyecto y muestra de forma sencilla la rentabilidad de un proyecto, El (CAUE), de la PYME se presenta a continuación.

Tabla LXII. **Costo anual uniforme equivalente**

CAUE	Q 40 458,53
-------------	-------------

Fuente: elaboración propia.

El valor del CAUE es positivo lo que indica que es rentable y si el proyecto presentara ingresos uniformes a lo largo del tiempo estos serían de Q 40 458,53 anuales.

6.5. Razón beneficio/costo (B/C)

La razón beneficio costo, compara el valor presente neto de entradas de efectivo futuras y las compara con el desembolso original, para darse una idea de la rentabilidad de un proyecto.

6.5.1. Determinación de beneficios (B)

Los beneficios son todos los ingresos que genere la PYME, en este caso mediante las ventas de producto a realizar, por lo que el valor actual de los beneficios de la PYME con tasa de interés igual a la TMAR, a lo largo de su ciclo de vida es:

Tabla LXIII. **Beneficios totales**

Valor actual de Beneficios	Q 2 676 236,87
-----------------------------------	----------------

Fuente: elaboración propia.

6.5.2. Determinación de costes (C)

El valor presente neto de los costes de la PYME, calculados con una tasa de interés equivalente a la TMAR, a lo largo de su ciclo de vida son los siguientes:

Tabla LXIV. **Costos totales**

Valor actual de Costos	Q 2 133 044,42
-------------------------------	----------------

Fuente: elaboración propia.

6.5.3. Razón beneficio/costo (B/C)

La relación Beneficio/Costo se obtiene simplemente dividiendo los valores presentes netos de beneficios dentro de los costos, la razón beneficio/costo para la PYME es de:

Tabla LXV. **Razón beneficio/costo**

Relación B/C	1,255
---------------------	-------

Fuente: elaboración propia.

Lo que indica que el beneficio generado supera por un 25 % la inversión a realizar, por lo que es recomendable realizarla.

6.6. Análisis de resultados

Para el proyecto de PYME dedicada a la extracción de metales y recuperación de cobre en tarjetas electrónicas de teléfonos celulares y su comercialización en la Ciudad de Guatemala, a partir de un análisis de la inflación y del riesgo a la inversión relacionado al tipo de actividad se determinó que la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR), es de 18,42 %, por lo que si la inversión otorga un retorno igual o superior al mencionado será atractiva.

En el análisis del Valor Presente Neto (VPN), se obtuvo un valor de Q 218 267,45 en el período de vida de 30 años del proyecto, lo que indica que el proyecto sobrepasa lo solicitado para ser atractivo, situación que se respalda al calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR), que es de un 27 % un 48 % mayor a la (TMAR), todos los análisis mencionados afirmando la rentabilidad de la inversión.

A partir del análisis del Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), se puede determinar que si el proyecto generara pagos anuales uniformes estos serían de Q 40 458,53. Para finalizar evaluando los valores presentes netos tanto de los beneficios como de los costos se obtiene una relación de 1,25 lo que indica que los beneficios superan con un 25 % los costos.

Por lo que, a partir de todos los análisis realizados, se espera que, bajo las condiciones planteadas para el análisis, el proyecto es rentable y se recomienda la inversión en el mismo.

Para finalizar el análisis se realizará un análisis de sensibilidad para evaluar el comportamiento del proyecto al variar algunas de las condiciones planteadas.

6.7. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es utilizado para evaluar VPN, TIR, CAUE y B/C de un proyecto al cambiar una variable, como la inversión inicial, la duración, la tasa de crecimiento, los ingresos, los costos y cualquier otra variable considerada de importancia. Esto se realiza con el fin de mejorar las estimaciones en caso cambiasen algunas variables o existiesen errores de apreciación inicial.

La base para evaluar este método es identificar los posibles escenarios del proyecto de inversión, en este caso se realizarán los siguientes:

- Pesimista: limitación por parte del mercado a un 50 % de la capacidad de la planta, se tarda 2 años en alcanzarla.
- Pesimista: duplicación en la inversión inicial.
- Pesimista: no hay valor de rescate por el terreno y el tiempo de vida del proyecto es de solamente 15 años.
- Optimista: el precio de los metales aumenta en un 25 % cada 10 años.
- Probable: la opción más probable fue evaluada en los incisos anteriores, por lo que ya no se realizará de nuevo.

6.7.1. Valor presente neto (VPN)

- Pesimista: limitación por parte del mercado a un 50 % de la capacidad de la planta, se tarda 2 años en alcanzarla.

El flujo de caja se hace negativo sin importar que el préstamo realizado para los gastos de operación cubra hasta tres años; por lo que si se da esta situación el proyecto es completamente insostenible.

VPN: -Q 529,759,76

- Pesimista: duplicación en la inversión inicial.

Al duplicarse la inversión inicial el flujo de efectivo del primer año será negativo por Q 59,256,73 estabilizándose para el resto de los años, por lo que en este caso sería necesario aporte por parte de los socios, para mantener funcionando la PYME.

El VPN en esta situación sería negativo, por lo que el proyecto en este caso dejaría de ser atractivo.

VPN: -Q 339 846,13

- Pesimista: no hay valor de rescate por el terreno y el tiempo de vida del proyecto es de solamente 15 años.

En este caso el flujo de caja y VPN continúan siendo positivos; aunque disminuyen sus valores sigue siendo un proyecto atractivo.

VPN: Q 196 030,09

- Optimista: el precio de los metales aumenta en un 25 % cada 10 años.

En este caso el VPN aumenta a Q 404 011,94

6.7.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno para el caso más probable fue de 27,39 % y la TMAR establecida es de 18,42 %.

- Pesimista: limitación por parte del mercado a un 50 % de la capacidad de la planta, se tarda 2 años en alcanzarla.

TIR 4,19 % no cubre la TMAR por lo que el proyecto deja de ser atractivo.

- Pesimista: duplicación en la inversión inicial.

TIR 12,11 % por lo que el proyecto deja de ser atractivo.

- Pesimista: no hay valor de rescate por el terreno y el tiempo de vida del proyecto es de solamente 15 años.

TIR 27,29 % por lo que la rentabilidad del proyecto se mantuvo prácticamente intacta.

- Optimista: el precio de los metales aumenta en un 25 % cada 10 años.

TIR aumentó a un 30,16 %.

6.7.3. Costo anual equivalente (CAUE)

El CAUE del caso más probable es de Q 40 458,53.

- Pesimista: limitación por parte del mercado a un 50 % de la capacidad de la planta, se tarda 2 años en alcanzarla.

El CAUE sería de -Q 98 197,42 por lo que en general el proyecto generará pérdidas anuales.

- Pesimista: duplicación en la inversión inicial.

El CAUE será de -Q 62 994,62, por lo que el proyecto requerirá de inversiones anuales, generando pérdidas.

- Pesimista: no hay valor de rescate por el terreno y el tiempo de vida del proyecto es de solamente 15 años.

El CAUE será de Q 36 336,56 lo que el proyecto bajo estas condiciones sigue siendo rentable.

- Optimista: el precio de los metales aumenta en un 25 % cada 10 años, El CAUE aumenta a Q 74 888,53.

6.7.4. Razón beneficio/costo (B/C)

La razón B/C para el caso más probable fue de 1,25 lo que sitúa el proyecto como atractivo.

- Pesimista: limitación por parte del mercado a un 50 % de la capacidad de la planta, se tarda 2 años en alcanzarla.

B/C: 0,86 lo que indica que los costos son más altos que los beneficios, por lo que realizar el proyecto no es recomendable en estas condiciones.

- Pesimista: duplicación en la inversión inicial.

En esta situación B/C es 1,13 lo que indica que los beneficios son superiores a los costos, sin embargo, sigue siendo no recomendable realizar la inversión.

- Pesimista: no hay valor de rescate por el terreno y el tiempo de vida del proyecto es de solamente 15 años.

La relación B/C es 1,32 lo que sitúa al proyecto en una situación en la que su ejecución es atractiva, incluso más que en el caso más probable.

- Optimista: el precio de los metales aumenta en un 25 % cada 10 años.

La relación B/C es 1,34.

- Conclusión del análisis de sensibilidad

Del análisis de sensibilidad se puede concluir que uno de los factores que mayor impacto tienen en la PYME es asegurar la capacidad de la esta, para obtener las placas de teléfonos necesarias para trabajar a toda capacidad, así como la capacidad de comercializar los metales extraídos.

También es necesario mantener un proceso óptimo, desde la recolección de las placas, hasta el empaque de los metales, con especial énfasis en el proceso de lixiviación; porque además del impacto económico que esto tiene, marca una gran diferencia en el impacto ambiental que las operaciones de la PYME tendrán.

CONCLUSIONES

1. El punto de equilibrio de mercado para el níquel, cobre, estaño, plomo y hierro presenta una tendencia al aumento al precio y consumo. El punto de equilibrio de mercado para el oro ha presentado una tendencia a la disminución en el consumo y precio, mientras que la plata presenta una tendencia a la disminución del precio y aumento en el consumo. Debido a que el oro y la plata representan los mayores ingresos para la PYME, de continuar esta tendencia puede afectar la sostenibilidad del proyecto.
2. A partir del diseño de planta de producción, proceso y evaluación de maquinaria, equipo e insumos; para llevar a cabo la extracción de los metales de tarjetas electrónicas; se puede afirmar que la ejecución de la PYME es factible desde el punto de vista técnico.
3. La planificación estratégica de la PYME tomó como base su misión, la cual es; desarrollar la extracción de metales de residuos de teléfonos celulares de forma rentable, con compromiso social y ambiental en la región.
4. Entre los aspectos legales más importantes que impactarán a la PYME se encuentran; el Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala y la Política nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos, ya que éstos promueven las actividades de reciclaje.

5. Según el listado taxativo del MARN, la actividad a desarrollar por la PYME se categoriza como “B2 De moderado a bajo impacto ambiental”. Se espera que el impacto ambiental de la puesta en marcha y cierre de operaciones de la PYME sea negativo, aunque será compensado por el gran impacto positivo que tendrán las operaciones de ésta,
6. El nivel mínimo de producción necesario para que la PYME sea autosostenible es de 212,67 kg de placas de teléfonos, procesadas al mes.
7. La evaluación económica de la PYME con una TMAR calculada de 18,42 % tiene un VPN de Q 218 267,45 en un período de evaluación de 30 años y una TIR de 27 %; por lo que se puede concluir que el proyecto es viable.

RECOMENDACIONES

1. Debido a las tendencias en el mercado de materias primas a producir (níquel, cobre, estaño, plomo, hierro, oro y plata), se recomienda dar un valor añadido a los metales extraídos de los teléfonos esto hará la PYME más competitiva; una opción podría ser la elaboración de joyas.
2. Optimizar el proceso para aumentar la reutilización de insumos y de esta manera reducir el impacto ambiental y aumentar la rentabilidad de la PYME.
3. Crear alianzas con organizaciones ambientalistas sin fines de lucro, para impulsarse con sus plataformas de comunicación y así obtener nuevos clientes, socios y proveedores, basados en el impacto ambiental positivo de la PYME.
4. Presentar la PYME como un servicio de manejo adecuado de residuos electrónicos, para permitir que otras empresas cumplan con los requisitos ambientales.
5. Presentar el proyecto en actividades que promueven los emprendimientos que impactan positivamente al medio ambiente para obtener financiamiento, asesoría y contactos; para optimizar el proceso y reducir el impacto ambiental de las operaciones de la PYME.
6. Asociarse con gobiernos locales para aumentar la cantidad de placas electrónicas a procesar, aumentando la rentabilidad.

7. Buscar fuentes alternativas de financiamiento, para obtener fondos con bajo interés y riesgo financiero.

BIBLIOGRAFÍA

1. Banco de Guatemala. *Exportaciones e importaciones*. [en línea]. <http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/comercio/por_producto/prod_mensDB001.HTM&e=117267>. [Consulta: 5 de julio de 2018].
2. CHABLÈ, Jorge. *Análisis de tiempo de vida útil de un teléfono inteligente*. [en línea]. <www.poderpda.com/analisis/tiempo-de-vida-util-de-un-telefono-inteligente/>. [Consulta: 23 de marzo de 2018].
3. Código de Comercio. *De los comerciantes y sus auxiliares, Decreto 2-70*. Guatemala : Congreso de la República de Guatemala, 1970. 289 p.
4. Código de Trabajo de Guatemala. *Contratos y pactos de trabajo, Decreto 1441*. Guatemala : Congreso de la República de Guatemala, 1961. 228 p.
5. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*. Guatemala: CRG, 2000, 5 p.
6. _____. *Ley del ISR*. Guatemala : CRG, 2012. 56 p

7. Departamento de Cooperación FAO. *Depósito de documentos de la FAO.* [en línea].
<<http://www.fao.org/docrep/008/a0322s/a0322s03.htm>>.
[Consulta: 8 de enero de 2018]
8. Desarrollo Humano. *Informe nacional del desarrollo.* [en línea].
<<http://desarrollohumano.org.gt/estadisticas/estadisticas-genero/poblacion-total-por-sexo-segun-departamento/>>. [Consulta: 2 de abril de 2018].
9. GONZALES, Laura. *Estudio de factibilidad para empresa productora de embutidos, en la ciudad de Guatemala.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2015. 134 p.
10. GUERRA, Anahì. *Cuenta de flujo de fondos.* [en línea].
<<https://economia-anahi.blogspot.com/2011/05/cuenta-de-flujo-de-fondos.html>>. [Consulta: 9 de mayo de 2018].
11. Ingenio Empresa. *Marco lógico.* [en línea].
<<https://ingenioempresa.com/metodologia-marco-logico/>>.
[Consulta: 8 de enero de 2018].
12. Instituto Nacional de Estadística. *Caracterización estadística República de Guatemala 2012.* Guatemala: INE, 2013, 76 p.
13. _____. *Indicadores.* [en línea].
<<https://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas/tema-indicadores>>.
[Consulta: 22 de marzo de 2018].

14. KANTIAN, Tom. *Como calcular la curva de la oferta*. [en línea]. <<https://www.cuidatudinero.com/13074400/como-calculer-la-curva-de-oferta>>. [Consulta: 4 de marzo de 2018].
15. KIZIRYAN, Mariam. *Flujo de caja*. [en línea]. <<https://economipedia.com/definiciones/flujo-de-caja.html>>. [Consulta: 16 de marzo de 2018].
16. LOPEZ, Angel. *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de pods de café*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 144 p.
17. Ministerio de Energía y Minas. *Anuario estadístico minero*. [en línea]. <<https://www.mem.gob.gt/mineria/estadisticas-mineras/anuario-estadistico-minero/>>. [Consulta: 3 de abril de 2018].
18. MONTOYA, Juan. *Por que la plata de desploma màs que el oro*. [en línea]. <<http://www.economista.es/mercados-cotizaciones/noticias/7927840/10/16/Por-que-la-plata-se-desploma-mas-que-el-oro-desde-maximos.html>>. [Consulta: 4 de marzo de 2018].
19. MUÑOZ, Alexander. *Estudio de pre factibilidad para la creación de una empresa importadora y distribuidora de equipos y accesorios informáticos en la Ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2005. 229 p.

20. OLIVEROS, Honorio. *Metodología para recuperar metales preciosos: oro, plata y grupo del platino, presentes en desechos electrónicos*. Trabajo final de Magister en Ing. de Materiales y Procesos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, 2011. 108 p.
21. PROTOMASTRO, Gustavo. *Minería urbana y la gestión de los residuos electrónicos*. Buenos Aires : Universidad ISALUD, 2013. 317 p.
22. Reuters. *Precios del oro cierran estables luego de caída del dólar*. El economista. [en línea]. <<https://www.economista.com.mx/mercados/Precios-del-oro-cierran-estables-luego-de-caida-del-dolar-20171123-0106.html>>. [Consulta: 4 de marzo de 2018].
23. SERH. *Derechos de los trabajadores*. [en línea]. <<https://serhguatemala.blogspot.com/2010/02/derechos-de-los-trabajadores.html>>. [Consulta: 11 de febrero de 2018].
24. Wikipedia, *Guatemala*. [en línea]. <[https://es.wikipedia.org/wiki/Guatemala_\(ciudad\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Guatemala_(ciudad))>. [Consulta: 21 de marzo de 2018].

APÉNDICES

Apéndice 1. Perfil

El perfil de un proyecto es una descripción simplificada del mismo. Existen varias formas de elaborar un perfil de proyecto, pero en este caso se realizará utilizando la Metodología del Marco Lógico.

El Marco Lógico es una metodología que permite conceptualizar, planificar, ejecutar y controlar un proyecto con enfoque basado en objetivos, comunicación entre involucrados y orientación hacia beneficiarios.

- Análisis de involucrados

El análisis de involucrados es la identificación de los involucrados del proyecto, lo que incluye la identificación de las necesidades e intereses de los mismos.

- Definición de los involucrados

- Gestores del proyecto: es el grupo de personas que se encargarán de la iniciativa de ejecución del proyecto.
- Inversores: son quienes brindarán los recursos económicos para poder ejecutar el proyecto.
- Personal del proyecto: son los trabajadores del mismo, sin importar el puesto que tengan en la misma.
- Clientes: son quienes compran y usan los productos del proyecto.
- Proveedores: son quienes brindan productos o servicios necesarios para que el proyecto funcione.

Continuación del apéndice 1.

- Habitantes de la ciudad: son las personas que habitan en la ciudad de Guatemala y pueden ser neutrales o tomar medidas a favor o en contra del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Caracterización de los involucrados**

Grupos	Intereses	Problemas percibidos	Mandatos y recursos
Gestor del proyecto	Sostenibilidad	Ninguno	Monetarios Contrato y acuerdos
Inversores	Retorno de la inversión	Ninguno	Monetarios
Personal del proyecto	Seguridad industrial Ambiente laboral Salario Estabilidad laboral	Riesgo asociado a la tarea a realizar	Ninguno
Clientes	Calidad del producto Precio competitivo Servicio de calidad	Inestabilidad en la oferta del producto	Dinero Demandas Contratos y acuerdos
Proveedores	Recibir los pagos acordados Cumplimiento de condiciones Sostenibilidad	Ninguno	Dinero Demandas Contratos y acuerdos
Habitantes de la ciudad	Mejorar la calidad de vida	Impacto ambiental negativo	Demandas

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Estrategia hacia los involucrados**

Grupos	Estrategia
Gestor del proyecto	Brindar toda la información relacionada a nivel estudio de prefactibilidad
Inversores	Brindar toda la información relacionada a nivel estudio de prefactibilidad
Personal del proyecto	Informar acerca de los procesos y condiciones de seguridad
Clientes	Comunicar las ventajas y oportunidades que provee el producto ofrecido
Proveedores	Informar los cambios que ocurren en el proyecto
Habitantes de la ciudad	Informar de los impactos positivos del proyecto y como se mitigarán los negativos

Fuente: elaboración propia.

- **Análisis del problema**

El análisis del problema muchas veces se realiza utilizando métodos como el árbol de problemas, es una herramienta que permite diagramar de una forma fácilmente comprensible un problema. La estructura básica del árbol de problemas es la siguiente:

- En las raíces se encuentran las causas del problema
- En el tronco se encuentra el problema principal
- En las hojas y ramas se encuentran los efectos

Continuación del apéndice 3.

Esta estructura permite comprender el problema y presenta de forma resumida lo que está ocurriendo, por qué está ocurriendo y que es lo que está ocasionando.

Sus principales ventajas son; permitir desglosar un problema para facilitar su análisis, se vincula con el árbol de objetivos, facilita la realización de otros componentes de la investigación.

- Contexto

En la ciudad de Guatemala no se ha afrontado el problema de los residuos de teléfonos celulares, por lo que no existen iniciativas ni políticas para la gestión integral de estos residuos. Uno de los mayores riesgos de esta problemática el deterioro del medio ambiente, también se pierde la oportunidad del aprovechamiento de los residuos de teléfonos celulares y placas de otros dispositivos electrónicos.

Los residuos de teléfonos celulares pueden someterse a un proceso de reciclaje, lo que generaría fuentes de trabajo en la ciudad de Guatemala.

- Identificación del problema

No existen iniciativas dedicadas a la gestión integral de residuos de teléfonos celulares en la ciudad de Guatemala.

Continuación del apéndice 3.

- Causas y efectos
 - Causas
 - Se duda de la factibilidad de realizar la gestión integral de residuos de teléfonos celulares en la ciudad de Guatemala.
 - ✓ Desinformación de las personas interesadas
 - ✓ Falta de interés por proyectos relacionados
 - No existen políticas relacionadas a la gestión integral de residuos de teléfonos celulares en la ciudad de Guatemala.
 - ✓ Desinformación de la población
 - ✓ No hay sectores políticos interesados en el tema
 - ✓ Falta de interés por temas relacionados
- Consecuencias directas
 - Manejo inadecuado de los residuos de teléfonos celulares.
 - Problemas de salud de la población.
 - Deterioro del medio ambiente.
 - Acumulación de residuos peligrosos en lugares no adecuados.

Continuación del apéndice 3.

- Desaprovechamiento de los residuos de teléfonos celulares
 - Menor crecimiento económico.
 - Falta de empleo.
 - Aumento de costos en materia prima relacionada a teléfonos celulares.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 4.

- Análisis de objetivos

El análisis de objetivos se realiza comúnmente utilizando la herramienta del árbol de objetivos, también conocido como el árbol de medios y fines, El árbol de medios y fines transforma el árbol de problemas en los medios y los fines, asimismo servir de guía en el análisis de alternativas.

Las ventajas del árbol de objetivos son:

- Visualiza la situación futura en torno al problema de interés
- La relación del problema con los medios y fines es fácilmente visualizable.
- Sirve como punto de partida para analizar las alternativas de solución.

Para construir el árbol de objetivos se toma como referencia el árbol de problemas y se pasa de lo negativo a lo positivo. Lo que permitirá transformar el problema en la situación deseada, las causas en medios para alcanzar la situación deseada y las consecuencias en los efectos positivos que se tendrán al alcanzar la situación deseada.

Posteriormente se debe verificar y modificar las redundancias o inconsistencias en el árbol, para finalmente ajustarlo preguntándose si le falta algo al árbol de objetivos o medios y fines.

Continuación del apéndice 4.

Luego de realizar lo descrito anteriormente se obtiene lo siguiente:

- Situación deseada

Existen iniciativas dedicadas a la gestión integral de residuos de teléfonos celulares en la ciudad de Guatemala.

- Causas y efectos

- Medios

- Existe respaldo para confirmar que la gestión integral de residuos de teléfonos celulares en la Ciudad de Guatemala es factible.

- ✓ Las personas interesadas están bien informadas

- ✓ Existe interés por distintos grupos

- Existen políticas relacionadas a la gestión integral de residuos de teléfonos celulares en la ciudad de Guatemala.

- La población está informada acerca de la problemática de los residuos de teléfonos celulares.

- Hay sectores políticos interesados en el tema.

- Existe interés por parte de la población en lo referente al impacto que tienen los residuos de teléfonos celulares en el ambiente.

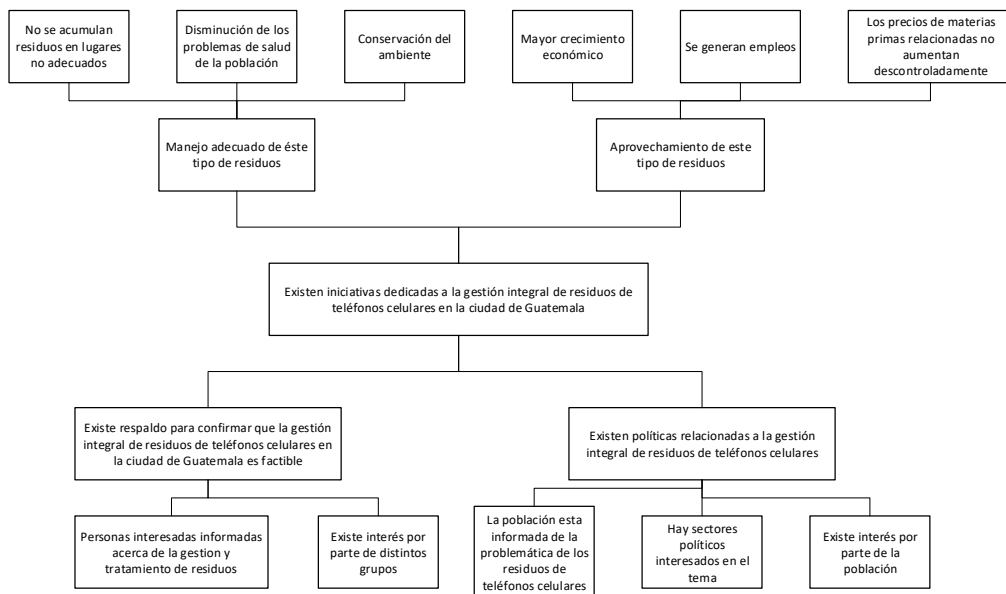
Continuación del apéndice 4.

- Consecuencias directas
 - Manejo adecuado de los residuos de teléfonos celulares.
 - Disminución en los problemas de salud a de la población.
 - Conservación del medio ambiente.
 - No se acumulan residuos en lugares no adecuados.

- Aprovechamiento de los residuos de teléfonos celulares
 - Mayor crecimiento económico.
 - Generación de empleo.
 - Los precios de las materias primas relacionadas no aumentan descontroladamente.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Árbol de objetivos



Fuente: elaboración propia.

- **Análisis de alternativas**

El análisis de alternativas es la identificación de uno o más medios para dar solución al problema planteado. A partir del árbol de objetivos se seleccionan aquellos medios que representan estrategias viables para la solución del problema, para posteriormente aplicarles filtros y seleccionar los más adecuados, Por lo que el proceso a realizar es el siguiente:

- Identificación de alternativas basándose en los medios del árbol de objetivos.
- Definición de los criterios pertinentes para escoger la alternativa a utilizar.
- Aplicar los filtros a las alternativas.

Continuación del apéndice 5.

- Determinar la estrategia óptima para el proyecto.
- Identificación de alternativas

Tomando como punto de partida los medios del árbol de medios y fines se obtuvieron diversas alternativas de solución:

- Medios
 - Existe respaldo para confirmar que la gestión integral de residuos de teléfonos celulares en la Ciudad de Guatemala es factible.
 - Distribuir información a grupos de interés, acerca de las opciones posibles para la realizar gestión adecuada de residuos de teléfonos celulares.
 - Realizar un estudio de prefactibilidad para PYMES dedicadas al aprovechamiento de residuos de teléfonos celulares.
 - Buscar apoyos internacionales que promuevan la gestión de residuos de teléfonos celulares.
 - Existen políticas relacionadas a la gestión integral de residuos de teléfonos celulares en la ciudad de Guatemala.
 - Campaña para concientizar a la población acerca del impacto ambiental que tendría la gestión de residuos de teléfonos celulares en la ciudad de Guatemala.

Continuación del apéndice 5.

- Buscar apoyos internacionales que promuevan la gestión de residuos de teléfonos celulares.
- Definición de los criterios para escoger la alternativa a utilizar
 - Sostenibilidad
 - Definición: este criterio se refiere al impacto a lo largo del tiempo que va a tener la solución, la alternativa que tenga impacto por más tiempo será la que tendrá la mayor puntuación.
 - Ponderación: el criterio de sostenibilidad se le asignará un 25 % de ponderación debido a que una solución sostenible a la problemática será considerablemente más beneficiosa.
 - Impacto ambiental
 - Definición: este criterio se refiere a que tan positivo es el impacto ambiental de la solución y que tan inmediato es su efecto. La alternativa que presente el mayor impacto positivo más rápidamente será la que tendrá la mayor puntuación.
 - Ponderación: se le asignará un 20 % al impacto ambiental ya uno de los fines de la gestión de residuos, es conservar al medio ambiente.

Continuación del apéndice 5.

- Impacto económico y social
 - Definición: esto se refiere a la aceptación y apoyo que tendrá la alternativa por parte de la población también de cómo va a afectar la economía de los sectores involucrados. Siendo la mayor puntuación para la alternativa que tenga mejor aceptación y aporte más a la economía.
 - Ponderación: al impacto económico y social se le asignará un 20 % debido a que éstas áreas son muy importantes para el desarrollo integral de las personas involucradas, asimismo de ser altamente influyente en la aceptación de la solución, por parte de la población.

- Recursos monetarios requeridos
 - Definición: se refiere a la inversión monetaria necesaria para ejecutar la alternativa, la que requiera menor inversión será mejor puntuada.
 - Ponderación: los recursos monetarios requeridos tendrán un 25 % de ponderación debido a ser el principal factor limitante en la ejecución del proyecto.

Continuación del apéndice 5.

- Tiempo requerido
 - Definición: es el tiempo que requiere ejecutar la propuesta, se dará preferencia a la que requiera menos.
 - Ponderación: el tiempo requerido tendrá una ponderación del 10 % esto debido a que, a pesar de ser un aspecto a considerar, el tiempo que se requiera para la ejecución, no tiene un fuerte impacto en los resultados del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Criterios**

Criterio	Ponderación
Sostenibilidad	25 %
Impacto ambiental	20 %
Impacto económico y social	20 %
Recursos monetarios requeridos	25 %
Tiempo requerido	10 %

Fuente: elaboración propia.

- Evaluación de criterios
 - Evaluación de criterios por propuesta

Apéndice 7. **Evaluación de criterios propuesta**

Campaña de concientización de impacto ambiental	
Sostenibilidad:	Este tipo de proyectos tiene impacto por poco tiempo, debido a la cultura que se tiene como país, por lo que se le asignó 40 %.
Impacto ambiental:	El impacto ambiental que tiene la concientización de la población es bajo debido a que muchas veces se queda en palabras por lo que se le asignó un 20 %.
Impacto económico y social:	Las campañas de concientización son muy bien vistas por la población, pero su impacto económico es casi nulo por lo que se le asignó un 60 %.
Recursos monetarios requeridos:	Se requerirá de varias actividades de movilización de personas también de gastos en publicidad, por lo que se le asignó un 40 %.
Tiempo requerido	La campaña de concientización no requerirá más tiempo del disponible por lo que se le asignó un 70 %.

Distribución de información a grupos de interés	
Sostenibilidad:	Informar del tema a las personas adecuadas puede dar como fruto diversas soluciones, por lo que se le asignó un 60 %.
Impacto ambiental:	Las personas adecuadas, informadas pueden ejecutar diversos proyectos para atacar el problema, por lo que se le asignó un 40 %.
Impacto económico y social:	Las personas de interés verán de buena forma el proyecto asimismo se espera que las actividades que realicen con la información sean de beneficio económico a la sociedad 60 %.
Recursos monetarios requeridos:	Para realizar la distribución de la información a los grupos de interés será necesario invertir en un estudio para identificarlos y realizar diversas capacitaciones, por lo que se le asignó un 60 %.
Tiempo requerido	El tiempo requerido para distribuir la información no será mucho, por lo que se le asignó un 80 %.

Continuación del apéndice 7.

Estudio de prefactibilidad para PYMES	
Sostenibilidad:	El estudio de prefactibilidad promoverá la iniciativa de PYMES las cuales por ser empresas, se espera que sean sostenibles, por lo que se asignó un 60 %.
Impacto ambiental:	Promover PYMES de actividades relacionadas tendrá un impacto positivo en la gestión adecuada de residuos y por lo tanto en el medio ambiente, por lo que se le asignó un 50 %.
Impacto económico y social:	Promover PYMES tiene un impacto económico positivo y es bien visto por la sociedad por lo que se le asignó un 80 %
Recursos monetarios requeridos:	Realizar el estudio de prefactibilidad es la opción que requiere de menos recursos económicos, por lo que se le asignó un 90 %.
Tiempo requerido	El tiempo requerido para realizar un estudio de prefactibilidad puede estar distribuido de forma muy flexible, por lo que se le asignó un 80 %.

Búsqueda de apoyo internacional	
Sostenibilidad:	Buscar apoyo internacional tiene bajas oportunidades de ser sostenibles por el clima político del país, se le asignó un 50 %.
Impacto ambiental:	El impacto ambiental que tendrá el apoyo internacional es bastante positivo, por lo que se le asignó un 60 %.
Impacto económico y social:	La búsqueda de apoyo internacional el bien vista y puede tener un impacto positivo económico, por lo que se le asignó un 70 %.
Recursos monetarios requeridos:	Buscar apoyo internacional requiere de pocos recursos económicos, por lo que se le asignó un 90 %.
Tiempo requerido	El tiempo requerido para buscar apoyo internacional no es muy extenso y puede distribuirse de forma flexible, por lo que se le asignó un 80 %.

Fuente: elaboración propia.

- Resumen de evaluación de criterios

Apéndice 8. Resumen de evaluación de criterios

Ponderación	25%	20%	20%	25%	10%	100%
Alternativa	Sostenibilidad	Impacto ambiental	Impacto económico y social	Recursos monetarios requeridos	Tiempo requerido	Total
Campaña de concientización del impacto ambiental	40	20	60	40	70	43
Distribución de información a grupos de interés	60	40	70	60	80	60
Estudio de prefactibilidad para PYMES	60	50	80	90	80	71,5
Búsqueda de apoyo internacional	50	60	70	90	80	69

Fuente: elaboración propia.

- Selección de alternativa

Como resultado del análisis realizado a partir de la evaluación de los criterios definidos la mejor alternativa es:

- Realizar un estudio de prefactibilidad para PYMES dedicadas al aprovechamiento de residuos de teléfonos celulares.

Continuación del apéndice 8.

- Ventajas
 - ✓ Al presentar un estudio claro acerca de la factibilidad de tomar el aprovechamiento de residuos de teléfonos celulares como un negocio lucrativo, habrá personas interesadas en ponerlo en práctica.
 - ✓ La inversión requerida es baja.
 - ✓ El impacto económico y social de las PYMES relacionadas al cuidado del ambiente es positivo.

- Desventajas
 - ✓ Si el estudio no llega a las personas adecuadas, no cumplirá su fin.
 - ✓ Puede que el estudio de pre factibilidad llegue a la conclusión de que el aprovechamiento de residuos de teléfonos celulares no es factible.

- Matriz del marco lógico

La matriz del marco lógico tiene como objetivo resumir el marco lógico y se estructura de la siguiente manera:

- Columnas
 - Resumen narrativo: es la estructura analítica del proyecto, en sus distintos niveles; fin, propósito, componentes y actividades.

Continuación del apéndice 8.

- Nombre del indicador: los indicadores son aquellos que servirán para conocer el progreso del proyecto, ya sea parcial o final. Los indicadores deben ser prácticos, independientes y focalizados.
 - Medios de verificación: los medios de verificación son las fuentes de información para actualizar los indicadores.
 - Supuestos: Los supuestos son las condiciones que se consideran ciertos, pero no son controlables por el proyecto, aunque en caso de que no se cumplan afectarán los resultados del proyecto.
-
- Filas
 - Fin: es en lo que el proyecto contribuye de manera significativa al estar en funcionamiento.
 - Propósito: es lo que se desea lograr con la ejecución del proyecto,
 - Componentes: son los resultados a completar durante la ejecución del proyecto.
 - Actividades requeridas: son las actividades requeridas para producir los resultados.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Matriz de marco lógico**

	Resumen narrativo	Nombre de indicador	Medios de verificación	Supuestos
Fin	•Disminución de los problemas de salud de la población	•Enfermedades provocadas por desechos de metales pesados	•Estadísticas del ministerio de salud	•No se crea una nueva legislación que prohíba las actividades de aprovechamiento de residuos peligrosos
	•Conservación del ambiente	•Toneladas de desechos electrónicos tratadas	•Registros de las PYME	
	•No se acumulan residuos en lugares no adecuados			
	•Mayor crecimiento económico de la ciudad	•Cantidad de dinero introducida a la economía por la PYME	•Estados financieros de las PYME	

Continuación del apéndice 9.

	•Generación de empleos en la ciudad	•Cantidad de empleos directos e indirectos generados	•Cuestionario a los dueños de las PYME	
Propósito	•Promover las iniciativas dedicadas a la gestión integral de residuos de teléfonos celulares en la Ciudad de Guatemala	•Cantidad de iniciativas para gestión integral de residuos de teléfonos celulares en la ciudad	•Registro mercantil	•Las personas de interés confían en los resultados expuestos por el estudio
		•Iniciativas de gestión integral que cierran	•Registro mercantil	
Componente	•Estudio de prefactibilidad de las PYMES dedicadas al aprovechamiento de residuos de teléfonos celulares	•Cantidad de personas que han solicitado el estudio de prefactibilidad	•Registros de las personas que han solicitado y descargado el documento	•Las personas de interés son informadas de la existencia del proyecto

Continuación del apéndice 9.

Actividades	•Determinar el equilibrio de mercado para la PYME	•Actividades realizadas de cada etapa	•Documentos elaborados	•No ocurren cambios severos en el mercado
	•Diseño de la propuesta técnica			•No cambia la legislación relacionada a PYMES y las actividades a realizar
	•Elaborar el esquema administrativo			
	•Determinar los aspectos legales involucrados			
	•Identificar el impacto ambiental en sus distintas fases			
	•Determinar el punto de equilibrio financiero			•La situación económica y financiera del país permanece estable
	•Elaborar el análisis económico			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. Método utilizado para proyecciones

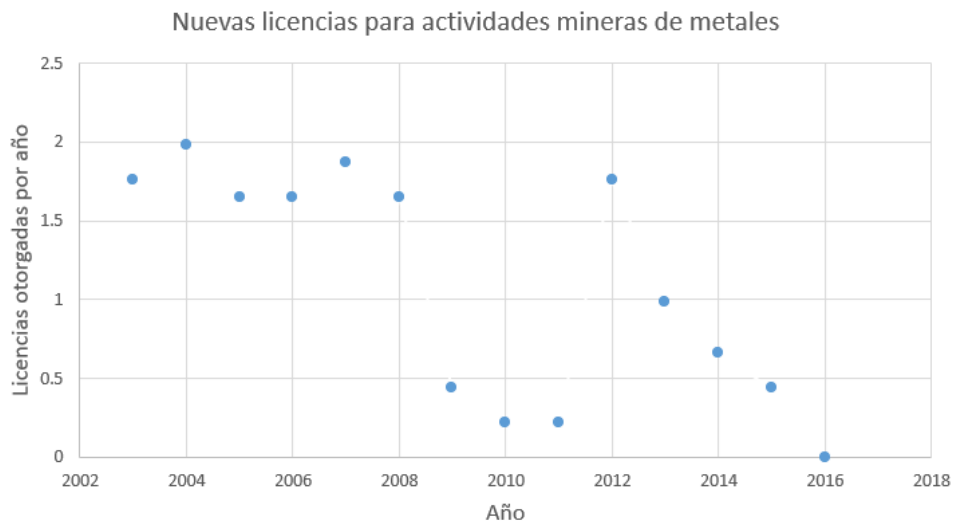
Para la elaboración de los análisis estadísticos y proyecciones, se utilizó el programa Excel 2016, mediante su función “Agregar línea de tendencia”.

Por ejemplo, para la elaboración de la proyección de nuevas licencias en los próximos años se procedió de la siguiente manera:

- Colocar los datos en un gráfico de dispersión con puntos, no con líneas.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. Gráfico de ejemplo



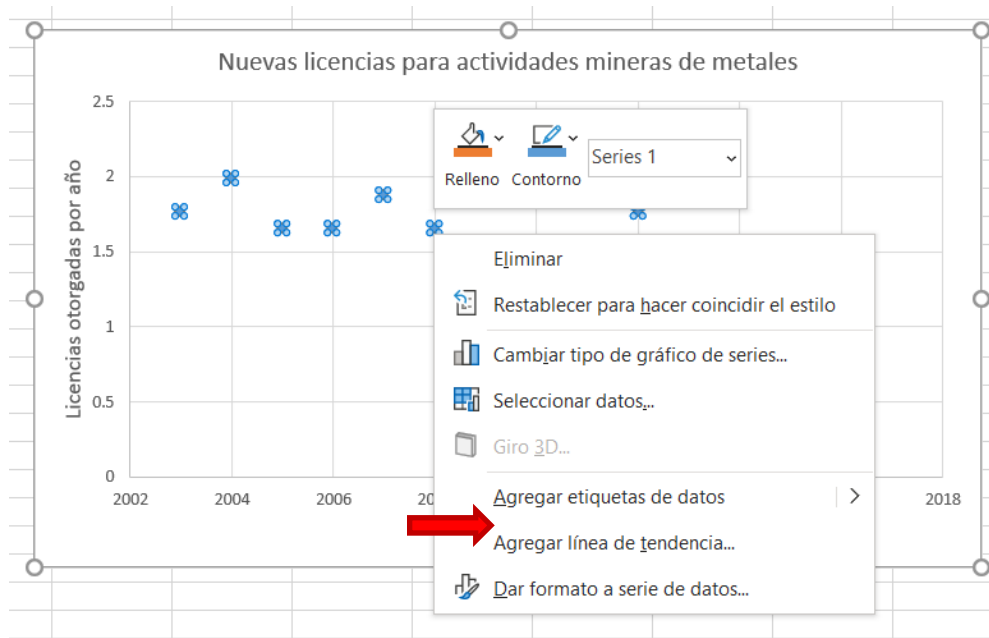
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 11.

- Seleccionar uno de los puntos generados, dar click derecho, en el menú desplegable que abrirá seleccionar la opción “Agregar línea de tendencia”

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. Ejemplo



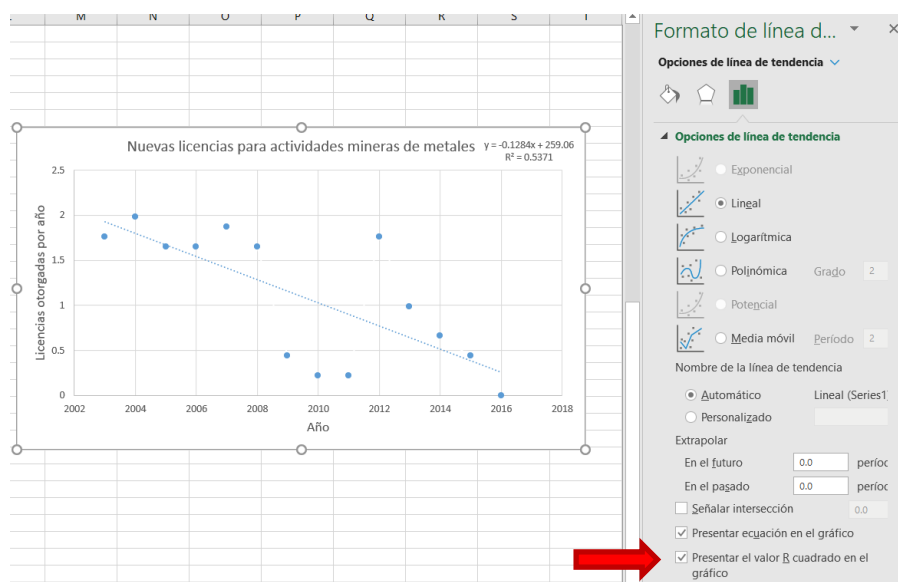
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 12.

- Se generará una línea de tendencia y se abrirá un panel lateral, En ese panel seleccionar las opciones “Presentar ecuación en el gráfico” y “Presentar valor R cuadrado en el gráfico”.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. Ejemplo



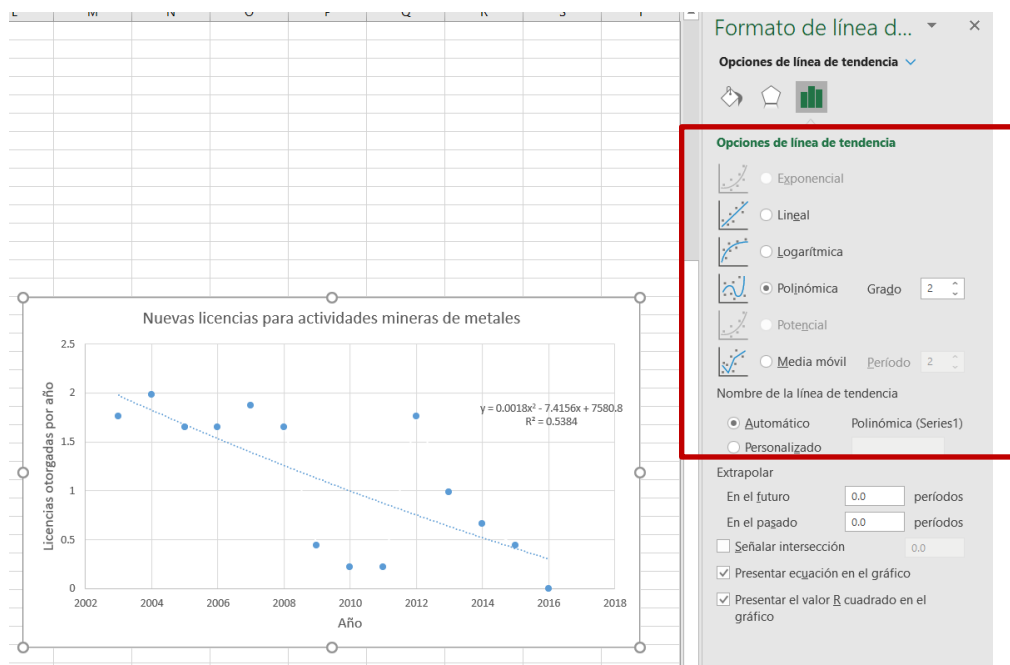
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 13.

- Buscar el tipo de función y sus características (grado, período), que den el valor de R^2 (coeficiente de correlación), más cercano a 1, ente más cercano sea el valor de R^2 a 1, mejor es el ajuste de la línea de tendencia a los datos reales.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. Ejemplo



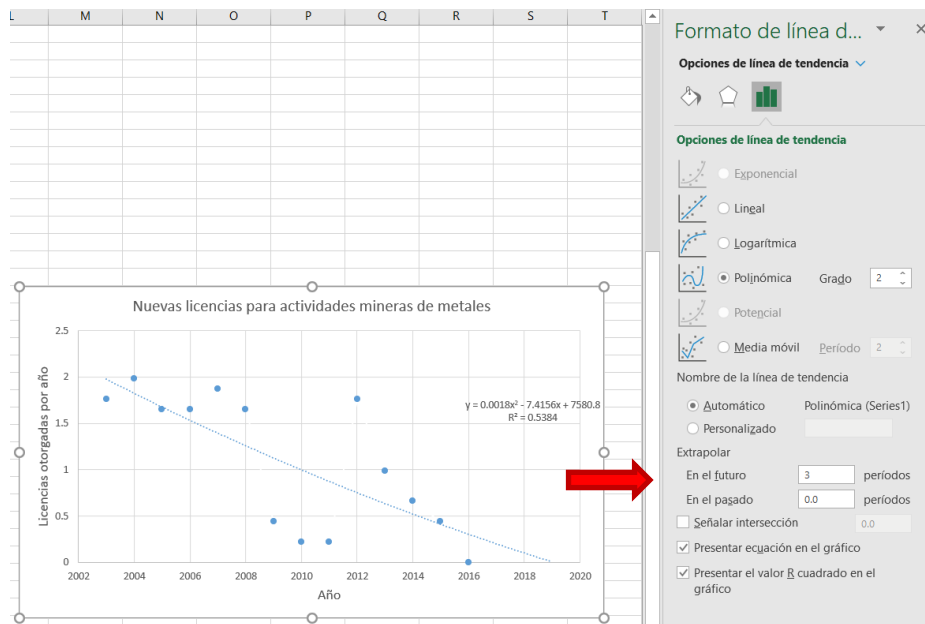
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 14.

- En caso de requerir que la línea de tendencia muestre su comportamiento proyectado, se indica la cantidad de períodos requeridos en la siguiente opción.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. Ejemplo



Fuente: elaboración propia.

El método utilizado por Excel para calcular las líneas de tendencia es conocido como, mínimos cuadrados, una técnica de análisis numérico que se basa en intentar minimizar la suma de cuadrados, de las diferencias entre los puntos generados por la función elegida y los datos utilizados como base.

Fuente: elaboración propia.

