

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas



**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y
OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE MINERÍA URBANA EN
LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa la obtención del Título de:

MAGISTER EN ECONOMÍA Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

Presentado por:

PAOLA MAYLEEN PACTONG TOBAR

ALAN MARCEL VERA BARRETO

Guayaquil – Ecuador

2019

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme vida, salud y sabiduría a lo largo del estudio.
A mis padres y esposo, que sin ellos no hubiera logrado cumplir mi meta profesional.
Mami, gracias por estar a mi lado en esta etapa de mi posgrado, tu apoyo moral y entusiasmo que me
brindaste para seguir adelante en mi propósito.
Papi, aunque no estés físicamente, valoré mucho tu ejemplo de tenacidad y lucha.
Amado esposo, gracias por tu apoyo incondicional y cariño que hizo posible terminar lo que un día inicié.
A mis hijos, Leonidas y Maylin, han sido la motivación de mi esfuerzo.
A mi tutora, por el tiempo, apoyo y dedicación que dedicó a compartir sus conocimientos.
Gracias.

Paola Mayleen Pactong Tobar

Mi sincero agradecimiento en primer lugar a Dios, nuestro creador quien nos permite seguir con vida, por
dotarme el día a día de fortaleza, vida y sabiduría para culminar un objetivo más en mi vida.
A mis padres quienes son mis pilares fundamentales en mi vida.
A mi familia quienes de una u otra forma me han impulsaron a seguir y culminar este objetivo, cuarto nivel.
A nuestros queridos docentes y en especial a nuestra querida tutora MSc. Maria Elena Romero, por la
paciencia y consejos e importante experiencia fueron pilares fundamentales para la realización de esta tesis.
Gracias por su valioso tiempo.

Alan Marcel Vera Barreto.

DEDICATORIA

A mi madre Fanny Tobar, por cada palabra de aliento.

A mi amado esposo Otto Tigrero, por su apoyo condicional.

A mis maravillosos hijos Leonidas y Maylin, por su comprensión.

Paola Mayleen Pactong Tobar.

Dedico esta tesis a mis abuelitos paternos y maternos, en especial a mi abuelito Alfonso quien fue como mi segundo padre, fue alguien de gran apoyo emocional durante el tiempo que Dios decidió llevárselo.

Mis padres, mi madre por ser mi mejor amiga, por sus consejos, mi padre, quien fue la persona que siempre creyó en mí, por su apoyo incondicional.

Esta tesis es de ustedes. Los Amo

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, por su apoyo imperioso.

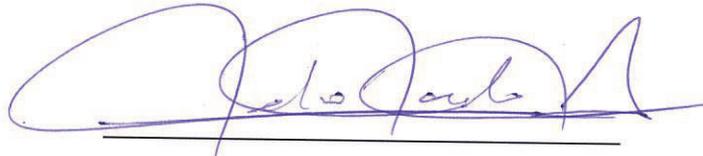
Alan Marcel Vera Barreto.

COMITÉ DE EVALUACIÓN



M.Sc. María Elena Romero

Director del Proyecto



M.Sc. Pedro Gando Cañarte

Evaluador



M.Sc. Juan Carlos Campuzano Sotomayor

Evaluador

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, corresponde exclusivamente al autor, y al patrimonio intelectual de la misma **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**”


Paola Mayleen Pactong Tobar


Alan Marcel Vera Barreto

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| AGRADECIMIENTO | i |
| DEDICATORIA | ii |
| COMITÉ DE EVALUACIÓN | iii |
| DECLARACIÓN EXPRESA | iv |
| ÍNDICE GENERAL | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| ÍNDICE DE ANEXOS | x |
| ABREVIATURAS | xi |
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| 1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. | 3 |
| 1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA. | 3 |
| 1.2. OBJETIVOS. | 4 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN. | 5 |
| 1.4. ALCANCE DEL ESTUDIO. | 6 |
| 2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO. | 7 |
| 2.1. ANTECEDENTES. | 7 |
| 2.1.1. Reseña histórica de la minería. | 7 |
| 2.1.2. La minería y la industria electrónica. | 9 |
| 2.1.3. Los daños ambientales de la minería convencional..... | 11 |
| 2.1.4. Recuperación de metales preciosos a partir de desechos electrónicos. | 13 |
| 2.1.5. Regulaciones sobre la basura electrónica. | 14 |
| 2.2. EL PRODUCTO | 16 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.2.1. | Producto principal y subproductos | 17 |
| 2.2.2. | Segmento de mercado..... | 18 |
| 2.3. | PROCESO PRODUCTIVO..... | 18 |
| 2.4. | ESTUDIO AMBIENTAL..... | 26 |
| 3. | CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD. | 29 |
| 3.1. | TIPO DE ESTUDIO..... | 29 |
| 3.2. | MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS..... | 31 |
| 3.3. | DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENTREVISTA..... | 40 |
| 3.4. | RESULTADOS Y HALLAZGOS..... | 41 |
| 3.4.1. | Precio..... | 41 |
| 3.4.2. | Cantidad de Basura Electrónica en Ecuador..... | 42 |
| 3.4.3. | Empresas posicionadas en el mercado mundial en la industria de..... | 43 |
| 4. | CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD..... | 45 |
| 4.1. | CONSTITUCIÓN LEGAL..... | 45 |
| 4.2. | LICENCIAS Y AUTORIZACIÓN..... | 47 |
| 4.2.1. | REQUISITOS PARA COMERCIALIZAR ORO..... | 47 |
| 4.2.2. | LICENCIA PARA LA OPERACIÓN..... | 48 |
| 4.3. | ESTUDIO TÉCNICO..... | 49 |
| 4.3.1. | TAMAÑO DEL PROYECTO..... | 49 |
| 4.3.2. | LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO | 49 |
| 4.4. | ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO..... | 56 |
| 4.4.1. | Proyección de Ingresos..... | 56 |
| 4.4.2. | Proyección de Gastos..... | 57 |
| 4.4.3. | Inversiones..... | 59 |
| 4.5. | PROYECCIÓN DE ESTADOS FINANCIEROS | 63 |
| 4.5.1. | Estado de Resultado | 63 |
| 4.5.2. | Flujo de Efectivo | 63 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.6. | ANÁLISIS DE INDICADORES FINANCIEROS. | 64 |
| 4.6.1. | Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)..... | 64 |
| 4.6.2. | Tasa Interna de Retorno (TIR)..... | 64 |
| 4.6.3. | Valor Actual Neto (VAN). | 65 |
| 4.6.4. | Periodo de recuperación de la inversión..... | 65 |
| 4.6.5. | Análisis de Sensibilidad. | 65 |
| 4.6.6. | Punto de equilibrio. | 66 |
| | CONCLUSIONES..... | 67 |
| | RECOMENDACIONES | 68 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 69 |
| | ANEXOS..... | 72 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura N° 1: Áreas concesionadas a la minería a nivel nacional (2018)..... | 9 |
| Figura N° 2: Proceso de gestión de equipos celulares en desuso..... | 16 |
| Figura N° 3: Desmontado de equipos electrónicos en Intercía..... | 20 |
| Figura N° 4: Balanza Tipo Plataforma..... | 21 |
| Figura N° 5: Triturador Bomatic B850..... | 21 |
| Figura N° 6: Trituradora de martillo..... | 22 |
| Figura N° 7: Tanques de Lixiviación de Agitación Continua sxk-57..... | 23 |
| Figura N° 8: Filtros rotativos de vacío con bomba exterior..... | 24 |
| Figura N° 9: Horno de Fundición..... | 25 |
| Figura N° 10: Proceso en el interior de la planta..... | 26 |
| Figura N° 11: Portal del Banco Central del Ecuador para cotización de oro..... | 32 |
| Figura N° 12: Precio histórico del oro 2000-2019..... | 41 |
| Figura N° 13: Precio histórico de la plata 2000-2019..... | 42 |
| Figura N° 14: Basura electrónica en América Latina (2016) en Kilotoneladas..... | 42 |
| Figura N° 15: Planta de lixiviación de EnviroLeach..... | 44 |
| Figura N° 16: Ubicación Geográfica de la ciudad de Guayaquil..... | 50 |
| Figura N° 17: Microlocalización del proyecto..... | 51 |
| Figura N° 18: Zona de estacionamiento y descarga de materia prima..... | 52 |
| Figura N° 19: Zona de almacenamiento de materia prima..... | 52 |
| Figura N° 20: Zona de triturado..... | 53 |
| Figura N° 21: Zona de lixiviación y fundición..... | 54 |
| Figura N° 22: Área administrativa..... | 54 |
| Figura N° 23: Distribución de las instalaciones..... | 55 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Componentes minerales y no minerales en la basura electrónica | 11 |
| Tabla 2: Gestores Ambientales Autorizados por el Ministerio del Ambiente..... | 19 |
| Tabla 3: Oro de ley | 41 |
| Tabla 4: Pronóstico de ventas en unidades por 5 años | 56 |
| Tabla 5: Pronóstico de venta en dólares por 5 años | 57 |
| Tabla 6: Detalle de los Materiales Directos..... | 58 |
| Tabla 7: Detalle de pago de personal..... | 58 |
| Tabla 8: Detalle de costos indirectos de fabricación. | 59 |
| Tabla 9: Inversiones en activos para la instalación de la planta. | 60 |
| Tabla 10: Depreciación de activos | 60 |
| Tabla 11: Otros Gastos. | 61 |
| Tabla 12: Capital de trabajo..... | 61 |
| Tabla 13: Financiamiento | 62 |
| Tabla 14: Tabla de amortización de crédito otorgado por la CFN-EP | 62 |
| Tabla 15: Estado de Resultados proyectado a 5 años..... | 63 |
| Tabla 16: Flujo de Efectivo proyectado a 5 años. | 64 |
| Tabla 17: Análisis de sensibilidad con precio histórico del oro. | 65 |
| Tabla 18: Análisis de sensibilidad sin venta de plata y cobre | 66 |
| Tabla 19: Análisis de sensibilidad con incremento en materia prima | 66 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo N° 1: Acuerdo Ministerial 190: Política Nacional Post-consumo de equipos eléctricos y electrónicos en desuso | 73 |
| Anexo N° 2: Cotización histórica del oro en el BCE – año 2019 | 82 |
| Anexo N° 3: Proyecto E-Waste – Capítulo III, del Ing. Eduardo Recalde Chiluzza sobre la recuperación de oro en laboratorios de la ESPOL..... | 83 |
| Anexo N° 4: Requisitos para acceder a crédito de la CFN-BP | 108 |

ABREVIATURAS

| | |
|--------|---|
| ARCOM | : Agencia de Regulación y Control Minero |
| BCE | : Banco Central del Ecuador |
| CFN-EP | : Corporación Financiera Nacional – Empresa Pública |
| CRT | : Tubo de Rayos Catódicos |
| ENAMI | : Empresa Nacional Minera |
| MAE | : Ministerio del Ambiente del Ecuador |
| NCER | : Centro Nacional para Reciclaje Electrónico |
| PRI | : Periodo de Recuperación de la Inversión |
| RAEE | : Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos |
| TIR | : Tasa Interna de Retorno |
| VAN | : Valor Actual Neto |

RESUMEN

La Minería Urbana es un método de recuperación de minerales metálicos y no metálicos que permitirá a largo plazo preservar los bosques a nivel mundial erradicando la minería convencional, ya que consiste en la extracción de metales y semimetales con técnicas hidrometalúrgicas que no dañan el medioambiente desde materiales que comúnmente terminan en la basura.

El presente proyecto contempla la extracción de oro, plata y cobre desde chatarra electrónica receptada por empresas especializadas, mediante procesos de lixiviación y electrólisis que garantizan la pureza del metal recuperado. Para determinar el método más amigable con el medio ambiente se consultó a expertos en minería y metalúrgia que recomendaron procesos idóneos para obtener purezas del 99.9% en los metales recuperados con bajos costos y evitando el uso de productos tóxicos como el cianuro o el mercurio.

La aplicación de métodos lixiviantes en placas electrónicas trituradas nos da concentraciones de oro de 0.02%, en plata 0.24% y en cobre del 9.94%, éste material es recuperado y fundido para su posterior venta en el Banco Central del Ecuador a precio internacional. El inicio de las operaciones requiere un capital de trabajo que supera el medio millón de dólares y que al final de 5 años generará una tasa Interna de Retorno de 1683,67% que es una cifra bastante atractiva considerando además que por cada dólar vendido nos quedamos con 16 centavos como utilidad neta.

El proyecto es considerado económica y financieramente rentable por lo que se recomienda su ejecución, adicionalmente se deben considerar mitigar el impacto ambiental ocasionado por la empresa con la venta de concentrado sin la extracción del cobre dado su poco valor comercial y su alto volumen de producción que ocasionan una carga adicional de trabajo en la planta.

INTRODUCCIÓN

La industria electrónica se ha caracterizado por ser una de las que más metales preciosos demanda para poder producir, todo esto ha ocasionado que la actividad minera se masifique a nivel mundial a tal punto de estar acabando con las pocas reservas naturales que aún quedan en nuestro planeta, tal es el caso de los bosques y selvas ecuatorianas que actualmente se encuentran concesionadas a empresas Chinas que serán las encargadas de la exploración y explotación de cobre, oro y plata en territorios que por años han sido protegidos de la contaminación por las nacionalidades indígenas o pueblos no contactados.

La actividad minera es una de las que mayor materia prima entrega a la industria y la que mayor impacto ocasiona en el ambiente, las causas de ésta contaminación van más allá de la ocasionada por químicos altamente tóxicos en las cuencas hidrográficas, desde su exploración ya ocasiona daños, por ejemplo para explorar y cuantificar un yacimiento se utilizan explosiones con dinamita y excavaciones con taladros rotativos de suelo para tomar muestras, posteriormente la explotación se la realiza mediante la técnica de cielo abierto que consiste en perforar grandes agujeros en la tierra y mediante maquinaria pesada y enormes camiones transportar la tierra para procesarla y extraer sus minerales, adicionalmente se debe considerar que el proceso más utilizado para la separación final del oro es la lixiviación mediante cianuro un producto altamente tóxico para los seres vivos que se almacena de manera inadecuada posterior a su uso.

Al tiempo que la industria electrónica demanda más materia prima de las mineras a nivel mundial, la población genera mayor cantidad de desechos electrónicos a tal punto que en nuestro país se tiran a la basura común celulares, computadoras, televisores, y toda la electrónica de consumo que por su corta vida útil ha dejado de funcionar. Todos éstos artefactos no solo contienen plásticos sino metales y minerales valiosos que de ser extraídos de manera adecuada generarán una fuente de ingreso sostenible y sustentable dado los altos precios de metales como el oro, la plata y el cobre que son cotizados por las joyerías y la industria electrónica.

Éste trabajo aborda ésta problemática desde el punto de vista empresarial, buscando generar rendimientos económicos en una actividad que hasta ahora ha sido poco explorada.

1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

El término “Minería Urbana” fue introducido por el Profesor Nanjyo de la Universidad de Tohoku, en Japón, durante la década de 1980; con el que se propuso promover el reciclaje y la reutilización de los recursos naturales. Básicamente, se trata de un proceso en el que se recuperan componentes y materia prima de alto valor comercial a partir de productos, construcciones y residuos (Urban Mining Square, 2014). La Minería Urbana de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) tiene que ver con la extracción de minerales como el oro, plata, bronce, cobre, paladio, etc., desde una laboratorio sin necesidad de explotar físicamente territorios o realizar excavaciones, el término se refiere exclusivamente a la recuperación mediante procesos químicos de metales preciosos desde fuentes donde éstos fueron ya utilizados y que comúnmente son desechadas por la sociedad tal es el caso de los equipos electrónicos.

Según el Centro Nacional para Reciclaje Electrónico (NCER) de las Naciones Unidas, existen varios países que se dedican a minera urbana y reciben basura electrónica de diversas partes del mundo, como por ejemplo: China, Canadá, México, Chile, Líbano, Colombia e Italia. En Guiyu, la capital del reciclaje tecnológica de China, esta industria da trabajo al menos a 80.000 residentes de esta ciudad de 130.000 habitantes, cada año la ciudad procesa más de 1,6 millones de toneladas de basura tecnológica, generando ingresos por un valor de 600 millones de dólares anuales, lo que atrae migrantes de todas partes de China (Protomastro, Minería Urbana, 2015).

En minería convencional a cielo abierto para que un proyecto minero sea rentable se estima que al menos debe existir un gramo de oro por cada tonelada de material pétreo removido por lo general se logra obtener entre 5 y 10 gramos, pero en ésta actividad hay que destacar todo el complejo proceso que lleva consigo como el impacto ambiental, la maquinaria necesaria, el capital humano, etc. Por su parte en minería urbana desde desechos de productos electrónicos se logra obtener hasta 100 gramos de oro por cada tonelada de material lógicamente debe haberse extraído previamente el plástico mediante procesos industriales y de clasificación (SWI Swissinfo, 2008).

En nuestro país no se aprovecha el producto del reciclaje, por el contrario, los desechos son exportados a otros países donde se realiza la actividad de extracción de metales, minerales y demás componentes por diferentes métodos.

En octubre del 2012 entró en funcionamiento en el cantón Durán la empresa INTERCIA que es la primera planta del Ecuador que realiza recolección y desensamblaje de equipos electrónicos en desuso; su primera exportación fue de 215 toneladas métricas con destino a Canadá en diciembre del mismo año, entre las empresas que reciclan sus desechos electrónicos con Intercia están: Claro, Bic del Ecuador, Papelera Nacional, Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos, Corporación Noboa, Kymberly Clark, entre otras. Ésta planta tiene una capacidad de reciclar 24 mil toneladas al año y cuenta con licencia ambiental con un acuerdo que le permite transportar desechos electrónicos entre Ecuador y Canadá (El Comercio, 2012). Según cifras de Intercía hasta agosto de 2016 ya había exportado cerca de 2 mil toneladas de desechos primarios, adicionalmente clasifica aluminio y material ferroso para su venta local (El Telegrafo, 2016).

En 2014 se creó Reciclaje Recimax en Guayaquil y para 2016 ya llevaba exportadas casi 200 toneladas, ésta empresa exporta material primario a Panamá donde después es llevado a refinadoras para realizar el proceso de triturado, incinerado, pulverizado y fundido para obtener metales preciosos entre ellos oro (El Telegrafo, 2016).

La propuesta del proyecto busca identificar la factibilidad técnica, legal, ambiental, económica y financiera de realizar operaciones de extracción de metales preciosos como oro, plata, cobre, paladio, entre otros desde desechos electrónicos que se producen en la ciudad de Guayaquil, al mismo tiempo de identificar posibles fuentes de financiamiento que permitan hacer realidad el proyecto ofreciendo así plazas de empleo y aportando a desarrollo del país y al cambio de la matriz productiva.

1.2.OBJETIVOS.

1.2.1. Objetivos General.

Evaluar económica y financieramente la instalación de una planta para recuperación de metales preciosos en la ciudad de Guayaquil determinando su factibilidad mediante indicadores financieros.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Cuantificar el volumen y tipos de basura electrónica a través fuentes de información secundarias, que determine la suficiencia de materia prima.
- Elaborar una propuesta técnica y ambiental mediante procesos operativos que nos permitan optimizar los recursos de la planta.
- Analizar el entorno legal para la operación de una planta de minería urbana mediante el estudio de la normativa existente en nuestro país.
- Determinar ingresos, costos y gasto mediante estimaciones para la elaboración de estados financieros proyectados que sustente la toma de decisiones.
- Evaluar el proyecto a través de indicadores financieros para la determinación de su factibilidad en términos económicos.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Con la existencia de una creciente demanda de productos electrónicos sumada a su corta vida útil ya que la mayoría no supera los 5 años podemos estimar que existe un foco de contaminación enorme que de una u otra manera se debe erradicar.

La basura electrónica está compuesta por todos nuestros desechos y se han cuantificado en más de 90 kilotoneladas por año lo que significa que alrededor de 66 mil toneladas acaban en la basura común en los botaderos que por lo general son rellenos sanitarios llevando consigo materiales altamente tóxicos para el medio ambiente y la salud humana como el cadmio, mercurio, plomo, selenio o arsénico (Calderón, Alcivar, & Acevo, 2018).

La basura electrónica no solo lleva consigo sustancias nocivas sino considerables cantidades de metales preciosos como oro, plata, cobre, paladio, etc. Todas con un enorme valor monetario que deben ser rescatadas, tratadas y vendidas respetando las normas legales, ambientales y financieras.

Es indispensable realizar un estudio que identifique claramente la cantidad de desechos electrónicos existentes en nuestra ciudad, cómo son gestionados y de qué manera pueden ser aprovechados para su reciclaje respetando las normas legales existentes.

En nuestro país actualmente existen empresas dedicadas al reciclaje y manejo de desechos electrónicos que desmantelan y trituran las partes de los artefactos receptados para posteriormente exportar los desechos a países como Colombia, China, India y México donde son utilizadas para la recuperación de los minerales preciosos de alto valor monetario como el oro, la plata y el cobre.

Uno de los objetivos del presente proyecto es identificar el procesos óptimo que permita la recuperación de oro, plata y cobre en nuestro país y aprovechar de mejor manera ese recurso, ya que actualmente el material de reciclaje es pagado a precios ridículamente bajos y otorga rendimientos económicos empresas de otros países. Un estudio adecuado permitirá la generación de fuentes de empleo mediante la creación de una planta dedicada a convertir los desechos electrónicos en un producto final atractivo para el mercado local como joyerías, ya que nuestro país carece de empresas dedicadas a la fabricación de componentes electrónicos.

Con el oro reciclado es posible generar fuentes de empleo, recursos económicos a la economía del país y por supuesto preservar de mejor manera nuestro ecosistema retirando de la basura común componentes electrónicos cargados de componentes químicos de alta toxicidad.

1.4.ALCANCE DEL ESTUDIO.

El presente estudio busca identificar el método idóneo para la recuperación de metales preciosos desde desechos electrónicos aplicando técnicas de investigación científica detalladas próximos capítulos, finalizando en la elaboración de un estudio completo que detalle el plan de negocios y la viabilidad técnica, legal y financiera de sus operaciones a partir de la determinación de la materia prima en cuanto a volumen y capacidad instalada de la empresa para establecer el monto de inversión necesario y el tiempo en que será recuperado el capital.

Los estudios serán realizados únicamente en la ciudad de Guayaquil con datos tomados de fuentes como el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Banco Central del Ecuador (BCE), otros organismos públicos y ONG's. El análisis será de 5 años a partir del inicio de operaciones e incluirá todo el proceso desde la constitución legal hasta los informes financieros.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES.

2.1.1. Reseña histórica de la minería.

La minería ha sido un término que por lo general se emplea para denominar a la actividad de extraer minerales o metales preciosos desde una fuente primaria. Para Celestino Pareja Bueno “por minería se entiende la actividad industrial consistente en la extracción selectiva, mediante la aplicación de técnica minera, de sustancias y minerales existentes en la corteza terrestre, de forma que sea económicamente rentable” (2012).

La minería es tan antigua como la humanidad misma, los pueblos desde hace varios miles de años ya se dedicaban a actividades mineras, prueba de ello es que los arqueólogos han encontrado vestigios a nivel mundial de como el hombre empleaba rocas para hacer herramientas y en la edad media incluso forjaban metales preciosos como el oro o la plata para hacer joyas para sus reyes y otros metales como el bronce y cobre para hacer espadas y armaduras.

“La actividad minera de nuestro país se remonta a la época preincásica. La primera explotación conocida se sitúa en los flujos de obsidiana de Mullumica en la Cordillera Real. Su producción tuvo un nivel de expansión considerable hacia la actual costa ecuatoriana e inclusive hacia el territorio colombiano, en el período comprendido entre los años 900 – 1500 dC” (Quinteros, 2009).

En la época Incaica los pobladores recolectaron grandes cantidades de oro, plata, cobre y demás metales preciosos para elaborar joyas y adornos para sus caciques, ello requería la aplicación de técnicas rudimentarias como el lavado de sedimentos de ríos en las cuencas hidrográficas para recoger pepas de oro y plata y posteriormente fundían dichos metales.

En la época de la Colonia la constante demanda de metales preciosos por parte de la corona española hizo que la actividad se masifique y se crearon asentamientos humanos en sectores como Zaruma, Portovelo y Nambija donde se extrajo oro y plata hasta el siglo XVIII (Quinteros, 2009).

La primera operación minera a gran escala en nuestro país tuvo lugar en la provincia de El Oro y estuvo a cargo de la empresa estadounidense Southern American Development Company (SADCO) quien manejó las minas entre 1897 hasta 1950 y se estima que logró extraer al menos 3,5 millones de onzas de oro y 17 millones de onzas de plata (Quinteros, 2009). Años más tarde esta Concesión estuvo a cargo de la Compañía Industrial Minera Asociada-CIMA que era una empresa de capital local, duró en operaciones hasta la década de los setenta en que cerró por medidas políticas nacionalistas impuestas por el gobierno de la época.

A partir de ésta década la industria minera tuvo enormes problemas técnico ambientales gracias a la aparición de la minería artesanal e ilegal que sin ningún tipo de autorización tomó control de las minas.

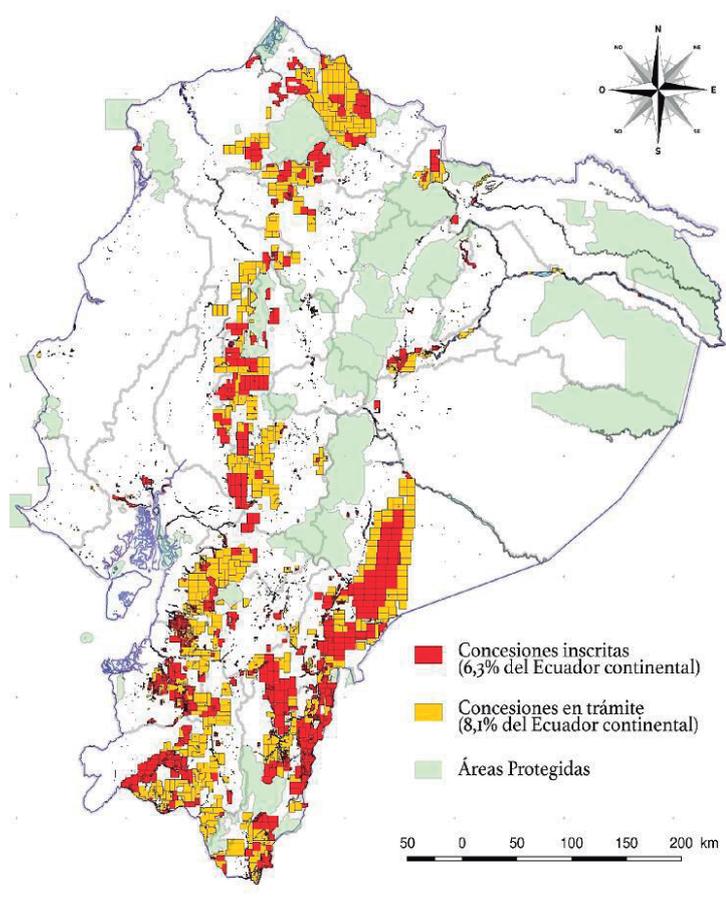
En los actuales momentos toda actividad minera es regulada por un ente público denominado Agencia de Control y Regulación del Control Minero, también conocida como ARCOM. Pese a los esfuerzos de las autoridades nacionales no se ha logrado contener a la actividad minera ilegal y esto repercute directamente en contaminación de cuencas hidrográficas de ríos y lagunas en las zonas donde están asentadas las minas y en los sectores aledaños o que reciben fluido hídrico de fuentes cercanas a donde se desarrolla la actividad.

Recientes estudios de prospección y exploración realizados por la Empresa Nacional Minera (ENAMI) han indicado que en nuestro país aún existe una reserva de minerales valorada en 217.600 millones de dólares cuyo principal componente es el cobre que ha sido calculado en 167.200 millones seguido del molibdeno valorado en 26.200 millones. Las reservas de oro únicamente totalizan 22.500 millones, es decir sólo el 10.34% del total de nuestras reservas minerales, por otro lado la plata llega a valorarse en 1.700 millones.

La Agencia de Control y Regulación del Control Minero a la fecha, ha entregado concesiones mineras a importantes empresas para su explotación a gran escala siendo los cinco proyectos más importantes Fruta del Norte y Mirador en la provincia de Zamora Chinchipe, Río Blanco y Iam Gold en Azuay y finalmente Panantza San Carlos en la provincia de Morona Santiago¹.

¹ Tomado de Diario EL TELÉGRAFO Sección ECONOMÍA bajo la siguiente dirección: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/ecuador-guarda-riqueza-bajo-tierra>

Figura N° 1: Áreas concesionadas a la minería a nivel nacional (2018).



Fuente: lalineadefuego.info

En la Figura N° 1 podemos observar como a la fecha como existen muchas concesiones ya inscritas que se ubican en zonas consideradas protegidas y cerca a éstos sitios existen otras que están por concesionarse, es de destacar que geográficamente la minería metálica se ubica en los alrededores de la cordillera de los Andes y la Amazonía siendo las más importantes las entregadas a las empresas chinas en los últimos años.

2.1.2. La minería y la industria electrónica.

La evolución de la sociedad ha requerido importantes avances en el campo de la tecnología mediante equipos eléctricos y electrónicos para mejorar la calidad de vida de las personas, estos avances han incluido el diseño y la construcción de máquinas y equipos como lavadoras, licuadoras, computadoras, teléfonos celulares, tablets y una enorme cantidad de accesorios, todos con un tiempo de vida útil promedio de 5 años.

La construcción de todos estos equipos eléctricos y electrónicos requiere altas cantidades de metales como cobre, estaño y equipos de mayor precisión como los celulares y tablets requieren oro, plata y hasta paladio que son de mayor costo pero que tienen mejores propiedades conductoras y alargan la vida útil de los equipos donde son utilizados.

La creciente demanda de equipos electrónicos ha requerido que países como China, Taiwan, Japón, y Estados Unidos, requieran importar grandes cantidades de metales preciosos a tal punto de tener concesiones mineras en todo el mundo para tratar de satisfacer su enorme demanda.

Global Insight en un estudio realizado en 2010 sobre la producción electrónica mundial indicaba que para ese año la producción llegó a 3.232 millones de dólares y que para el 2020 la producción mundial de electrónicos bordearía los 6.256 millones de dólares lo que hace entender que la producción casi se ha duplicado en apenas 10 años por ende se demandará más oro, cobre y bronce para la producción.

Uno de los metales más utilizados en la industria electrónica es el oro, que por ser un metal noble es mejor conductor de energía eléctrica, una de sus propiedades es que no se oxida o corroe lo que lo convierte en una excelente opción para la fabricación de conectores, cables y tarjetas electrónicas que requieren voltajes extremadamente bajos como las empeladas en celulares y computadoras. Johann Ramírez en su artículo “¿para qué sirve el oro?” sostiene que un solo teléfono móvil puede contener hasta 50 miligramos de oro² y estimaciones publicadas en marzo de 2018 en el sitio web guapulo.com bajo el título de “Antes de emprender en Ecuador, deberías conocer estas cifras. Parte 2: la tecnología en el Ecuador” indica que en nuestro país el 90.1% de habitantes ya posee un teléfono celular³.

Estudios realizados por la Universidad de las Naciones Unidas en 2015 indican que por cada dispositivo electrónico empleado para telecomunicaciones como celulares, tablets, computadoras y televisores están formados por los siguientes elementos:

² Referencia tomada de Lifeder.com sección cultura general bajo la siguiente dirección: <https://www.lifeder.com/para-que-sirve-el-oro-los-8-usos-mas-comunes/>

³ Referencia tomada de guapulo.com sección Tecnología bajo la siguiente dirección: <https://guapulo.com/2018/03/26/antes-de-emprender-en-ecuador-deberias-conocer-estas-cifras-parte-2-la-tecnologia-en-el-ecuador/>

Tabla 1: Componentes minerales y no minerales en la basura electrónica

| COMPONENTE | CANTIDAD |
|-------------|----------|
| Aluminio | 2.350% |
| Cobre | 9.940% |
| Acero | 9.740% |
| Plata | 0.240% |
| Oro | 0.020% |
| Paladio | 0.008% |
| Vidrio | 3.800% |
| Plástico | 45.030% |
| Cobalto | 5.000% |
| Litio | 0.350% |
| Niquel | 1.600% |
| Plomo | 0.004% |
| Zinc | 0.400% |
| Indio | 0.001% |
| Tantalio | 0.018% |
| Tugsteno | 0.310% |
| Neodimio | 0.040% |
| Praseodimio | 0.008% |
| Otros | 21.150% |

Fuente: e Waste en América Latina

Los elementos descritos en la Tabla N°1 pueden ser aprovechados mediante técnicas modernas de recuperación de metales, cabe destacar que todo dispositivo electrónico está compuesto mayoritariamente de plástico y vidrio que son altamente reciclables, pero que tienen un bajo valor comercial si lo comparamos con los precios de metales como el oro o la plata.

2.1.3. Los daños ambientales de la minería convencional

Carlos Zorrilla en su artículo “La minería de cobre y sus impactos en el Ecuador” publicado en el sitio web salvalaselva.org en abril del 2013 indica que “En el 2010, el mundo consumió 22 millones de toneladas de cobre; 16 millones provenientes de minas, el resto, aproximadamente el 35%, del reciclaje”. Los yacimientos de cobre existentes en Ecuador tienen en promedio una concentración 0,6% de cobre es decir que por cada tonelada de tierra extraída puede obtenerse hasta 13 libras del metal⁴.

Al igual que el cobre, el oro que es un metal de mayor valor y cuya concentración es menor en los suelos requiere procesos mucho más costosos para su extracción sobre todo

⁴ Tomado del sitio web Extractivismo: conceptos y tendencias bajo la siguiente dirección: <http://extractivismo.com/2013/07/mineria-de-cobre-y-sus-impactos-en-ecuador/>

considerando que en nuestro país ésta actividad se realiza de manera artesanal y muchas veces ilegal que conforme se indica en el trabajo de Rodrigo Oviedo denominado “Contaminación por metales pesados en el sur del Ecuador asociada a la actividad minera” publicado en la Revista Bionatura en septiembre del 2017 la extracción de oro y plata en sectores como Zaruma y Portovelo generan un impacto ambiental terrible a la provincia de El Oro con la contaminación de los ríos Calera y Amarillo debido a que la extracción se realiza por un proceso químico denominado lixiviación que está definido por el Ministerio de Minería de Chile como un “proceso hidrometalúrgico mediante el cual se provoca la disolución de un elemento desde el mineral que lo contiene para ser recuperado en etapas posteriores mediante electrólisis. Este proceso se aplica a las rocas que contienen minerales oxidados, ya que éstos son fácilmente atacables por los ácidos.” Para el caso del oro el componente principal del proceso químico es el cianuro que es considerado uno de los venenos de mayor poder que existen.

No solo el cianuro causa graves daños ambientales y a la salud, existen otro tipo de contaminaciones ocasionadas por la actividad minera en nuestro país, es el caso de los daños en la atmósfera con la generación de polvo, gases y humo provocado por la maquinaria minera y la fundición de metales, así mismo el daño geológico con la apertura de galerías subterráneas o excavaciones a cielo abierto que acaban con la biodiversidad de especies que habitan en la zona de explotación y el material excedente de la lixiviación es almacenado en pozos o embalses producto de lo cual se contaminan las fuentes de agua subterráneas y afluentes hídricas⁵.

A nivel mundial se han reportado múltiples desastres relacionados a malos almacenamientos de residuos productos de la actividad minera, el más reciente se dio en Brasil al romperse la presa de una mina de Brumadinho en el Estado de Minas Gerais. Todas las aguas residuales producto de las diversas actividades se almacenaron en una presa la misma que por problemas técnicos colapsó y provocó inundaciones y muertes en las poblaciones aledañas.⁶

⁵ Referencias tomadas del trabajo de Javier Lillo llamado Impactos de la minería en el medio natural publicado por el Grupo de Estudios en Minería y Medioambiente de la Universidad del Rey Juan Carlos.

⁶ Presa de Brumadinho en Brasil: al menos 9 muertos y 300 desaparecidos tras la rotura de un dique BBC, 26 de enero de 2019.

2.1.4. Recuperación de metales preciosos a partir de desechos electrónicos.

Existen muchos métodos para la recuperación de metales desde basura electrónica principalmente de oro, mediante técnicas de lixiviación e incluso incineración que se llevan a cabo en países industrializados para hacer del reciclaje una actividad rentable y amigable con el medio ambiente, sin embargo, un estudio denominado Recuperación de Oro a partir de chatarra electrónica elaborado por el Dr. Isauro Rivera Landero de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo encontró dos métodos existentes para poder extraer mediante lixiviación el oro sin necesidad de utilizar cianuro.

Es necesario destacar que tanto Rivera como Alzate Naranjo en su publicación “Recuperación de oro a partir de residuos eléctricos y electrónicos utilizando métodos no lixiviantes de oxidación selectiva de bajo impacto ambiental” concuerdan que previo al proceso de lixiviación es necesario desensamblar la mayor parte de componentes para optimizar el proceso, esto se debe a que los equipos electrónicos contienen mayormente plástico y otros metales ferrosos que pueden ser recuperados mediante clasificación manual o magnética.

El estudio de Rivera menciona en su investigación que para recuperar metales preciosos como el oro, la plata y el cobre desde basura electrónica se puede emplear los siguientes métodos:

- **Separación magnética:** es un método que consiste en la aplicación de magnetos o imanes para separar arena negra y metales ferrosos (que contienen hierro) mediante la atracción, el oro por sus propiedades no tiene ningún efecto de atracción por lo que queda en la superficie de trabajo. Éste proceso debe repetirse varias veces hasta limpiar la mayor parte de los desechos previamente refinados. Posterior a ello el material resultante puede ser directamente fundido⁷.
- **Separación por medios densos:** es un proceso químico desarrollado en laboratorios cuyo principio básico es la gravedad, se utilizan líquidos de varias densidades para

⁷ Proyecto Gama "Gestión Ambiental en la Minería Artesanal" disponible en <http://www.gama-peru.org/gama/tiki-index.php>

separar los sólidos más pesados en el fondo, debido a los altos costos que demanda separar metales por ésta vía en un método poco utilizado⁸.

Alzate Naranjo por su parte indica que si bien es cierto el proceso de lixiviación está prohibido en varios países por la utilización del cianuro, es un método más económico, pero hay que considerar que no es el único proceso químico que puede emplearse, existen otros que se derivan del mercurio y en los últimos años ha tomado fuerza el bórax.⁹

Peter Wiltje (2014) en su trabajo publicado en la revista Journal con el título “Extracción de oro libre de mercurio” sostiene que el bórax fue introducido hace 30 años en las minas de Benguet en las Filipinas y ha demostrado igual eficiencia que el mercurio. El bórax es una sustancia de baja toxicidad, fácil disponibilidad y bajo costo, el proceso detallado por Wiltje comprende cuatro etapas: Trituración y pulverización, Pre-concentrado, Concentración, Fusión directa con bórax. Éste proceso se realiza en las minas y se realiza con tierra rica en oro.

En lo que respecta a desechos electrónicos un experimento realizado por Matías S. Zavia de profesión Químico y publicado en el sitio web Cody’s Lab en 2016 logró extraer oro de manera artesanal empleando bórax, carbonato de calcio y ácido nítrico su proceso es bastante sencillo y se resume en trituración, eliminación de desechos, fundición, mezcla con bórax y bicarbonato de calcio, eliminación de cobre mediante corrientes eléctricas, fundición y separación de plomo. El resultado de dicha prueba fue la obtención de 40 miligramos de oro de un total de 2 kilos de chatarra electrónica, debe considerarse que en dicho proceso fue realizado de manera artesanal y no en un laboratorio especializado por lo que los resultados con los equipos adecuados pueden mejorar significativamente¹⁰.

2.1.5. Regulaciones sobre la basura electrónica.

La Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe (RELAC) es una iniciativa que pretende difundir proyectos que ayuden al manejo y reciclaje de los residuos electrónicos y al que pertenece Ecuador, en su sitio web muestra que Ecuador cuenta con la siguiente normativa:

⁸ <https://www.911metallurgist.com/metalurgia/separacion-medios-densos/>

⁹ Habashi, Fathi Avances recientes en la metalurgia del oro

¹⁰ <https://es.gizmodo.com/sigue-estos-nueve-pasos-para-extraer-oro-puro-de-un-pun-1783547426>

Constitución de la República del Ecuador: Aprobada en el año 2008 en el Pleno de la Asamblea Nacional Constituyente declara en los artículos 14 y 15 el derecho de la población al buen vivir y declara entre otras cosas el medio ambiente como un bien de interés público al igual que las obligaciones del estado para su preservación.

En la misma norma legal en el artículo 66 numeral 27 determina que “se reconoce y garantizará a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza”

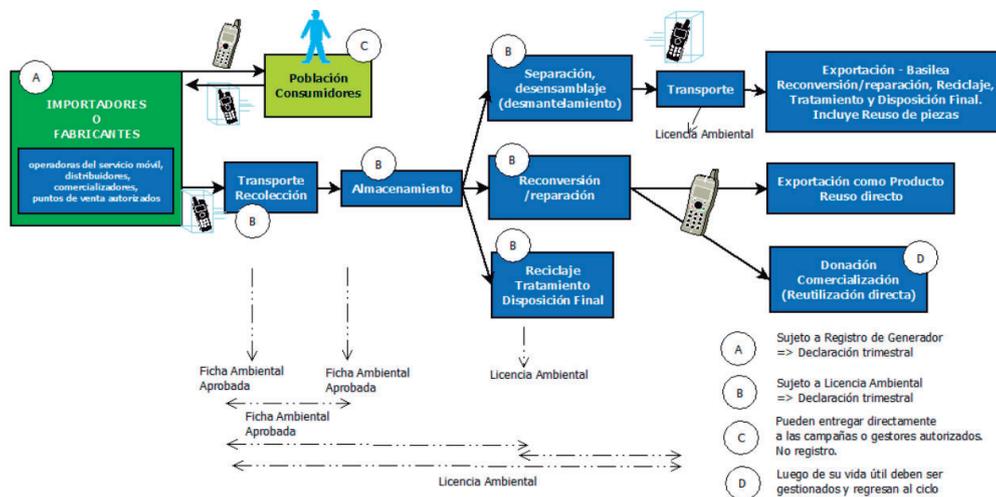
En el artículo 73 inciso primero de la Carta Magna manifiesta que “el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales”

Ley de Gestión Ambiental: publicada en el Registro Oficial No. 245 del 30 de julio de 1999 que en su artículo 20 establece que “para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo” adicionalmente en el mismo cuerpo legal se determina cómo se otorga la respectiva licencia a fin de poder emprender un negocio que de alguna manera afecte al medio ambiente por el tipo de material a utilizar.

Acuerdo Ministerial 190: El 28 de diciembre de 2012 siendo Ministra del Ambiente la Abg. Lorena Tapia se expide la Política Nacional de Post-Consumo de Equipos eléctricos y electrónicos en desuso que en su artículo 3 numeral 4 indica que “el Estado a través de estudios técnicos-legales, verificará la posibilidad de realizar a nivel nacional, el reciclaje total o parcial de los equipos electrónicos en desuso o sus componentes con el fin de no recurrir a la exportación, generando de ésta manera valor agregado para el país siempre vigilantes de priorizar la mejor opción para la salud de la población y el ambiente. En el caso de establecerse el reciclaje nacional, se deberá delimitar cuantas instalaciones son realmente necesarias para llevar a cabo este objetivo en el país”. Así mismo en el numeral 8 dispone que “toda actividad relacionada con la gestión de equipos electrónicos en desuso deberá cumplir con las obligaciones que indique la normativa aplicable, y en especial la obtención de los permisos ambientales para su ejecución”. El texto completo del Acuerdo Ministerial se encuentra disponible en el Anexo N° 1.

Acuerdo Ministerial 191: Al igual que el Acuerdo Ministerial 190 la Ministra Lorena Tapia expidió el “Instructivo de aplicación del principio de responsabilidad extendida establecido en el reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales, para equipos celulares en desuso”. Que en su artículo 3 indica que todo proceso de reciclaje de equipos celulares en desuso debe cumplir las siguientes etapas: Generación (que incluye la importación y fabricación), Recolección y transporte, Almacenamiento, Separación, desensamblaje (desmantelamiento) y/o reconversión, Reutilización (Reuso) o Reciclaje, Tratamiento y Disposición Final.

Figura N° 2: Proceso de gestión de equipos celulares en desuso.



Fuente: Acuerdo Ministerial 191

Otro aspecto importante a tener en cuenta es el Art. 35 respecto de las Sanciones que indica que “Se prohíbe la disposición final, en el territorio ecuatoriano, de equipos celulares en desuso, sus componentes o elementos constitutivos que sean factibles de ser reutilizados, reciclados, tratados o dispuestos finalmente fuera del país, bajo condiciones ambientalmente amigables, para lo cual, el tenor de los desechos debe gestionar el respectivo trámite en el marco del Convenio de Basilea como lo indica el artículo 28 de la Sección 4 del presente instructivo”.

2.2. EL PRODUCTO

El presente proyecto tiene como objetivo la recuperación de oro, plata y cobre para la venta en presentación de 1 kilo en forma de lingote o barra pura.

El oro en lingote producto del reciclaje es considerado un sustituto de los productos que actualmente se distribuyen en el mercado dado que la extracción se realiza desde otra fuente que nada tiene que ver con las minas existentes en sectores como Portovelo o Zaruma al tiempo que ofrece un producto de similares prestaciones y que es amigable con el medio ambiente.

Dadas las condiciones con las que se crea el estudio y las instalaciones requeridas, es necesario aclarar que si bien el cierto desde la basura electrónica pueden extraerse muchos metales preciosos los de mayor valía son el oro, la plata y el cobre y su recuperación es más sencilla dado su peso gravimétrico en comparación con otros metales.

Se prevé dejar el concentrado residual para darle un tratamiento distinto o venderlo en su estado actual a empresas Chinas para que realicen la extracción de minerales y metales de los que está compuesto.

2.2.1. Producto principal y subproductos

En el proceso productivo existen varios productos siendo el principal el oro, la plata y el cobre recuperados desde el concentrado producto de la trituración de placas electrónicas.

El proceso productivo genera adicionalmente un concentrado que se logra mediante flotación agregando aceites minerales, dicho concentrado tiene variedad de metales como platino, paladio, etc., lamentablemente no existe en nuestro país la tecnología necesaria para su extracción, por lo que su venta será en esa presentación para su exportación y extracción en otros países, es conocido que en proyectos mineros como Ecuacorrientes se utiliza esta metodología y se envía los concentrados a China para que allá extraigan todos los minerales y metales del concentrado.

El precio del concentrado varía en función de lo que indique en análisis de la muestra tomada por el comprador donde se verifica en qué medida se encuentra cada metal. Cada lote de concentrado tiene un costo distinto ya que sus componentes definirán el valor, los metales y minerales valiosos incrementarán su precio, mientras que los metales pesados y dañinos provocan una tasa de castigo sobre el precio.

2.2.2. Segmento de mercado.

Las condiciones socioeconómicas del país y lo específico del producto determinan solo dos segmentos de mercado al que podemos llegar, ya que por el alto costo y tipo de presentación puede ser utilizado como materia prima o respaldo económico, el primer segmento es la industria joyera de nuestra ciudad que requiere oro y plata para elaborar sus trabajos de fina joyería para la venta al público, sin embargo, la tenencia y comercialización de oro tiene condiciones altamente controladas por el estado; por lo que se plantea la estrategia de vender directamente al Banco Central del Ecuador a los precios oficiales conforme a la cotización diaria, ya que en el mercado informal o en joyerías el precio es variable y no requieren materia prima de manera continua, sino conforme a la demanda de sus productos y al mismo tiempo disponen de variedad de proveedores que traen oro de las minas.

El Banco Central del Ecuador que es un ente público dedicado entre otras cosas a la compra venta de metales preciosos y semipreciosos con la cotización del mercado mundial para respaldo económico del país.

2.3. PROCESO PRODUCTIVO.

Para la recuperación de materiales como cobre, oro y plata en una planta de procesamiento dentro de la ciudad de Guayaquil debe seguirse el siguiente proceso:

1. Adquisición de Materia prima.

En nuestro país existen varios gestores ambientales que cumplen la tarea de reciclar y dismantelar equipos electrónicos, la principal estrategia de estas empresas es el establecimiento de convenios con empresas privadas como Corporación el Rosado, Telefónica, Conecel y La Favorita para la eliminación de todos sus equipos en desuso.

Para la adquisición de materia prima para las operaciones de la planta se negociará directamente con las empresas que ya cuentan con licencia de Gestor Ambiental pagando un precio justo por sus materias primas, se conoce que actualmente reciben por parte de la Multinacional Tranfigura que es una empresa dedicada a la compra y venta de materia prima para toda la industria mundial un valor de \$4.00 por kilo de

chatarra electrónica libre de plástico, vidrio y otros contaminantes. Éstos Gestores Ambientales captan el desecho electrónico y lo desmantelan para retirar plástico y vidrio y venden las placas y componentes electrónicos a la Multinacional para que sirvan de materia prima en otros países por ejemplo Canadá, China, entre otros.

Tabla 2: Gestores Ambientales Autorizados por el Ministerio del Ambiente.

| NOMBRE | ACTIVIDAD AUTORIZADA |
|--|---|
| COMPAÑÍA ECUATORIANA DE RECICLAJE S. A. ERC | Centro de recepción, acopio temporal, desensamblaje, segregación de chatarra metálica, no metálica y equipos eléctrico |
| VERTMONDE | Centro de Procesamiento y Gestión Integral de residuos eléctricos y electrónicos |
| INTERCIA S.A | Recolección y transporte de equipos electrónicos en desuso a nivel Nacional |
| COMEXPORT | Transporte a Nivel Nacional y Almacenamiento Temporal de Desechos Peligrosos (Electrónicos) |
| ECORESA | Transporte de residuos Peligrosos para la planta de gestión integral de Desechos de ECORESA, Ecología Y Reciclaje S.A” |
| EMPRESA DE RECUPERACION PARA EL DESARROLLO PROYECCION FUTURA | Recolección de residuos sólidos inorgánicos: papel, cartón, plástico (excepto de invernadero), botellas pet, chatarra ferrosa y no ferrosa sin residuos peligrosos, llantas y equipos eléctricos o electrónicos en desuso ensamblados |

Fuente: Ministerio del Ambiente (2016)

Para lograr captar materia prima para la puesta en marcha de las operaciones y garantizar el inventario se pagará un precio de \$7.00 por kilo de chatarra, siempre y cuando éstas cumplan con las siguientes condiciones:

- a) Se adquirirá únicamente tarjetas electrónicas de equipos celulares, laptops, ipods, impresoras, procesadores, microcontroladores, libres de plástico y cables.
- b) El proveedor se encarga del transporte del material hasta las instalaciones de la empresa.
- c) El producto debe estar en buenas condiciones, libre de humedad, y de contaminantes biológicos.
- d) El proveedor debe tener la licencia ambiental vigente.

2. Recepción de materia prima.

Receptar la materia prima de empresas dedicadas a ésta actividad, se tiene conocimiento que existen al menos seis empresas dedicadas a la recolección de chatarra electrónica y que cuentan con los permisos ambientales para dicho fin, entre ellas las más importantes son Intercía ubicada en Durán y Recimax en Guayaquil que hasta el momento exportan la materia prima a Canadá, Panamá y China.

La materia prima a adquirir será únicamente placas electrónicas y no equipos completos ya que se requiere aprovechar los componentes metálicos y por el contrario un equipo electrónico está conformado mayoritariamente de plástico y vidrio que tienen poco valor comercial. El almacenamiento se realizará en una zona destinada a ello dentro de la planta y se está en capacidad de acumular hasta 100 toneladas materia prima.

Figura N° 3: Desmontado de equipos electrónicos en Intercía.



Fuente: elcomercio.com

Considerando los volúmenes de producción, es necesario que el plan de compras contemple la adquisición de materia prima al menos cada tres semanas para evitar inconvenientes o paralizaciones en la producción.

La recepción se hará en sacos de yute que permitan pesar la materia prima entregada por parte del proveedor que será el encargado de colocarla en las instalaciones de la empresa, por lo que previamente deberá coordinar con el responsable del inventario de materia prima de la empresa la hora de llegada y la cantidad de material así como los nombres de las personas que serán las encargadas del traslado y la descarga de los bultos.

Para el pesaje se ha estimado la utilización de una balanza tipo plataforma con indicador digital BR15 disponible en el mercado ecuatoriano y que tiene buenas aplicaciones para totalizar el peso de bultos de hasta tres toneladas tanto en sacos de yute como en cartones o como el proveedor organice la entrega.

Figura N° 4: Balanza Tipo Plataforma



Fuente: Certifika Cia. Ltda.

3. Triturado de materia prima.

El éxito del proyecto radica en obtener un material triturado en forma de arena con gránulos pequeños por lo que se requieren dos etapas, la primera compuesta por un equipo Triturador Bomatic modelo B850 que puede romper cualquier tipo de material incluyendo metales, rocas, etc. sin importar su forma, peso o tamaño, el material resultante es de aproximadamente 2 centímetros y presenta una forma irregular, por lo que sigue siendo muy grande para llevarlo a procesos lixiviantes eficientes. Éste equipo puede operar de manera ininterrumpida y logra triturar aproximadamente una tonelada de material por hora siendo su capacidad máxima de trabajo 48 toneladas a la semana en jornada regular.

Figura N° 5. Triturador Bomatic B850



Fuente: Recicladora Uno

Posterior a la etapa de triturado, mediante una banda transportadora de aproximadamente 3 metros los desechos más pequeños son llevados al molino de martillo que es un equipo que por lo general es utilizado en la industria minera para pulverizar roca y poder sustraer así los minerales metálicos existentes en su interior.

En nuestro país existe una gran variedad de molinos de martillo y la única diferencia entre uno y otro es la cantidad de trabajo que el equipo puede soportar, que será directamente proporcional a lo que genere el triturador, es decir aproximadamente una tonelada por hora.

Figura N° 6: Trituradora de martillo



Fuente: Acerquip

4. Lixiviación.

Éste proceso se realizar colocando el material pulverizado en tanques mezcladores previamente tratados para hacerlos resistentes a la alcalinidad y la corrosión, el material pulverizado debe ser sumergido en una solución compuesta por citrato de sodio y agua oxigenada para que éstos líquidos en una reacción química diluyan el cobre para su posterior recuperación mediante filtrado al vacío.

El lodo resultante del proceso anterior también conocido como concentrado deberá ser tratado nuevamente con una solución de tiourea¹¹ y agua oxigenada para la que se pueda liberar el oro y la plata. Una vez diluidos estos elementos en el líquido lixivante se filtra y se separa a otros tanques.

Figura N° 7: Tanques de Lixiviación de Agitación Continua sxk-57



Fuente: Royal Canadian Mint

La mezcla o lodo restante debe ser tratada con aceites orgánicos para flotación por espuma que es una técnica utilizada en minería para lograr que los minerales contenidos en la mezcla floten en la superficie y puedan ser recogidos en forma de espuma en un concentrado que puede ser vendido a empresas como Tranfigura que paga en función de los metales y minerales que contenga la mezcla, se estima que se puede rescatar hasta un 10% del material total con éste método, el material excedente se convierte en un pasivo ambiental que deberá ser controlado mediante empresas especializadas en este tipo de desechos.

¹¹ La tiourea o tiocarbamida se trata de un compuesto orgánico de azufre con grupos funcionales amino, imina y tiol. Su estructura es similar a la urea pero con propiedades diferentes, teniendo más relación con las tioamida.

5. Recuperación de metales:

Los líquidos del proceso de lixiviación deben ser separados de los tanques mediante una bomba de filtración al vacío ajustando un filtro con poro de 11um, el producto del filtrado debe ser llevado a los equipos de electrolisis para recuperar el cobre, oro y la plata aplicando cargas eléctricas en un ánodo y un cátodo. Con este método se puede recuperar metales 99,9% puros.

Figura N° 8: Filtros rotativos de vacío con bomba exterior



Fuente: Della Toffola

6. Fundición:

Es importante que la planta cuente con su propio equipo de fundición que conlleva a adquirir hornos y equipos especiales para dicho propósito, tanto para el oro, la plata y el cobre recuperados desde el lixiviado.

Se realizará en un áreas destinada para ello, y se debe emplear un horno de inducción apoyado con gas butano para lograr fundir el material rescatado, posteriormente éste deberá ser pesado y almacenado, al final se irá contabilizando los metales

recuperados anteriormente para fundir un solo lingote o barra con el peso neto de 1 kilo y una pureza del 99.9%.

El lingote deberá ser inventariado y reportado a las autoridades competentes a fin de iniciar el proceso de comercialización para lo cual se verificará la cotización del oro a precio actual en el mercado internacional y en el Banco Central del Ecuador como cliente potencial.

El horno de fundición tiene una capacidad de procesar hasta 100 kilos cada media hora, con intervalos de reposo de 30 minutos, por lo que se está en capacidad de fundir 800 kilos de material recuperado por día. Se debe considerar que el volumen inicial de fundición de cobre es de mayor demanda porque se recupera 596 kilos por día, mientras que de plata se puede llegar a obtener 14.4 kilos por día y de oro apenas 1.2 kilos al día.

Un factor a tomar en cuenta es la temperatura a la que debe llegar el horno de fundición para poder formar las barras sólidas en el caso del oro de requieren temperaturas de 1063°C, en el caso de la plata 960.8°C y el caso del cobre 1080°C.

Figura N° 9: Horno de Fundición



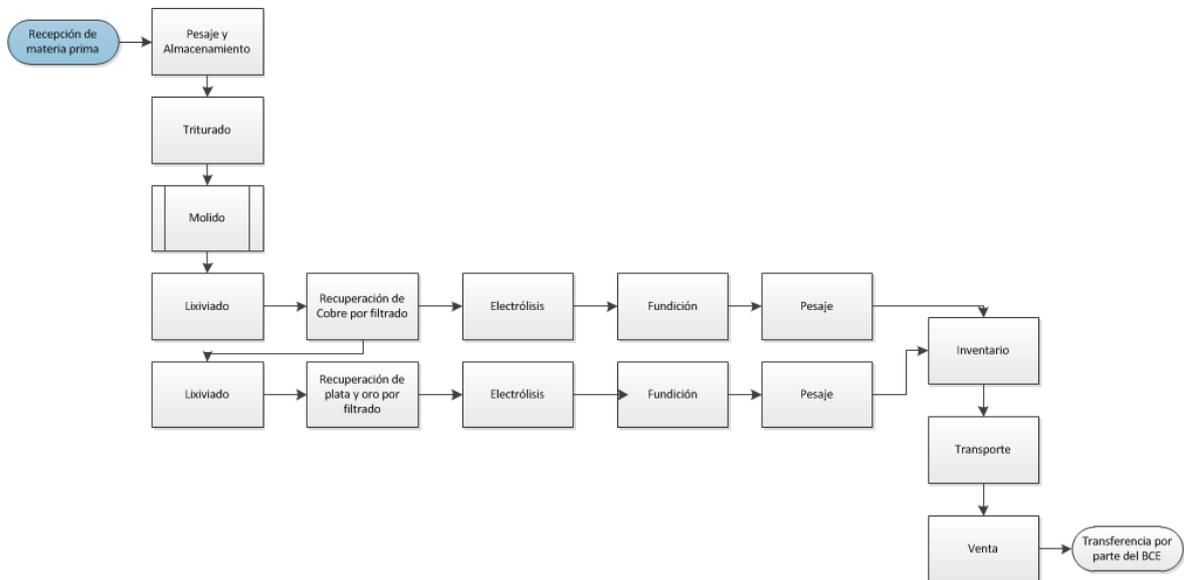
Fuente: SMKJ

7. Traslado:

Dado que los metales a vender sobre todo el oro y la plata tienen un alto valor y pueden ser pagados al portador es imprescindible realizar un proceso logístico de custodia de valores que brinden seguridad durante el traslado al Banco Central del

Ecuador, actualmente existen servicios públicos y privados que realizan el traslado, el servicio público es brindado por la Policía Nacional del Ecuador y no tiene costo alguno, el servicio se lo solicita llamando a la central de emergencias administrado por el ECU911, en cuanto a los servicios privados de traslado de valores existen empresas como TEVCOL, pero no se ha podido estimar los procesos que se requiere para su contratación o su costo ya que por el tipo de clientes que manejan, la información no puede ser suministrada con fines de proyecto sino cifras reales a empresas legalmente establecidas.

Figura N° 10: Proceso en el interior de la planta



Fuente: los autores

2.4. ESTUDIO AMBIENTAL.

Se ha tratado de en lo posible mitigar el impacto ambiental producto de la recuperación de oro, plata y cobre en la planta ubicada en la ciudad de Guayaquil, es el caso que se han dejado de lado métodos tradicionales de lixiviación y se emplea circuitos cerrados mediante químicos no tan contaminantes ni letales como los usados tradicionalmente en la minería artesanal (mercurio y cianuro).

A continuación un análisis de cada uno de los elementos que componen el medio ambiente y las medidas a utilizar para en lo posible minimizar el impacto ocasionado por las operaciones de la planta:

- **Contaminación por ruido:**

La operación de la maquinaria en el interior de la planta generará ruidos que van más allá de los permitidos en las zonas urbanas, pero tolerables en áreas industriales, para mitigar los ruidos producto de la trituración y pulverización de los desechos electrónicos se requerirá que el galpón donde se realizan éstas actividades esté completamente sellado para no ocasionar malestar en los sectores aledaños.

Los trabajos se realizarán en horarios laborales para no provocar contaminación por ruido durante la noche y en lo posible se utilizarán los equipos solo el tiempo necesario.

Se han considerado además mantenimientos periódicos a las máquinas para garantizar su óptimo funcionamiento, estos mantenimientos se realizarán cada 90 días y se coordinará de forma adecuada a fin de no afectar las operaciones de la planta.

- **Almacenamiento de productos químicos:**

Los procesos utilizados en el interior de la planta para la recuperación de oro, plata y cobre requieren diferentes tipos de agentes químicos que no deben ser arrojados a las aguas servidas ni a la basura común, por ello se ha contemplado un modelo de proceso de ciclo cerrado, por lo tanto los químicos necesarios para tratar una determinada cantidad de material pulverizado puede volverse a utilizar para extraer más metales de un siguiente lote.

Si bien es cierto los químicos se reutilizan existe material residual denominado concentrado que se debe manejar como pasivo ambiental y que debe ser almacenado en relaves o cuantificadas sus propiedades para determinar concentraciones de algún mineral o metal aprovechable y darle un valor monetario para su venta, es de destacar que por lo general en nuestro país éste tipo de desechos se almacenas en presas a las que previamente se recubre de geomembranas y mallas plásticas que aíslen el suelo y mantienen así el desecho hasta definir qué destino darles.

Por el contrario el presente proyecto busca obtener rendimientos económicos comercializando a empresas Chinas el concentrado residual que tienen como metales aprovechables el paladio y el platino.

- **Contaminación atmosférica:**

La fundición de oro, plata y cobre se realiza aplicando directamente calor sobre el metal rescatado y será únicamente realizado por el personal contratado para éste fin, el personal deberá colocarse todo el equipo de seguridad a fin de prevenir accidentes o inhalación de metales pesados que generen riesgo a la salud del personal.

Otro elemento de gran impacto son las maquinarias, a fin de mitigar emisiones de dióxido de carbono o CO_2 se pensó el hacer toda la operación de triturado y molido con equipos eléctricos en lugar de equipos de combustión. El único combustible utilizado es el gas butano que se empleará como apoyo para el horno de fundición por inducción.

- **Interrupciones al tráfico vehicular**

La entrada y salida de vehículos desde y hacia la planta ocasiona problemas de congestión vehicular sobre todo por ser una zona altamente transitada, para mitigar éste impacto se consideró coordinar actividades de descarga de materia prima entre las 10:00 y 11:30 en que la avenida se encuentra con una afluencia moderada de vehículos, es de destacar que por el volumen de la carga ésta puede en ocasiones llegar en trailer's o volquetas, lo que debe ser coordinado previamente para mitigar el impacto en la zona.

- **Contaminación en fuentes hídricas**

El uso de agua en las operaciones de la planta es imprescindible, ya que la mezcla de agua y otros químicos provocan la reacción química necesaria para la liberación de los metales en los procesos de lixiviación, es de destacar que el uso del agua será de manera eficiente y se empleará circuitos cerrados que mitiguen posibles contaminaciones en la zona, el agua no será lanzada a la alcantarilla sino que será reutilizada en un siguiente lote de lixiviación agregando los elementos faltantes a la mezcla para hacer eficiente su uso. No se toma agua de afluentes hídricas sino del sistema normal de abastecimiento de agua, y tampoco se utiliza el sistema de alcantarillado para la eliminación de residuos pues éstos al estar cargados de químicos pueden volverse a utilizar.

3. CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

3.1. TIPO DE ESTUDIO.

El presente trabajo por su naturaleza de estudio de factibilidad busca investigar todo lo relacionado a la elaboración del proyecto y el desarrollo de los siguientes componentes: estudio de la demanda, estudio de la cantidad de materia prima existente, estudio técnico, estudio económico y financiero y por supuesto la evaluación. Para la consecución del objetivo intervienen los siguientes tipos de investigación:

1. **Investigación exploratoria**, es la que permite conocer y ampliar el conocimiento sobre un fenómeno para precisar mejor el problema a investigar; tiene otros objetivos secundarios, que pueden ser familiarizarse con un tema, aclarar conceptos, o establecer preferencias para posteriores investigaciones. En éste caso la emplearemos para conocer el tamaño del mercado y la cantidad de materia prima disponible así como los métodos y estrategias para conseguirla.

Semerena (2017) en su artículo “¿Qué es la investigación exploratoria?” clasifica a la investigación exploratoria en dos tipos:

Investigación basada en literatura: “consiste en definir el problema basándose en el análisis de datos o las estadísticas. Además, se encarga de usar información de investigaciones referenciadas de libros, artículos o notas para tener una idea más precisa del tema”.

Investigación basada en expertos: “conocer la opinión de otros investigadores es la forma más directa de obtener información a través de encuestas profundas sobre el tema”.

2. **Investigación descriptiva**, es la que sirve para analizar como es y se manifiesta un fenómeno y sus componentes. pueden ofrecer también la posibilidad de hacer predicciones incipientes, aunque sean rudimentarias como en éste caso conocer y diseñar procesos y una planta así como un producto que no es conocido en nuestro medio.

Catherine Martinez (2012) sostiene que “este modelo de investigación se emplea cuando se tiene poca información del fenómeno”. Por eso se considera a la investigación descriptiva como un trabajo previo que busca conocimiento para el estudio de determinado fenómeno y del mismo modo “permite dar explicaciones a otros asuntos que guardan relación”. La investigación descriptiva se apoya en la encuesta, la observación directa y los estudios de casos.

La investigación descriptiva además tiene como objeto “llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables” (Deobold, 2012).

3. **Investigación Correlacional**, los estudios correlacionales pretenden ver cómo se relacionan o vinculan diversos fenómenos entre sí tal es el caso del precio de los metales preciosos en el mercado internacional ya que se manejan independientemente de la inflación u otros fenómenos del mercado.

Tatiana Mejía Jérviz (2017) indica que existen tres tipos de investigación correlacional: observación natural, encuestas o cuestionarios y análisis de información.

Así mismo hay que determinar que existen tres tipos de correlaciones (Kalla, 2012) definidas de la siguiente manera:

- **Correlación positiva:** es la que tiene lugar cuando el aumento en una variable produce un aumento en la otra y viceversa.
- **Correlación negativa:** en este caso existe una relación inversamente proporcional, es decir, el aumento de una variable provoca la disminución de la otra o viceversa.
- **Sin correlación:** en este caso las variables objeto de estudio no tienen ningún efecto la una sobre la otra, es decir que incremente o disminuya no afecta de ninguna manera a la otra variable.

3.2. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

Relacionando el tipo de investigación aplicada al presente proyecto se tomó en consideración el método empírico que es justamente el que posibilita encontrar relaciones entre las diferentes características del estudio a través de la aplicación de procedimientos prácticos aplicados al problema en estudio, a este método se han asociado las siguientes técnicas de investigación que llevaron a la consecución de los objetivos:

Observación: técnica utilizada en el campo para determinar in situ las condiciones por las cuales ocurre un determinado fenómeno. “Este método de recolección de datos se emplea en ocasiones en las que otros sistemas (como encuestas, cuestionarios, entre otros) no son efectivos” (Martínez, 2012).

La observación se denomina indirecta cuando “el investigador estudia el fenómeno a partir de registros escritos o audiovisuales: documentos, libros, fotografías, videos, entre otros”, es decir desde registros existentes de investigaciones previas. Por el contrario la observación se denomina directa cuando el investigador “se introduce en el ambiente en el que se desenvuelve el fenómeno o viceversa. En este sentido, el investigador no depende de fuentes secundarias, sino que puede observar el objeto de estudio por sí mismo” (Martínez, 2012).

Si bien es cierto la encuesta es una de las técnicas que mejor provee información para los estudios es de destacar que por la naturaleza del proyecto, todas las características del mercado ya están reguladas por los organismos de control y no podemos manejar variables como el precio, el mercado, etc. Por el contrario, se analizaron proyectos similares en países vecinos donde se ha llevado a cabo de manera exitosa la extracción de metales preciosos desde basura electrónica refinada importada de países como el nuestro.

La observación se realizó de manera directa e incluyó análisis bibliográfico y monitoreo permanente de sitios web nacionales como el portal del Banco Central del Ecuador que dispone de un servicio de cotización de oro que se actualiza dos veces por día disponible en la url: <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/266-precio-del-oro>.

Figura N° 11: Portal del Banco Central del Ecuador para cotización de oro



The screenshot shows the website of the Banco Central del Ecuador. At the top left is the bank's logo and name. Below it is a navigation menu with links for 'BCE', 'Transparencia', 'Comunicación', 'Atención al Cliente', and 'Cuestiones Económicas'. A search bar is located on the right. The main content area is titled 'PRECIO DEL ORO' and contains a sub-section 'PRECIOS DEL ORO'. Below this, there is a paragraph explaining that the international gold price is established through 'fixings' meetings. A date input field is set to '21-12-18' with a 'Consultar' button and a 'Ver Calendario' link. A small note below the date field states that the information is one day delayed due to the processing of London market data.

Fuente: Banco Central del Ecuador

Hay que destacar que en el monitoreo fue realizado una vez por semana durante un año completo y se observó limitaciones en la plataforma que impedían muchas veces realizar la consulta por lo que fue necesario acudir a otro sitio web internacional denominado BullionVault¹² que ofrece una cotización de metales preciosos actualizada además conserva un historial de la cotización que permite observar de mejor manera la evolución del oro, la plata y el platino en cuanto a su precio de compra y de venta para tenerlo como referencia para su aplicación en el mercado local. La cotización completa del oro en lo que va del año se la puede encontrar en el Anexo N° 2.

La entrevista: definida por Manuel Galán Amador (2012) como “la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a los interrogantes planteados sobre el problema propuesto. Se considera que este método es más eficaz que el cuestionario, ya que permite obtener una información más completa”.

¹² El servicio de BullionVault es propiedad de Galmarley Limited, empresa registrada en Gran Bretaña con el número 4943684 en la siguiente dirección: 3 Shortlands (7th floor), Hammersmith, Londres W6 8DA.

La entrevista en ésta investigación es el método de mayor relevancia ya que permitió conocer de expertos en minería y gestión ambientales sobre los procesos de extracción así como como las características del mercado.

Se aplicó dos tipos de entrevistas, la primera realizada a profesionales en minería y se aplicó con el fin de conocer el mercado, los procesos productivos y experiencias logradas, las preguntas realizadas a los entrevistados fueron las siguientes:

1. ¿Qué opina usted sobre la minería urbana?
2. ¿Considera que la minería urbana es sustentable?
3. ¿Por qué no existen plantas de minería urbana en nuestro país?
4. ¿Qué se puede recuperar de los desechos electrónicos?
5. ¿El producto final del reciclaje ya sea oro, plata y cobre tienen cabida en el mercado local?
6. ¿Dada su experiencia que método utilizaría usted para recuperar los metales preciosos?
7. ¿Considera usted que la recuperación de éstos metales preciosos es una actividad rentable?
8. ¿Por qué no existen este tipo de empresas en nuestro país?
9. ¿Qué considera usted que hace falta para que la minería urbana sea una realidad en nuestro país?

El avance del proyecto trajo consigo otras dudas que fueron consultadas a los profesionales mediante preguntas que fueron:

10. La lixiviación deja gran cantidad de desechos, ¿qué destino puede dársele?
11. ¿Es seguro el almacenamiento de éstos desechos?

Los entrevistados en el área de minería son profesionales con una trayectoria destacada que conocen de manera amplia la industria minera y el manejo de todo el proceso a continuación una breve reseña de los dos entrevistados:

- Ing. Eduardo Recalde Chiluzza, Phd. Sus estudios de Pregrado los realizó en la Carrera de Minas de la ESPOL y posee un doctorado en Ciencias de la Ingeniería

con mención en Ingeniería de procesos metalúrgicos obtenido en la Universidad de Santiago de Chile. Fue docente de la Carrera de Minas de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y posee un amplio conocimiento en técnicas de metalurgia y extracción de metales preciosos desde diferentes fuentes, entre sus aportes al campo está un estudio realizado en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra en que se logró obtener oro desde placas electrónicas con éxito.

- Ing. Adán Guzmán García, de profesión Ingeniero de Minas graduado en la Universidad Central del Ecuador. Se dedica a la docencia y la asesoría a empresas metalúrgicas y mineras, es asesor externo de ARCOM y posee una amplia experiencia en procesos químicos no tóxicos para la recuperación de oro.

Las entrevistas fueron realizadas mediante contacto telefónico ya que actualmente el Ing. Recalde (ER) trabaja en Portovelo en una Concesión Minera y el Ing., Guzmán (AG) trabaja en la ciudad de Quito. Las respuestas a las preguntas se detallan a continuación:

1. ¿Qué opina usted sobre la minería urbana?

ER: La minería urbana es la moda en Europa y Canadá ya que no necesitas destrozarse territorio ni que te concionen un área para sacar tierra

AG: Es un tema bastante interesante, sé que hay empresas en China que hasta rescatan cemento de edificios destruidos.

2. ¿Considera que la minería urbana es sustentable?

ER: Toda minería es sustentable si se realiza bajo los procedimientos adecuados, técnicamente todo mineral puede ser reutilizado y no pierde sus propiedades originales.

AG: Claro, toda minería da plata, pero debe saberse manejar, ya que si la técnica que aplicas no es la adecuada vas a botar la plata con el lodo residual, debes saber en qué material está encerrado lo que deseas rescatar, por ejemplo, para el oro puedes ver una roca común y por fuera no se ve nada llamativo, pero dentro puede estar cargada de oro, te toca destrozarla y allí recuperar el oro.

3. ¿Por qué no existen plantas de minería urbana en nuestro país?

ER: Aquí en Ecuador todo es un lío, necesitas permiso para todo, y que el ministerio del ambiente te de una licencia puede demorar años, hay que considerar que no es una concesión minera sino una planta de aprovechamiento y los controles son más rigurosos, al menos para lo que es rescate de oro.

AG: Falta experiencia en ese campo, tú no sabes que viene en el material que compras, imagina que gastes miles de dólares en algo y finalmente no logres recuperar nada, eso es botar la plata. Por eso es mejor ir a la mina allá primero se cuantifica y después, si ves que hay como recuperar la inversión explotas.

4. ¿Qué se puede recuperar de los desechos electrónicos?

ER: En la ESPOC hicimos un experimento para una tesis y de hecho nuestro objetivo fue sacar oro, y lo conseguimos ya les voy a pasar el archivo para que puedan revisar, no es un proceso difícil, pero demanda algo de tiempo. (Archivo disponible en el anexo N° 3)

AG: Todo elemento de la tabla periódica puede ser recuperado, las placas electrónicas están compuestas sobre todo por oro, plata, cobre, paladio, aluminio y magnesio, aunque en pocas cantidades, por allí voy que un teléfono celular tiene como 50 miligramos de oro, eso vienen siendo como un dólar, imagina cuantos celulares necesitas para tener una onza.

5. ¿El producto final del reciclaje ya sea oro, plata y cobre tienen cabida en el mercado local?

ER: Claro, todo lo recuperado se puede vender, el oro lo vendes fácil en las joyerías o se lo vendes a los chinos o hasta en el Banco Central solo que en el Banco Central es más demorado y tienes que llevar oro puro.

AG: Claro, todo lo metálico lo compra el Banco Central o hay compradores extranjeros que operan en Zaruma o Portovelo, por lo general lo que todo mundo compra es el oro y la plata. Pero en Portovelo o Zaruma hay comerciantes que compran de todo para exportar.

6. ¿Dada su experiencia que método utilizaría usted para recuperar los metales preciosos desde la basura electrónica?

ER: Si lo haces desde lodos de minas te queda fácil con lixiviación por cianuro, es lo que más se utiliza, pero ya de las placas electrónicas el proceso cambia, debes romper o quemar la placa para que te queden libres los metales, el oro lo sacas con lixiviación con cualquier corrosivo y luego recuperas con electrodos.

AG: En Canadá sé que lo sacan con equipos centrífugos Nelson, entonces como el oro es más pesado se queda en las paredes de la máquina de allí lo tomas y lo llevas a fundir. Te va a quedar con plomo, pero ese también lo fundes para quitarlo y que te quede oro puro. La plata y el cobre también se pueden lixiviar, pero su recuperación es distinta, debes atacar con diferentes químicos para separarlo del concentrado.

7. ¿Considera usted que la recuperación de éstos metales preciosos es una actividad rentable?

ER: La rentabilidad dependerá del precio al que consigas la materia prima y del tipo, los equipos antiguos tienen más oro que los modernos, los electrónicos de ahora tienen unas mezclas de otros metales para reemplazar en mayor medida al oro

AG: Toda minería es rentable, en si cuánta plata te quede dependerá del análisis del concentrado inicial, recuerda que la mayor parte de las placas son las baquelitas y eso tiene un bajo valor comercial, yo diría que debes buscar un buen método para recuperar oro, entonces te toca pulverizar la placa y con electrodos recuperas.

8. ¿Por qué no existen este tipo de empresas en nuestro país?

ER: Hay mucho desconocimiento de qué hacer con el pasivo ambiental, recuerda que te va a quedar bastante sobrante, aquí las leyes son complicadas, si para que te dejen funcionar es un trámite largo, ahora deberías buscar el modo de no quedarte con ese concentrado final, entonces sí solo sacas oro y plata seguro tienes otros materiales que valen, los chinos se llevan todo, hay una empresa que se llama Trafigura que se dedica a comprar, eso sí primero deben valorar el concentrado que se vas a vender

para saber de qué está compuesto, allí hay hasta paladio, pero si lleva plomo o mercurio el valor va a cambiar.

AG: Conseguir las licencias es un proceso muy complejo, el Ministerio del Ambiente pone pretextos en todo, aquí te toca armar una presa donde puedas botar los desechos e irlos tratando con el tiempo, todo esto genera más costos y es la parte riesgosa del negocio. Si el permiso existieran hasta más concesiones mineras.

9. ¿Qué considera usted que hace falta para que la minería urbana sea una realidad en nuestro país?

ER: Materia prima hay, es más, hay montón de empresas que buscan basura electrónica, luego venden aquí en el país el vidrio y el plástico, de allí mandan a China o Canadá. Lo que debería es cambiarse leyes que no afecten ni castiguen tanto a la industria, a la minería la tienen como la industria más dañina que existe y mientras no se quiten ese estigma las cosas van a estar igual de complicadas.

AG: Se necesita apoyo por parte del estado, hay leyes que bloquean todo, no ven que hay empresas en el extranjero que se benefician de la materia prima que no se puede procesar aquí por impedimentos legales. La misma minería tiene problemas, no se puede procesar muchos metales por restricciones ambientales y lo difícil que es la entrega de permisos y licencias.

12. La lixiviación deja gran cantidad de desechos, ¿qué destino puede dársele?

ER: claro, cuando haces lixiviación queda mucho desecho, lo que siempre se hace es valorarlo y ver si puedes recuperar algo más o simplemente desecharlo en algún botadero que tengas destinado, puedes intentar venderlo, pero eso previo a que valoren que tiene ese desecho. Existen minas que cobran para mantener allí del desecho en sus relaves.

AG: Se puede rescatar un concentrado, le colocas aceites minerales y dejas reposar, en algunas horas van a salir burbujas y en las burbujas va a estar todo el material aprovechable, el resto es desecho que deben almacenarlo y tratarlo en un relave, pero deberás primero conocer si el Ministerio del Ambiente te otorga los permisos para el relave o debes buscar una empresa que se encargue de llevarse el residuo.

13. ¿Es seguro el almacenamiento de éstos desechos?

ER: Es seguro respetando todas las condiciones de seguridad exigidas por los organismos de control, éstos desechos por lo general contienen metales pesados que no deben ser ingerido por el ser humano.

AG: Este tipo de desechos no deben estar nunca en contacto con el hombre, tienen una carga importante de metales pesados que son tóxicos para el organismo, siempre se recomienda que si no van a ser utilizados sean almacenados en un lugar seguro.

14. ¿El oro producto del reciclaje cuantos quilates tiene?

ER: El oro es oro en todos sus estados, el término quilate se usa para describir su pureza, el oro puede ser recuperado 100% puro sin importar la fuente del que provenga, ya depende del proceso de fundición y separación, en todo caso sin mayor esfuerzo puedes obtener oro de 24 quilates sin problema.

AG: Depende si lo quieren rebajar con otro material, el oro en su estado natural es de 24 quilates, baja su valor cuando se mezcla con otros metales como la plata o el plomo, en la electrónica se mezcla con cobre para hacer conductores, pero el cobre ya lo recuperas previamente, entonces tendrás por separado oro y plata, cómo vas a lixiviar y a fundir por separado debe quedarte oro puro, si no es así debes mejorar el proceso de fundición y electrolisis.

La naturaleza del proyecto tiene una enorme carga en el tema ambiental ya que la legislación de nuestro país contempla licencias autorizaciones y diferentes condiciones que deben cumplirse a fin de poder operar una planta de éste tipo.

Se requirió conocer la siguiente información:

1. ¿Qué normas legales debo considerar para operar una planta de minería urbana que extraiga oro, plata y cobre desde desechos electrónicos?
2. ¿Qué permisos requiero a fin de obtener una licencia y cuál es el procedimiento?
3. ¿Existe un método seguro para tratar desechos electrónicos?

En lo referente a temas ambientales se entrevistó a la Ing. Teresa Palacios Arboleda, Msc. Graduada de Ingeniera Química en la Universidad Central del

Ecuador con una Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales en la misma universidad, actualmente se desempeña como Directora de la Carrera de Ingeniería Ambiental en la Universidad Central del Ecuador. Se desempeñó además como Auditora Ambiental y Asesora del Ministerio del Ambiente del Ecuador.

La Ing. Teresa Palacios nos atendió vía telefónica desde su oficina en Quito y aportó la siguiente información:

1. ¿Qué normas legales debo considerar para operar una planta de minería urbana que extraiga oro, plata y cobre desde desechos electrónicos?

Antes que nada debes estar consciente que una planta de éste tipo requiere que te conviertas en gestor ambiental, solo siendo gestor ambiental puedes almacenar y tratar desechos electrónicos, caso contrario estarías operando de manera ilegal.

Para ser Gestor ambiental requieres cumplir varios parámetros que se encuentran en el Acuerdo Ministerial 60.

Existen también otros Acuerdos Ministeriales que hablan sobre la tenencia y almacenamiento de desechos electrónicos como el 190 y 191.

Adicionalmente se debe respetar lo indicado en el Acuerdo de Basilea.

2. ¿Qué permisos requiero a fin de obtener una licencia y cuál es el procedimiento?

El procedimiento es un tanto largo debe iniciar con un informe técnico ambiental e informes de varios estamentos adscritos al Ministerio del Ambiente.

Tengo entendido que la ley de Minerías también contempla ciertas cosas porque van a almacenar oro y plata, ustedes no van a adjudicarse una concesión minera sino a operar una planta de recuperación.

3. ¿Existe un método seguro para tratar desechos electrónicos?

Ningún desecho electrónico es seguro, los aparatos electrónicos tienen una serie de químicos y metales pesados por lo que su disposición final también es regulada. Primero debería leer el proyecto para orientarles cómo proceder con el tema de la licencia y el permiso.

3.3.DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENTREVISTA.

Posterior a la entrevista a expertos se logró determinar las siguientes conclusiones:

- La minería urbana no es un término nuevo, se viene realizando reciclaje de minerales a lo largo de varias décadas sobre todo en Europa y Canadá, en la actualidad las industrias reciclan todo tipo de mineral metálico y no metálico aplicando técnicas químicas y metalúrgicas.
- Siendo la base de todo mineral metálico su composición química, se puede recuperar el oro, la plata y el cobre en una concentración de 99.9% mediante métodos lixiviantes, es decir disolviendo el metal en agua y luego recuperarlos con total pureza, ya que de eso depende su valor en el mercado.
- De los métodos para recuperación de oro, plata y cobre existentes el más eficiente según los entrevistados es la lixiviación y posterior electrolisis del concentrado, al ser un ciclo cerrado mitiga las posibles afectaciones ambientales y se recupera el material con una excelente pureza.
- Todo proceso de aprovechamiento y rescate de oro, plata y cobre genera desechos que deben ser correctamente almacenados para mitigar posibles impactos ambientales, usualmente se emplean relaves o se contrata a empresas especializadas para que incineren los residuos minimizando el impacto ambiental.
- Antes del inicio de operaciones se debe contar con la licencia ambiental y el registro de Gestor Ambiental emitido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, ya que sin dicho trámite es imposible iniciar cualquier actividad ya que la tenencia y almacenaje de desechos electrónicos es un delito si no se lo hace con las correspondientes licencias para lo cual las autoridades competentes deben analizar que se cumplan parámetros mínimos que mitiguen el impacto de las operaciones.

3.4. RESULTADOS Y HALLAZGOS

La investigación documental y la observación permitieron identificar los siguientes datos relevantes en nuestra investigación:

3.4.1. Precio

Conforme consta en el portal web del Banco Central del Ecuador el precio internacional del oro y de la plata se establece a través de las reuniones denominadas “fixings”. El precio es fijado por cinco bancos especializados ubicados en Londres y son publicados dos veces al día. Históricamente el precio del oro es como se muestra en la Figura N° 12.

Figura N° 12: Precio histórico del oro 2000-2019



Fuente: BullionVault

En el gráfico se observa que el precio del oro ha estado en constante crecimiento desde el año 2000 y llegó a su tope más alto entre 2011 al 2013, actualmente se podría decir que el precio se mantiene estable y su cotización internacional es de \$ 1.294,47 por onza, es decir unos 41.000 dólares por cada kilo.¹³ El oro tiene un precio de mercado que varía en función de su pureza y existe una clasificación internacional denominada oro de ley conforme se describe en la siguiente tabla con la cual se determina precios para los diferentes quilates:

Tabla 3: Oro de ley

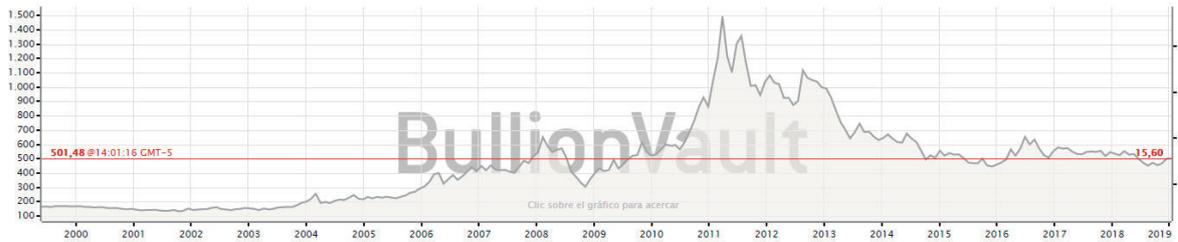
| NOMBRE | MILÉSIMA | PUREZA | EQUIVALENCIA EN QUILATES |
|--------------------|----------|--------|--------------------------|
| Oro puro | 999 | 99.9% | 24 quilates |
| Oro de primera ley | 750 | 75% | 18 quilates |
| Oro de segunda ley | 585 | 58.5% | 14 quilates |

Fuente: Banco Central del Ecuador

¹³ Precio tomado de BullionVault el 16 de enero de 2019 a las 11:45 GMT-5

La plata tiene precio inferior al oro y su precio por onza es de \$15.60, cabe destacar que de los desechos electrónicos también se pueden extraer otros materiales metálicos costosos como el paladio o el platino cuyos precios de mercado son similares al del oro. El precio del platino por onza es de \$ 805.29¹⁴ y el paladio alcanza un precio de \$ 1,328.00 por onza¹⁵.

Figura N° 13: Precio histórico de la plata 2000-2019

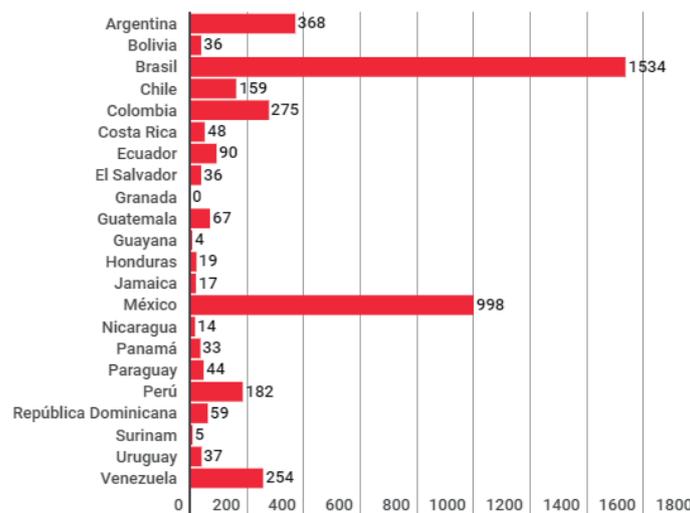


Fuente: BullionVault

3.4.2. Cantidad de Basura Electrónica en Ecuador

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) en un informe del año 2016 llamado “The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows and Resources” indica que en el Ecuador cada ciudadano produce anualmente 5.5 kilos de basura electrónica y que para aquel año generaba 9 Kilotoneladas siendo uno de los países que menos desechos per cápita genera, Así mismo el mencionado informe destaca a Ecuador como uno de los siete países que tiene una reglamentación vigente para los desechos electrónicos.¹⁶

Figura N° 14: Basura electrónica en América Latina (2016) en Kilotoneladas



Fuente: www.elcomercio.com

¹⁴ Precio tomado de BullionVault el 16 de enero de 2019 a las 14:32 GMT-5

¹⁵ Precio tomado de <https://www.kitco.com/> el 16 de enero de 2019 a las 14:36 GMT-5

¹⁶ El Informe completo puede ser descargado de http://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/GEM_2017-S.pdf

De acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) al 2015 en nuestro país el 24.8% de familias posee una laptop, el 27.7 % de las familias ecuatorianas tiene un computador de escritorio, y el 89.5% tiene al menos un teléfono celular. Cifras del mismo censo muestran que el 74.27% de éstos artículos después de su vida útil terminan desechados con la basura común (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2016).

El Ministerio del Ambiente en agosto del 2013, anunció durante el Foro de Gestión de Residuos Eléctricos y Electrónicos en Latinoamérica que anualmente en nuestro país se desechan aproximadamente 2 millones de teléfonos celulares y que hasta fines del 2012 se calculaba 11 millones de teléfonos en desuso, (El Telegrafo, 2016). Según la iniciativa Solving the E-Waste Problem (StEP), encabezada por las Naciones Unidas, se estima que, antes de que finalice 2017, el volumen anual de desechos electrónicos en el mundo habrá aumentado cerca de un 33%, hasta alcanzar 65,4 millones de toneladas (Kitsara, 2014).

Los desechos electrónicos, y en particular las placas de circuitos impresos o PCB – Printed Circuit Board- que están presentes en laptops, celulares, tablets y todo equipo tecnológico, están compuestos por un 25% de componentes reutilizables, un 72% de materiales reciclables (plásticos, metales ferrosos, aluminio, cobre, oro, níquel, estaño de las placas, etc.) y un 3% de elementos potencialmente tóxicos: plomo, mercurio, berilio, selenio, cadmio, cromo, sustancias halogenadas, clorofluocarbonos, bifenilos policlorados, policloruro de vinilo, ignífugos como el arsénico y el amianto, entre otros (Trufó, 2010), todos éstos componentes susceptibles de recuperación mediante un proceso que se conoce como Minería Urbana.

En nuestro país según cifras del INEC en Guayaquil se desechan 5.5 kilos de basura electrónica anualmente por cada habitante y que el 74.27% de toda ésta basura termina en los botaderos con la basura común se puede determinar que en función de la población de la ciudad (2`644.891 habitantes) se estaría desechando un total de 10.803 toneladas anualmente lo que nos da la confianza de contar con la materia prima necesaria para iniciar operaciones en la planta.

3.4.3. Empresas posicionadas en el mercado mundial en la industria de

Un informe de la Sociedad Española de Metales Preciosos de Inversión indica en su sitio web que en el 2017 en el planeta se recicló 622 toneladas de oro por semestre, una de

las empresas que mayor aporte tuvo en el logro de ésta cifra es EnviroLeach, con sede en Vancouver, Columbia Británica en Canadá, ésta empresa pionera en reciclaje de desechos electrónicos para el aprovechamiento de oro, en 2018 invirtió una importante cifra en construir una nueva planta capaz de tratar 10 toneladas de basura electrónica por día lo que les permite recuperar aproximadamente 2 kilos de oro diario, ésta nueva planta es amigable con el medio ambiente y emplea químicos no tóxicos reutilizables que brindan similares resultados que el cianuro.

Figura N° 15: Planta de lixiviación de EnviroLeach



Fuente: EnviroLeach

4. CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

4.1.CONSTITUCIÓN LEGAL.

El inicio de las operaciones demandará la constitución de una compañía, cabe destacar que éste proceso se encuentra sistematizado en el portal de la Superintendencia de Compañías siguiendo el proceso que a continuación se detalla:

1. Crear un usuario y clave en el sitio web <https://appscvs.supercias.gob.ec/registroUsuario/registroUsuario.zul> llenando los campos solicitados en el formulario electrónico.
2. Realizada la creación del usuario y clave se debe reservar un nombre con el cual denominaremos a la empresa a constituir.
3. Ir al sistema de constitución de compañías disponible en la página web e ingresar las secciones de tipo de compañía, actividad económica, agregar socios o accionistas incluyendo identificación y tipo de inversión.
4. Ingresar el representante o apoderado del socio/accionista.
5. Seleccionar un accionista como principal del listado mostrado por el Sistema
6. Registrar el nombre comercial, el domicilio legal, la dirección, el plazo y las actividades vinculatorias, los establecimientos y el plazo de duración del representante legal.
7. En la siguiente sección “Cuadro de Suscripciones y pago de Capital” se debe ingresar el capital suscrito de la compañía.
8. En la próxima sección se selecciona al representante legal y sus datos de contactos

Del mismo modo se debe obtener el Registro de Patente Municipal que se consigue mediante el portal web del M.I. Municipio de Guayaquil y según consta en dicho sitio web¹⁷ se debe reunir los siguientes requisitos:

- Certificado provisional o definitivo emitido por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil por cada uno de los establecimientos que la persona natural o jurídica posea dentro del Cantón Guayaquil.

¹⁷ Sitio Web del M.I. Municipio de Guayaquil, consulta realizada el 19/03/2019

- La última actualización del Registro Único de Contribuyentes (RUC). Sólo en el caso de inicio de actividades, las personas jurídicas deberán presentar la Escritura de Constitución correspondiente, así como el nombramiento del representante legal (vigente) y la cédula de ciudadanía y certificado de votación del mismo.
- Las personas naturales deberán presentar copia de la cédula de ciudadanía y del certificado de votación.
- Declaración del Impuesto a la Renta y, a las personas no obligadas a declarar este impuesto, las declaraciones del Impuesto al Valor Agregado, del último ejercicio económico exigible. Este requisito no será necesario en el caso de inicio de actividades por parte de la persona natural o jurídica.
- Formulario "Solicitud para Registro de Patente Municipal" (No es necesario comprar la Tasa de Trámite Municipal para el pago de Patente, ya que este valor se recaudará con la liquidación de dicho impuesto).
- Sólo en el caso de que la persona natural o jurídica ejerza el comercio en varios cantones, deberá presentar el desglose de ingresos por cantón firmado por un contador.
- Si la persona que realiza el trámite no es el titular del negocio deberá presentar su fotocopia de cédula de ciudadanía y certificado de votación junto con una carta de autorización del titular del negocio.

Para que el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil otorgue el permiso de funcionamiento se deberá aprobar una supervisión inicial que deberá verificar que la empresa cuente con los siguientes parámetros de seguridad:

- a) Extintores mínimos según el estándar en la industria.
- b) Supervisión del cableado eléctrico para garantizar que no tengan sobre carga de tensión y puedan originar incendios.
- c) Salida de emergencia para el personal y zona de reunión en caso de evacuación.
- d) Botiquín y equipo de primeros auxilios.

4.2.LICENCIAS Y AUTORIZACIÓN.

4.2.1. REQUISITOS PARA COMERCIALIZAR ORO.

El oro a comercializarse deberá ser de procedencia lícita, para lo cual todas las personas naturales o jurídicas interesadas en vender oro al Banco Central del Ecuador deberán cumplir con los siguientes requisitos:

1. Tener Derecho Minero inscrito en el Ministerio de Minería los requisitos para la obtención de éste documento están disponibles la ley de Minería.
2. No mantener deudas en firme con el Servicio de Rentas Internas (SRI).
3. No estar inmerso en delitos de lavado de activos y del financiamiento del terrorismo, ni delitos sancionados por la producción o tráfico ilícito de sustancias estupefacientes y psicotrópicas.
4. Registrarse y obtener la autorización como Agente Económico en el BCE.

Las compras de oro se realizarán en las instalaciones de la Casa de la Moneda, previa verificación de información y coordinación con la Unidad de Gestión de Comercialización de Oro del BCE.

El contenido de oro fino será determinado por el método de las densidades, previo a la fundición de las barras de doré. Se recibirá el oro en barras fundidas de acuerdo a las siguientes características¹⁸:

- ✓ Barras con superficie homogénea y sin escorias.
- ✓ Peso de presentación: mínimo 50 gramos.
- ✓ La pureza mínima de oro por barra doré deberá ser del 50%.

El caso de productos ajenos al oro siguen un procedimiento similar, la normativa del banco Central del Ecuador determina todos los pasos que debe seguirse para la comercialización de cualquier tipo de metal precioso y semiprecioso.

¹⁸ Información tomada de <https://www.bce.fin.ec/index.php/comercializacion-de-oro>, consultado el 19/03/2019

4.2.2. LICENCIA PARA LA OPERACIÓN

Tomando como punto de partida el Acuerdo Ministerial 026 en que indica que para poder almacenar desechos sólidos se requiere calificar como Gestor Ambiental de Residuos Sólidos no peligrosos en el Ministerio del Ambiente presentando la siguiente documentación:¹⁹

- Documento con captura de pantalla respecto a Categorización Ambiental del Sistema único de Información Ambiental SUIA del Ministerio del Ambiente, que conste la descripción de la gestión de residuos en "detalle de proyecto", ubicación e indique que el trámite está completo.
- Certificado de Registro Ambiental del SUIA en caso de Categoría I.
- Certificado de Intersección DEFINITIVO emitido en el SUIA, en caso de Categoría II, III o IV, con la conclusión de "NO INTERSECA".
- Pronunciamiento emitido oficialmente por el Ministerio del Ambiente, en caso de no corresponder a ninguna de las categorías del SUIA.
- Copia de la cédula de identidad, en caso de inicio de actividad (de no aplicar según el MAE y no aplicar a obtención de LUAE).
- Copia de un servicio básico (luz, agua o teléfono) en caso de inicio de actividad o cambio de dirección (en caso de no aplicar según el MAE y no aplicar a obtener LUAE).
- Copia de matrícula de vehículo, en caso de realizar la actividad de transporte de residuos no peligrosos

¹⁹ Tomado literalmente del Manual del ciudadano(a) Licenciamiento ambiental por categorización (categoría i, ii, iii y iv)

4.3. ESTUDIO TÉCNICO.

4.3.1. TAMAÑO DEL PROYECTO.

Dados los costos de los equipos y la disponibilidad de espacio físico se estima procesar 30 toneladas de chatarra electrónica por semana totalizando al año 1560 toneladas, se ha considerado por efectos de mejoras el incremento de un 5% anual en la producción.

Para el proceso de triturado se estima adquirir un equipo en capacidad de producir 12 toneladas de material refinado por día que será procesado tanques para su lixiviación recuperando los materiales en éste orden: cobre, oro y plata.

La lixiviación se realizará en tanques mezcladores de cuatro toneladas y se necesita rotar la mezcla cada 30 minutos para conseguir mejores resultados, lo que nos indica que requerimos adquirir al menos 4 tanques de dicha capacidad para poder procesar 40 toneladas máximas a la semana.

En resumidas cuentas la planta está en capacidad de lixiviar 40 toneladas de material a la semana y triturar 72 toneladas en el mismo periodo de tiempo.

4.3.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

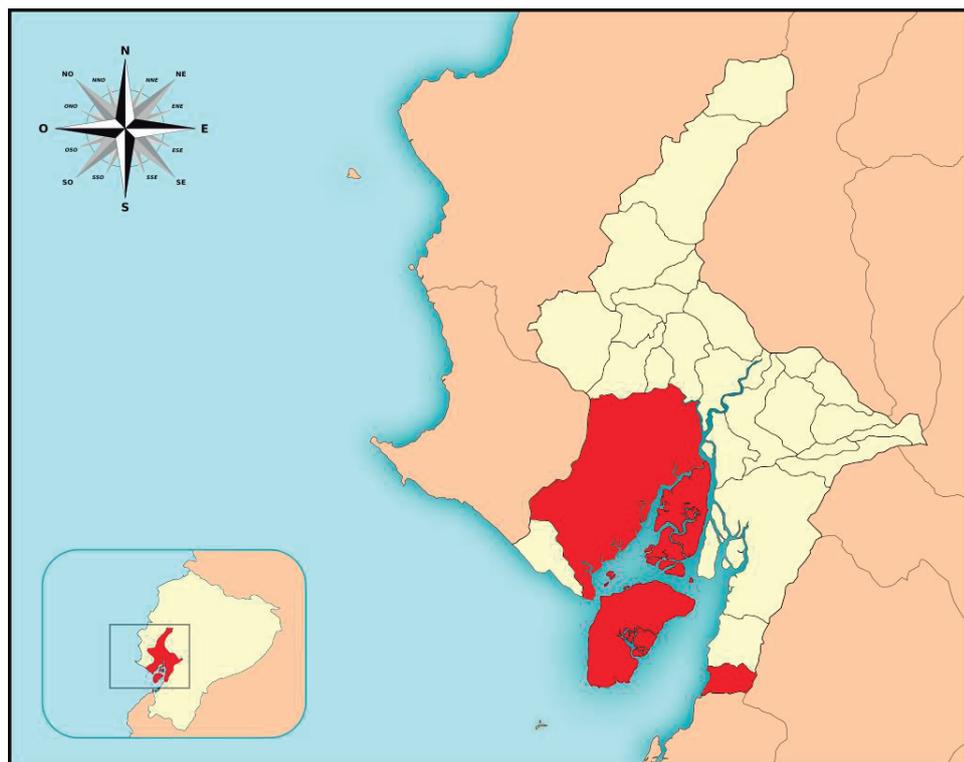
4.3.2.1.MACROLOCALIZACIÓN

A efectos de operatividad se encontró como sitio ideal para el establecimiento de la planta en la ciudad de Guayaquil por cumplir las siguientes condiciones:

1. Posee empresas dedicadas a la actividad de reciclaje de desechos electrónicos desensamblados que actualmente envían materia prima a China y Colombia para la recuperación de oro.
2. Cuenta con suministro eléctrico y de agua potable de manera permanente y estable necesarios para la producción el agua potable es suministrado por Interagua y el Suministro Eléctrico por CNEL-EP que tiene un servicio especial trifásico de alta tensión para el sector industrial.

3. Tiene Carreteras de primer orden por donde pueden transitar todo tipo de vehículos como el caso de la vía Perimetral, la vía Daule y la Francisco de Orellana que garantiza fluidez y continuidad en la movilización terrestre.
4. Existen zonas dedicadas a la industria como el parque California y todo el sector de la vía a Daule.
5. Es una ciudad altamente poblada cuenta con 3'050,728 habitantes lo que garantiza disponibilidad de mano de obra.
6. Tiene infinidad de líneas de transporte público y taxis que recorren la ciudad de norte a sur en múltiples frecuencias.

Figura N° 16: Ubicación Geográfica de la ciudad de Guayaquil



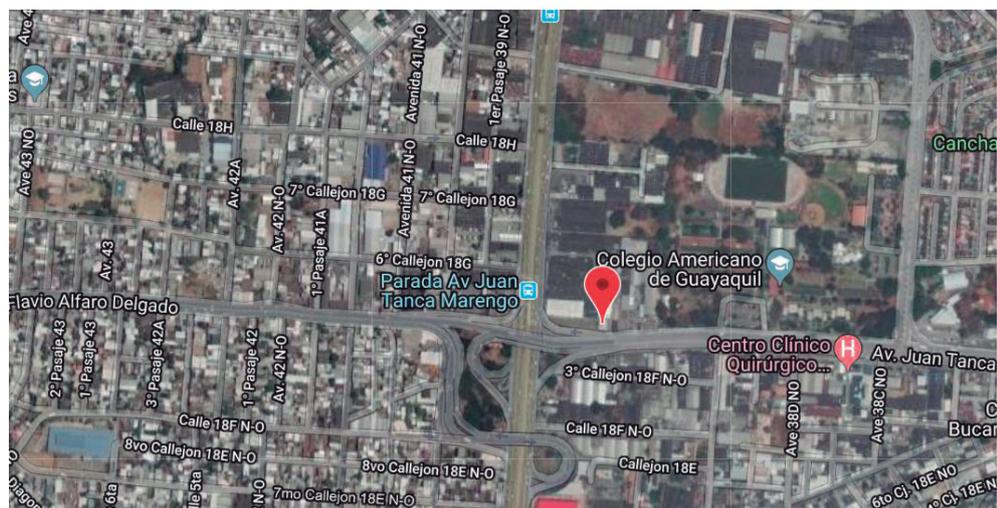
Fuente: Wikipedia.com

4.3.2.2.MICROLOCALIZACIÓN

Se encontró disponible para alquilar un galpón propiedad de la empresa Inurbana S.A. en la zona industrial del Km 6,5 Av. Juan Tanca Marengo al norte de Guayaquil que cuenta con las siguientes condiciones:

1. Posee vías de acceso en excelente estado: Su ubicación es en la intersección de la Avenida Juan Tanca Marengo y la vía a Daule cercano al Colegio Americano.
2. Tiene un área total de 3000 metros cuadrados con cerramiento, parqueadero, galpón techado, caseta de guardia, área de bodega y oficinas así como baterías sanitarias. El área techada es de 1300 metros cuadrados y las oficinas tienen aproximadamente 300 metros cuadrados.
3. Cuenta con suministro de agua potable las 24 horas y cisterna para el caso de cortes programados por mantenimiento o averías del sistema, así como con suministro de energía eléctrica trifásica con un banco de transformadores.

Figura N° 17: Microlocalización del proyecto



Fuente: googlemaps.com

4.3.3. DISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La estructura existente es de hormigón armado y requerirá poca inversión para adecuar las instalaciones a las necesidades de la empresa entre las que destacan:

1. **Área de descarga de materia prima:** en el área asignada podrán descargar trailers o volquetas en los horarios permitidos por las autoridades competentes, el ingreso de este tipo de vehículos es por la Avenida Juan Tanca Marengo y tiene capacidad para dos vehículos de gran tamaño.

Figura N° 18: Zona de estacionamiento y descarga de materia prima



Fuente: Inurbana S.A

2. **Área de almacenamiento de materia prima:** es un área techada de alrededor de 1000 metros cuadrados donde se puede almacenar hasta 100 toneladas de material de reciclaje respetando la normativa ambiental vigente. Se ha destinado además un área para el almacenamiento del concentrado residual y los productos químicos necesarios para la producción.

Figura N° 19: Zona de almacenamiento de materia prima



Fuente: Inurbana S.A

3. **Zona de triturado:** en ésta zona se colocarán las máquinas trituradoras que destruirán las placas electrónicas y las convertirán en polvo para posteriormente realizar la lixiviación. El proceso contempla dos máquinas, la primera rompe el material y mediante una banda transportadora lleva el material a otro equipo pulverizador que deja el material en un tamaño ideal para la recuperación de metales preciosos.

Figura N° 20: Zona de triturado



Fuente: Inurbana S.A

4. **Zona de lixiviación:** destinado para recuperación de cobre así como oro y plata en cuatro tanques con mezclado, cada tanque tiene una capacidad de cuatro toneladas y deberá previamente ser tratado con una cobertura de material plástico y poliuretano que evite la corrosión. .
5. **Zona de fundición:** junto al área de lixiviación se encontrará e área de fundición con equipos de gas butano para elaborar lingotes de los metales recuperados.

Figura N° 21: Zona de lixiviación y fundición.



Fuente: Inurbana S.A

6. **Área administrativa:** Aquí se instalará el personal administrativo y se guardará el material recuperado diariamente para su posterior fundición en un lingote de un kilo de peso.

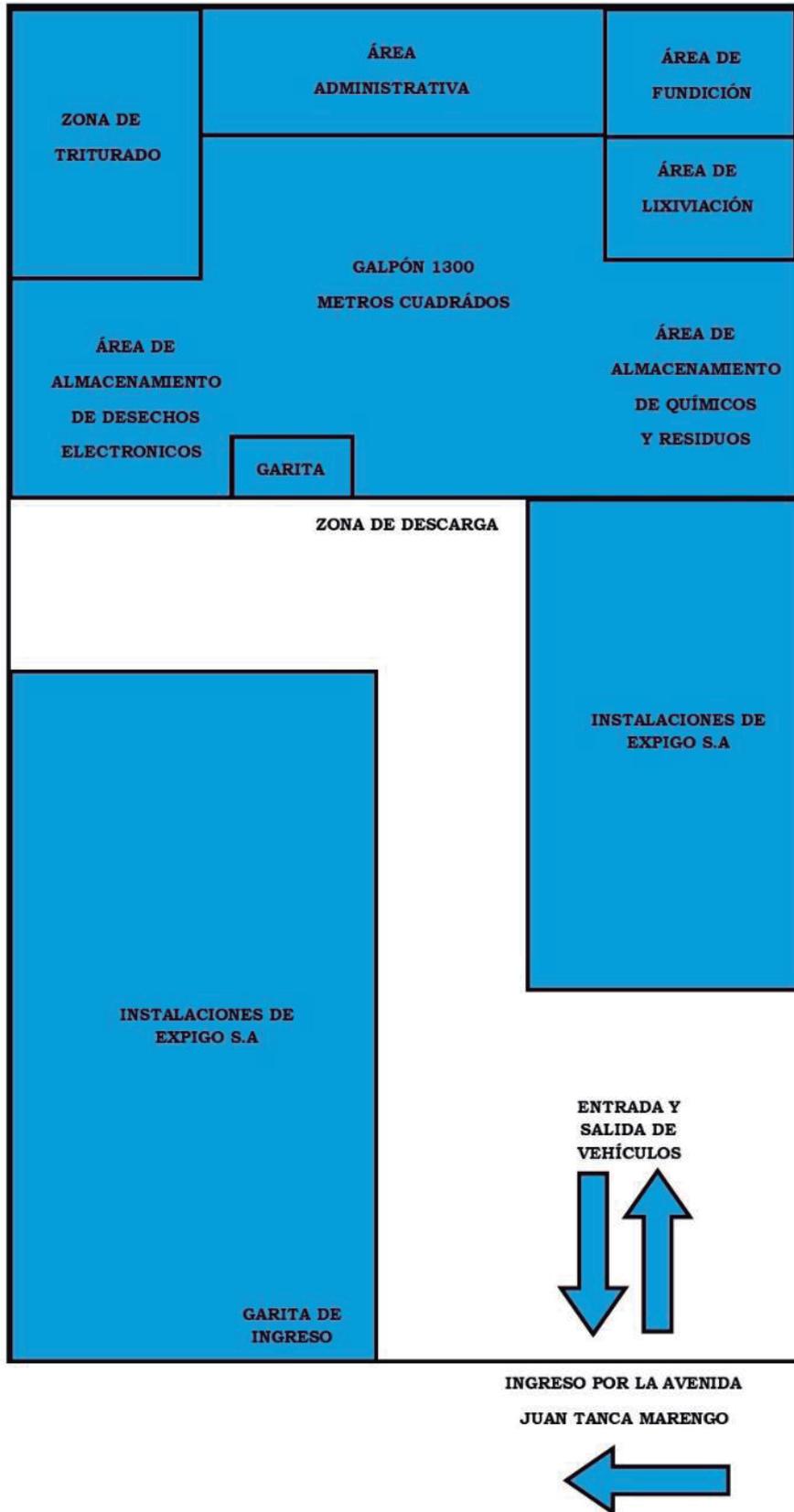
Figura N° 22: Área administrativa



Fuente: Inurbana S.A

En la figura N° 23 podemos observar cómo se distribuirá el espacio físico en el interior del galón aprovechando en lo mejor posible la estructura existente para minimizar las inversiones iniciales previas a la entrada en operaciones de la planta.

Figura N° 23: Distribución de las instalaciones



Fuente: Los autores

4.4. ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO.

4.4.1. Proyección de Ingresos.

Los ingresos del proyecto variarán en función del precio internacional del oro, la plata y el cobre conforme a su cotización en los mercados mundiales de metales, como se indicó en capítulos anteriores. Para el análisis de ingresos se tomó como referencia el precio más bajo que ha tenido el oro en lo que va del 2019 cuyo precio rondaba los \$41.28²⁰, en éste caso la cotización para la compra de oro por kilo en el Banco Central del Ecuador es de \$ 41000, por su parte la plata se cotiza a un precio de compra de \$ 539.00 por kilo y el cobre a \$ 5.91 por cada kilo.

Los montos por ingresos de dinero por concepto de ventas se transfieren directamente a las cuentas de la empresa como se detalla en los procedimientos establecidos por el Banco Central del Ecuador que será el principal cliente ya que en éste ente público se compra y vende todo tipo de metales a precios internacionales conforme a la pureza del metal producido.

Las cifras de ventas en unidades se detallan en la Tabla N° 4, cuyo porcentaje de recuperación parte de un total de 1560 toneladas de material de reciclaje de placas electrónicas.

Tabla 4: Pronóstico de ventas en unidades por 5 años

| PRODUCTO | UNIDAD | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ORO | KG | 312,00 | 327,60 | 343,98 | 361,18 | 379,24 |
| PLATA | KG | 3.744,00 | 3.931,20 | 4.127,76 | 4.334,15 | 4.550,86 |
| COBRE | KG | 155.064,00 | 162.817,20 | 170.958,06 | 179.505,96 | 188.481,26 |
| CONCENTRADO | TON | 156,00 | 163,80 | 171,99 | 180,59 | 189,62 |

Elaborado por: los autores

Existen otros ingresos provenientes de la venta de concentrado, únicamente se ha tomado como referencia el precio del paladio y el cobalto ya que el precio varía en función de la concentración de los metales y minerales que la componen. Potencialmente estos desechos serán vendidos a Tranfigura, una multinacional dedicada a la adquisición de materia prima a nivel mundial y que transporta en sus embarcaciones todo tipo de concentrados para las empresas que requieran materia prima a bajos costos.

²⁰ Cotización del BCE al 5 de marzo de 2019

En los ingresos se estima un incremento del 5% anual por mejora de procesos de trituración y lixiviación cada vez más eficientes, es de considerar que el precio de venta de los metales no tiene relación alguna con indicadores económicos como la inflación.

Tabla 5: Pronóstico de venta en dólares por 5 años

| RUBRO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| VENTA DE ORO | \$ 12.792.000,00 | \$ 13.431.600,00 | \$ 14.103.180,00 | \$ 14.808.339,00 | \$ 15.548.755,95 |
| VENTA DE PLATA | \$ 2.018.016,00 | \$ 2.118.916,80 | \$ 2.224.862,64 | \$ 2.336.105,77 | \$ 2.452.911,06 |
| VENTA DE COBRE | \$ 916.428,24 | \$ 962.249,65 | \$ 1.010.362,13 | \$ 1.060.880,24 | \$ 1.113.924,25 |
| CONCENTRADO | \$ 78.000,00 | \$ 81.900,00 | \$ 85.995,00 | \$ 90.294,75 | \$ 94.809,49 |
| TOTAL INGRESOS | \$ 15.804.444,24 | \$ 16.594.666,45 | \$ 17.424.399,77 | \$ 18.295.619,76 | \$ 19.210.400,75 |

Elaborado por: los autores

Como se observa en la Tabla N° 5 los ingresos están dados mayoritariamente por el oro cuyo valor del mercado es mucho más alto que el valor pagado por los otros metales como la plata y el cobre, es de destacar que pese a que en kilos el cobre tiene una producción significativa únicamente contempla el 5.8% de los ingresos totales de la empresa.

4.4.2. Proyección de Gastos.

El rubro de gastos comprende entre otras cosas los montos a cancelar por materia prima, sueldos y salarios, y materiales indirectos de fabricación desglosados de la siguiente manera:

4.4.2.1. Materiales Directos.

Aquí se han clasificado todos los elementos que tienen directa relación con la recuperación de oro, plata y cobre desde los desechos electrónicos, entre éstos están la compra de la materia prima a los proveedores a un precio de \$ 7.00 por kilo, la adquisición de químicos para el lixiviado y el componente base de lixiviación que es agua. El detalle se puede apreciar en la Tabla N° 6 e incluye un pronóstico de 5 años con una tasa de inflación promedio de 1.67%, al primer año de las operaciones los materiales directos sumarán \$11'156.496,00 siendo el de mayor peso el ocasionado por la adquisición de los desechos electrónicos que son la materia prima principal de todo el proceso.

Tabla 6: Detalle de los Materiales Directos

| DETALLE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DESECHOS ELECTRONICOS | \$ 10.920.000,00 | \$ 11.102.364,00 | \$ 11.287.773,48 | \$ 11.476.279,30 | \$ 11.667.933,16 |
| AGENTES QUÍMICOS | \$ 234.000,00 | \$ 237.907,80 | \$ 241.880,86 | \$ 245.920,27 | \$ 250.027,14 |
| AGUA | \$ 2.496,00 | \$ 2.537,68 | \$ 2.580,06 | \$ 2.623,15 | \$ 2.666,96 |
| TOTAL MATERIALES DIRECTOS | \$ 11.156.496,00 | \$ 11.342.809,48 | \$ 11.532.234,40 | \$ 11.724.822,72 | \$ 11.920.627,26 |

Elaborado por: los autores

4.4.2.2. Mano de Obra Directa e Indirecta.

La mano de obra directa es todo esfuerzo humano que tiene directa relación con el proceso de fabricación del producto, en el caso del presente proyecto es todo el equipo vinculado a los procesos de planta, existen aquí personal para metalúrgica, para trituración de desechos y para fundición de materiales.

Del mismo modo se ha calculado los costos inherentes al talento humano que se encargará de la parte administrativa y seguridad de las instalaciones, a continuación en la Tabla N° 7 podemos encontrar el detalle de los costos en los que se incurrirá por concepto de pagos al personal y los beneficios sociales para los 5 años siguientes al inicio de operaciones, se ha estimado un incremento salarial del 10% anual para efectos de determinar movimientos en los costos.

Tabla 7: Detalle de pago de personal

| SUELDOS ANUALES | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| CANT | DETALLE | | | | | |
| 1 | GERENTE | \$ 54,000.00 | \$ 59,400.00 | \$ 65,340.00 | \$ 71,874.00 | \$ 79,061.40 |
| 1 | OPERADOR DE EQUIPO DE FUNDICIÓN | \$ 38,400.00 | \$ 42,240.00 | \$ 46,464.00 | \$ 51,110.40 | \$ 56,221.44 |
| 1 | TÉCNICO DE PROCESO DE ELECTRÓLISIS | \$ 33,600.00 | \$ 36,960.00 | \$ 40,656.00 | \$ 44,721.60 | \$ 49,193.76 |
| 1 | OPERADOR DE TANQUES DE LIXIVIACIÓN | \$ 33,600.00 | \$ 36,960.00 | \$ 40,656.00 | \$ 44,721.60 | \$ 49,193.76 |
| 1 | OPERADOR DE TRITURADORA Y MOLINO | \$ 14,400.00 | \$ 15,840.00 | \$ 17,424.00 | \$ 19,166.40 | \$ 21,083.04 |
| 1 | RECEPCIÓN DE MATERIAL E INVENTARIO | \$ 14,400.00 | \$ 15,840.00 | \$ 17,424.00 | \$ 19,166.40 | \$ 21,083.04 |
| 3 | GUARDIA DE SEGURIDAD | \$ 28,800.00 | \$ 31,680.00 | \$ 34,848.00 | \$ 38,332.80 | \$ 42,166.08 |
| 3 | PERSONAL ADMINISTRATIVO | \$ 18,000.00 | \$ 19,800.00 | \$ 21,780.00 | \$ 23,958.00 | \$ 26,353.80 |
| | SUELDOS Y SALARIOS | \$ 235,200.00 | \$ 258,720.00 | \$ 284,592.00 | \$ 313,051.20 | \$ 344,356.32 |
| BENEFICIOS SOCIALES | | | | | | |
| | APORTE IESS | \$ 27,048.00 | \$ 29,752.80 | \$ 32,728.08 | \$ 36,000.89 | \$ 39,600.98 |
| | FONDO DE RESERVA | | \$ 21,551.38 | \$ 23,706.51 | \$ 26,077.16 | \$ 28,684.88 |
| | DÉCIMO TERCER SUELDO | \$ 19,600.00 | \$ 21,560.00 | \$ 23,716.00 | \$ 26,087.60 | \$ 28,696.36 |
| | DÉCIMO CUARTO SUELDO | \$ 4,334.00 | \$ 4,767.40 | \$ 5,244.14 | \$ 5,768.55 | \$ 6,345.41 |
| | BENEFICIOS SOCIALES | \$ 50,982.00 | \$ 77,631.58 | \$ 85,394.73 | \$ 93,934.21 | \$ 103,327.63 |
| | TOTAL ANUAL EN SUELDOS Y BENEFICIOS | \$ 286,182.00 | \$ 336,351.58 | \$ 369,986.73 | \$ 406,985.41 | \$ 447,683.95 |

Elaborado por: los autores

4.4.2.3. Costos Indirectos de fabricación.

Los costos indirectos de fabricación han sido estimados en función de los requerimientos adicionales sobre la producción, se ha proyectado por un periodo de 5 años con la tasa de inflación promedio de 1.67%, los rubros más importantes son los electricidad

y arriendo de las instalaciones, al primer año se ha calculado que éste elemento del costo será de \$ 129.621,60.

Tabla 8: Detalle de costos indirectos de fabricación.

| DETALLE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| SERVICIOS BÁSICOS (AGUA + TELÉFONO) | \$ 10,560.00 | \$ 10,560.00 | \$ 10,560.00 | \$ 10,560.00 | \$ 10,560.00 |
| GAS BUTANO | \$ 12,261.60 | \$ 12,466.37 | \$ 12,674.56 | \$ 12,886.22 | \$ 13,101.42 |
| ELECTRICIDAD | \$ 52,800.00 | \$ 52,800.00 | \$ 52,800.00 | \$ 52,800.00 | \$ 52,800.00 |
| ARRIENDOS | \$ 54,000.00 | \$ 54,901.80 | \$ 55,818.66 | \$ 56,750.83 | \$ 57,698.57 |
| MANTENIMIENTO | \$ 18,000.00 | \$ 18,300.60 | \$ 18,606.22 | \$ 18,916.94 | \$ 19,232.86 |
| COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN | \$ 129,621.60 | \$ 130,728.17 | \$ 131,853.22 | \$ 132,997.05 | \$ 134,159.99 |

Elaborado por: los autores

4.4.3. Inversiones.

La Tabla N° 9 detalla la lista de equipos que se requieren para instalar la planta de aprovechamiento de oro, plata y cobre desde chatarra electrónica, en un galpón de alquiler, la inversión inicial en equipos, muebles y adecuaciones totalizan \$ 267.208,00 siendo el de mayor impacto el ocasionado por los equipos especiales para triturado y lixiviación, adicionalmente se consideró adecuaciones en cuanto al tendido eléctrico y ensamblado de máquinas en la planta, el rubro instalaciones comprende también instalación de circuito cámaras de vigilancia y cerco eléctrico para evitar problemas de seguridad en el interior de la planta.

Es de destacar que todos los equipos tanto para moler el material como para la lixiviación son eléctricos lo que también ayuda a la mitigación del impacto ambiental. Se puede apreciar además en la tabla que se renovarán los equipos de computación al final de su vida útil, es decir a los tres años. El resto de activos por ser de mayor duración no será considerado para futuras renovaciones ya que no ingresan en el periodo de evaluación del proyecto.

Tabla 9: Inversiones en activos para la instalación de la planta.

| CANT | DETALLE | PRECIO UNIT. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|----------------------------------|--------------|----------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|
| MAQUINARIA Y EQUIPOS | | | | | | | | |
| 1 | TRITURADORA | \$ 13,500.00 | \$ 13,500.00 | | | | | |
| 1 | MOLINO DE MARTILLO | \$ 5,230.00 | \$ 5,230.00 | | | | | |
| 1 | EQUIPO DE FUNDICIÓN | \$ 15,200.00 | \$ 15,200.00 | | | | | |
| 1 | MICROSCOPIO 2000X | \$ 748.00 | \$ 748.00 | | | | | |
| 1 | INSTRUMENTOS DE LABORATORIO | \$ 9,800.00 | \$ 9,800.00 | | | | | |
| 1 | BANDA TRANSPORTADORA | \$ 5,200.00 | \$ 5,200.00 | | | | | |
| 4 | TANQUES DE LIXIVIACIÓN | \$ 7,850.00 | \$ 31,400.00 | | | | | |
| 8 | TANQUES DE ALMACENAMIENTO | \$ 7,850.00 | \$ 62,800.00 | | | | | |
| 1 | BALANZA PLATAFORMA INDUSTRIAL | \$ 2,500.00 | \$ 2,500.00 | | | | | |
| 1 | FILTRO DE VACÍO | \$ 11,300.00 | \$ 11,300.00 | | | | | |
| INVERSIÓN TOTAL EN MAQUINARIAS Y EQUIPOS | | | \$ 157,678.00 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| EQUIPOS DE COMPUTACIÓN | | | | | | | | |
| 2 | COMPUTADORAS | \$ 800.00 | \$ 1,600.00 | | | \$ 1,680.16 | | |
| 1 | IMPRESORA | \$ 220.00 | \$ 220.00 | | | \$ 231.02 | | |
| INVERSIÓN TOTAL EN EQUIPOS DE COMPUTACIÓN | | | \$ 1,820.00 | \$ - | \$ - | \$ 1,911.18 | \$ - | \$ - |
| MUEBLES DE OFICINA | | | | | | | | |
| 3 | ESCRITORIOS | \$ 430.00 | \$ 1,290.00 | | | | | |
| 12 | SILLAS EJECUTIVAS | \$ 160.00 | \$ 1,920.00 | | | | | |
| 2 | ESTACIONES DE TRABAJO | \$ 1,200.00 | \$ 2,400.00 | | | | | |
| 1 | CAJA FUERTE | \$ 2,100.00 | \$ 2,100.00 | | | | | |
| INVERSIÓN TOTAL EN MUEBLES DE OFICINA | | | \$ 7,710.00 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| INSTALACIONES | | | | | | | | |
| | ADECUACIONES EN INSTALACIONES | \$ 30,000.00 | \$ 30,000.00 | | | | | |
| INVERSIÓN TOTAL EN INSTALACIONES | | | \$ 30,000.00 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| VEHÍCULOS | | | | | | | | |
| 1 | FORD EXPLORER 3.5L V6 XLT 4x4 AT | \$ 70,000.00 | \$ 70,000.00 | | | | | |
| INVERSIÓN TOTAL EN INSTALACIONES | | | \$ 70,000.00 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVOS | | | \$ 267,208.00 | \$ - | \$ - | \$ 1,911.18 | \$ - | \$ - |

Elaborado por: los autores

4.4.3.1. Depreciación.

Para el cálculo de las depreciaciones se tomó el método de línea recta y se estimó un valor residual del 10% sobre el valor histórico en libros y posteriormente se dividió dicho monto para el tiempo de vida útil, el cálculo de cada activo en función del tiempo se puede observar en la siguiente tabla, el único rubro cuyo monto varía es equipos de computación que debe ser renovado al final del año 3.

Tabla 10: Depreciación de activos

| VIDA ÚTIL AÑOS | ACTIVOS | VALOR RESIDUAL | DEPRECIACIÓN | | | | |
|---------------------------|----------------------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 | MAQUINARIAS E INSTRUMENTOS | \$ 15,767.80 | \$ 14,191.02 | \$ 14,191.02 | \$ 14,191.02 | \$ 14,191.02 | \$ 14,191.02 |
| 3 | EQUIPOS DE COMPUTACIÓN | \$ 182.00 | \$ 546.00 | \$ 546.00 | \$ 546.00 | \$ 573.35 | \$ 573.35 |
| 10 | MUEBLES DE OFICINA | \$ 771.00 | \$ 693.90 | \$ 693.90 | \$ 693.90 | \$ 693.90 | \$ 693.90 |
| 10 | INSTALACIONES | \$ 3,000.00 | \$ 2,700.00 | \$ 2,700.00 | \$ 2,700.00 | \$ 2,700.00 | \$ 2,700.00 |
| 5 | VEHÍCULO | \$ 7,000.00 | \$ 12,600.00 | \$ 12,600.00 | \$ 12,600.00 | \$ 12,600.00 | \$ 12,600.00 |
| DEPRECIACIÓN ANUAL | | | \$ 30,730.92 | \$ 30,730.92 | \$ 30,730.92 | \$ 30,758.27 | \$ 30,758.27 |

Elaborado por: los autores

4.4.3.2. Otros Gastos.

En la siguiente tabla se puede observar los gastos adicionales en los que se incurre para el inicio de operaciones, entre estos gastos se detallan los permisos municipales, licencias ambientales y demás trámites legales y administrativos que totalizan al primer año

\$ 67.700,00, la mayor parte de éstos permisos y licencias deben ser renovadas anualmente previa revisión de ciertos requisitos por parte de las autoridades de control.

Tabla 11: Otros Gastos.

| OTROS GASTOS | | | | | |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| DETALLE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PERMISOS MUNICIPALES | \$ 18,000.00 | \$ 18,300.60 | \$ 18,606.22 | \$ 18,916.94 | \$ 19,232.86 |
| LICENCIA AMBIENTAL | \$ 30,000.00 | \$ 30,501.00 | \$ 31,010.37 | \$ 31,528.24 | \$ 32,054.76 |
| OTROS TRÁMITES | \$ 14,400.00 | \$ 14,640.48 | \$ 14,884.98 | \$ 15,133.56 | \$ 15,386.29 |
| GASTOS DE CONSTITUCIÓN | \$ 5,300.00 | | | | |
| TOTAL OTROS GASTOS | \$ 67,700.00 | \$ 63,442.08 | \$ 64,501.56 | \$ 65,578.74 | \$ 66,673.90 |

Elaborado por: los autores

4.4.3.3. Capital de trabajo.

La Tabla N° 12 detalla los recursos económicos necesarios para el inicio de las operaciones, que contempla el aprovisionamiento de aquellos gastos mínimos para la producción por el número de días en que se considera que deberá iniciar los ingresos de dinero producto de la producción y venta de metales preciosos al principal proveedor que es el Banco Central del Ecuador.

Para poder operar durante los 9 días que demanda el ingreso de dinero se requerirán \$ 287.013,69 que incluye materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación.

Tabla 12: Capital de trabajo

| CAPITAL DE TRABAJO | | |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------------|
| DETALLE | | MONTO |
| PRODUCCIÓN | TRITURADO Y MOLIDO | 1 DÍA |
| | LIXIVIADO | 1 DÍA |
| | ELECTROLISIS Y FUNDICIÓN | 1 DÍA |
| COMERCIALIZACIÓN | TRASLADO AL BCE | 1 DÍA |
| COBRANZA | TRANSFERENCIA DEL BCE | 5 DÍAS |
| TOTAL DÍAS | | 9 DÍAS |
| TOTAL GASTOS PRIORITARIOS ANUALES | | \$ 11,639,999.60 |
| TOTAL DIARIO | | \$ 31,890.41 |
| CAPITAL DE TRABAJO | | \$ 287,013.69 |

Elaborado por: los autores

4.4.4. Financiamiento.

Para el inicio de las operaciones se requieren al menos \$ 554.221,68 que está compuesto por un capital de trabajo de \$ 287.013,69 y la inversión en activos por \$ 267.208,00 de lo cual se estima financiar \$ 400.000,00 mediante crédito de la Corporación Financiera Nacional – BP con una tasa de interés del 11.83%, los requisitos para acceder al crédito se encuentran en el Anexo N° 3, la diferencia será financiada mediante un paquete accionario por un monto de \$ 154.221,68.

Tabla 13: Financiamiento

| FINANCIAMIENTO | VALOR |
|---|---------------|
| CAPITAL PROPIO (ACCIONISTAS) | \$ 154,221.69 |
| MONTO A FINANCIAR POR CRÉDITO DE LA CFN -BP | \$ 400,000.00 |

Elaborado por: los autores

4.4.4.1. Crédito.

La CFN-EP tiene en su cartera de productos una línea de créditos para empresas industriales y productivas con una tasa de interés preferencial, cabe destacar que la banca privada no otorga créditos a nuevos emprendimientos. A continuación se detalla la amortización del crédito por un valor de \$ 400.000,00 y una tasa de interés del 11.83% a un plazo de 5 años. Éste crédito genera intereses por un monto de \$ 131.807,28 que será cargado a los gastos financieros en el estado de resultados.

Tabla 14: Tabla de amortización de crédito otorgado por la CFN-EP

| PERIODO | PAGO | INTERÉS | AMORTIZACIÓN | DEUDA PENDIENTE |
|----------------------|----------------------|----------------------|--------------|-----------------|
| 0 | \$ 8.863.45 | | | \$ 400.000.00 |
| 1 | \$ 8.863.45 | \$ 3.943.33 | \$ 4.920.12 | \$ 395.079.88 |
| 2 | \$ 8.863.45 | \$ 3.894.83 | \$ 4.968.63 | \$ 390.111.25 |
| 3 | \$ 8.863.45 | \$ 3.845.85 | \$ 5.017.61 | \$ 385.093.65 |
| 4 | \$ 8.863.45 | \$ 3.796.38 | \$ 5.067.07 | \$ 380.026.57 |
| 5 | \$ 8.863.45 | \$ 3.746.43 | \$ 5.117.03 | \$ 374.909.55 |
| 6 | \$ 8.863.45 | \$ 3.695.98 | \$ 5.167.47 | \$ 369.742.07 |
| 7 | \$ 8.863.45 | \$ 3.645.04 | \$ 5.218.41 | \$ 364.523.66 |
| 8 | \$ 8.863.45 | \$ 3.593.60 | \$ 5.269.86 | \$ 359.253.80 |
| 9 | \$ 8.863.45 | \$ 3.541.64 | \$ 5.321.81 | \$ 353.931.99 |
| 10 | \$ 8.863.45 | \$ 3.489.18 | \$ 5.374.28 | \$ 348.557.72 |
| 11 | \$ 8.863.45 | \$ 3.436.20 | \$ 5.427.26 | \$ 343.130.46 |
| 12 | \$ 8.863.45 | \$ 3.382.69 | \$ 5.480.76 | \$ 337.649.70 |
| 13 | \$ 8.863.45 | \$ 3.328.66 | \$ 5.534.79 | \$ 332.114.91 |
| 14 | \$ 8.863.45 | \$ 3.274.10 | \$ 5.589.36 | \$ 326.525.55 |
| 15 | \$ 8.863.45 | \$ 3.219.00 | \$ 5.644.46 | \$ 320.881.10 |
| 16 | \$ 8.863.45 | \$ 3.163.35 | \$ 5.700.10 | \$ 315.180.99 |
| 17 | \$ 8.863.45 | \$ 3.107.16 | \$ 5.756.30 | \$ 309.424.70 |
| 18 | \$ 8.863.45 | \$ 3.050.41 | \$ 5.813.04 | \$ 303.611.66 |
| 19 | \$ 8.863.45 | \$ 2.993.10 | \$ 5.870.35 | \$ 297.741.31 |
| 20 | \$ 8.863.45 | \$ 2.935.23 | \$ 5.928.22 | \$ 291.813.09 |
| 21 | \$ 8.863.45 | \$ 2.876.79 | \$ 5.986.66 | \$ 285.826.42 |
| 22 | \$ 8.863.45 | \$ 2.817.77 | \$ 6.045.68 | \$ 279.780.74 |
| 23 | \$ 8.863.45 | \$ 2.758.17 | \$ 6.105.28 | \$ 273.675.46 |
| 24 | \$ 8.863.45 | \$ 2.697.98 | \$ 6.165.47 | \$ 267.509.99 |
| 25 | \$ 8.863.45 | \$ 2.637.20 | \$ 6.226.25 | \$ 261.283.73 |
| 26 | \$ 8.863.45 | \$ 2.575.82 | \$ 6.287.63 | \$ 254.996.10 |
| 27 | \$ 8.863.45 | \$ 2.513.84 | \$ 6.349.62 | \$ 248.646.48 |
| 28 | \$ 8.863.45 | \$ 2.451.24 | \$ 6.412.21 | \$ 242.234.27 |
| 29 | \$ 8.863.45 | \$ 2.388.03 | \$ 6.475.43 | \$ 235.758.84 |
| 30 | \$ 8.863.45 | \$ 2.324.19 | \$ 6.539.27 | \$ 229.219.57 |
| 31 | \$ 8.863.45 | \$ 2.259.72 | \$ 6.603.73 | \$ 222.615.84 |
| 32 | \$ 8.863.45 | \$ 2.194.62 | \$ 6.668.83 | \$ 215.947.01 |
| 33 | \$ 8.863.45 | \$ 2.128.88 | \$ 6.734.58 | \$ 209.212.43 |
| 34 | \$ 8.863.45 | \$ 2.062.49 | \$ 6.800.97 | \$ 202.411.46 |
| 35 | \$ 8.863.45 | \$ 1.995.44 | \$ 6.868.01 | \$ 195.543.45 |
| 36 | \$ 8.863.45 | \$ 1.927.73 | \$ 6.935.72 | \$ 188.607.73 |
| 37 | \$ 8.863.45 | \$ 1.859.36 | \$ 7.004.10 | \$ 181.603.63 |
| 38 | \$ 8.863.45 | \$ 1.790.31 | \$ 7.073.15 | \$ 174.530.48 |
| 39 | \$ 8.863.45 | \$ 1.720.58 | \$ 7.142.87 | \$ 167.387.61 |
| 40 | \$ 8.863.45 | \$ 1.650.16 | \$ 7.213.29 | \$ 160.174.32 |
| 41 | \$ 8.863.45 | \$ 1.579.05 | \$ 7.284.40 | \$ 152.889.91 |
| 42 | \$ 8.863.45 | \$ 1.507.24 | \$ 7.356.21 | \$ 145.533.70 |
| 43 | \$ 8.863.45 | \$ 1.434.72 | \$ 7.428.73 | \$ 138.104.96 |
| 44 | \$ 8.863.45 | \$ 1.361.48 | \$ 7.501.97 | \$ 130.602.99 |
| 45 | \$ 8.863.45 | \$ 1.287.53 | \$ 7.575.93 | \$ 123.027.07 |
| 46 | \$ 8.863.45 | \$ 1.212.84 | \$ 7.650.61 | \$ 115.376.46 |
| 47 | \$ 8.863.45 | \$ 1.137.42 | \$ 7.726.04 | \$ 107.650.42 |
| 48 | \$ 8.863.45 | \$ 1.061.25 | \$ 7.802.20 | \$ 99.848.22 |
| 49 | \$ 8.863.45 | \$ 984.34 | \$ 7.879.12 | \$ 91.969.10 |
| 50 | \$ 8.863.45 | \$ 906.66 | \$ 7.956.79 | \$ 84.012.31 |
| 51 | \$ 8.863.45 | \$ 828.22 | \$ 8.035.23 | \$ 75.977.08 |
| 52 | \$ 8.863.45 | \$ 749.01 | \$ 8.114.45 | \$ 67.862.63 |
| 53 | \$ 8.863.45 | \$ 669.01 | \$ 8.194.44 | \$ 59.668.19 |
| 54 | \$ 8.863.45 | \$ 588.23 | \$ 8.275.23 | \$ 51.392.96 |
| 55 | \$ 8.863.45 | \$ 506.65 | \$ 8.356.81 | \$ 43.036.16 |
| 56 | \$ 8.863.45 | \$ 424.26 | \$ 8.439.19 | \$ 34.596.97 |
| 57 | \$ 8.863.45 | \$ 341.07 | \$ 8.522.39 | \$ 26.074.58 |
| 58 | \$ 8.863.45 | \$ 257.05 | \$ 8.606.40 | \$ 17.468.18 |
| 59 | \$ 8.863.45 | \$ 172.21 | \$ 8.691.25 | \$ 8.776.93 |
| 60 | \$ 8.863.45 | \$ 86.53 | \$ 8.776.93 | \$ (0.00) |
| \$ 531.807.28 | \$ 131.807.28 | \$ 400.000.00 | | |

Elaborado por: los autores

4.5. PROYECCIÓN DE ESTADOS FINANCIEROS

4.5.1. Estado de Resultado

En la proyección de resultados podemos observar que existe una utilidad neta en el ejercicio en el primer periodo de \$ 2'607.185,39 equivalente al 16.50% sobre el total de las ventas. No se han considerado montos adicionales por pagos de regalía por cuanto la legislación indica el pago al estado por Concesiones Mineras y el negocio contemplado en el presente proyecto se clasifica como planta de aprovechamiento o recuperación de metales.

Tabla 15: Estado de Resultados proyectado a 5 años.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| INGRESOS | | | | | |
| ORO | \$ 12,792,000.00 | \$ 13,431,600.00 | \$ 14,103,180.00 | \$ 14,808,339.00 | \$ 15,548,755.95 |
| PLATA | \$ 2,018,016.00 | \$ 2,118,916.80 | \$ 2,224,862.64 | \$ 2,336,105.77 | \$ 2,452,911.06 |
| COBRE | \$ 916,428.24 | \$ 962,249.65 | \$ 1,010,362.13 | \$ 1,060,880.24 | \$ 1,113,924.25 |
| OTROS INGRESOS (CONCENTRADO) | \$ 78,000.00 | \$ 81,900.00 | \$ 85,995.00 | \$ 90,294.75 | \$ 94,809.49 |
| TOTAL INGRESOS | \$ 15,804,444.24 | \$ 16,594,666.45 | \$ 17,424,399.77 | \$ 18,295,619.76 | \$ 19,210,400.75 |
| GASTOS | | | | | |
| MATERIALES DIRECTOS | \$ 11,156,496.00 | \$ 11,342,809.48 | \$ 11,532,234.40 | \$ 11,724,822.72 | \$ 11,920,627.26 |
| MANO DE OBRA DIRECTA | \$ 235,200.00 | \$ 258,720.00 | \$ 284,592.00 | \$ 313,051.20 | \$ 344,356.32 |
| BENEFICIOS SOCIALES | \$ 50,982.00 | \$ 77,631.58 | \$ 85,394.73 | \$ 93,934.21 | \$ 103,327.63 |
| COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN | \$ 129,621.60 | \$ 130,728.17 | \$ 131,853.22 | \$ 132,997.05 | \$ 134,159.99 |
| DEPRECIACIONES | \$ 30,730.92 | \$ 30,730.92 | \$ 30,730.92 | \$ 30,758.27 | \$ 30,758.27 |
| OTROS GASTOS | \$ 67,700.00 | \$ 63,442.08 | \$ 64,501.56 | \$ 65,578.74 | \$ 66,673.90 |
| INTERES FINANCIERO | \$ 44,011.15 | \$ 36,221.74 | \$ 27,459.20 | \$ 17,601.95 | \$ 6,513.24 |
| TOTAL GASTOS | \$ 11,714,741.67 | \$ 11,940,283.97 | \$ 12,156,766.03 | \$ 12,378,744.14 | \$ 12,606,416.61 |
| UTILIDAD BRUTA DEL EJERCICIO | \$ 4,089,702.57 | \$ 4,654,382.48 | \$ 5,267,633.74 | \$ 5,916,875.62 | \$ 6,603,984.14 |
| PARTICIPACIÓN DE TRABAJADORES 15% | \$ 613,455.38 | \$ 698,157.37 | \$ 790,145.06 | \$ 887,531.34 | \$ 990,597.62 |
| IMPUESTO A LA RENTA 25% | \$ 869,061.80 | \$ 989,056.28 | \$ 1,119,372.17 | \$ 1,257,336.07 | \$ 1,403,346.63 |
| UTILIDAD NETA DEL EJERCICIO | \$ 2,607,185.39 | \$ 2,967,168.83 | \$ 3,358,116.51 | \$ 3,772,008.21 | \$ 4,210,039.89 |

Elaborado por: los autores

4.5.2. Flujo de Efectivo

El flujo de efectivo reúne todas las operaciones que tienen que ver con ingreso o salida de dinero, en el presente proyecto están contemplados varios rubros importantes, entre ellos la adquisición de maquinaria y el pago de materia prima, es importante destacar que se ha incluido adicionalmente el financiamiento propio y bancario que lleva al pago de intereses y pagos mensuales para reducir la deuda total en un plazo de 5 años, tiempo en el cual se realiza la evaluación del ejercicio para identificar si es rentable o no desde el análisis de indicadores y desde el punto de vista del inversionista.

Tabla 16: Flujo de Efectivo proyectado a 5 años.

| DETALLE | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| INGRESOS | \$ - | \$ 15,804,444.24 | \$ 16,594,666.45 | \$ 17,424,399.77 | \$ 18,295,619.76 | \$ 19,210,400.75 |
| VENTA DE ORO | \$ - | \$ 12,792,000.00 | \$ 13,431,600.00 | \$ 14,103,180.00 | \$ 14,808,339.00 | \$ 15,548,755.95 |
| VENTA DE PLATA | \$ - | \$ 2,018,016.00 | \$ 2,118,916.80 | \$ 2,224,862.64 | \$ 2,336,105.77 | \$ 2,452,911.06 |
| VENTA DE COBRE | \$ - | \$ 916,428.24 | \$ 962,249.65 | \$ 1,010,362.13 | \$ 1,060,880.24 | \$ 1,113,924.25 |
| VENTA DE CONCENTRADO | \$ - | \$ 78,000.00 | \$ 81,900.00 | \$ 85,995.00 | \$ 90,294.75 | \$ 94,809.49 |
| EGRESOS | \$ - | \$ (11,714,741.67) | \$ (11,940,283.97) | \$ (12,156,766.03) | \$ (12,378,744.14) | \$ (12,606,416.61) |
| MATERIALES DIRECTOS | \$ - | \$ (11,156,496.00) | \$ (11,342,809.48) | \$ (11,532,234.40) | \$ (11,724,822.72) | \$ (11,920,627.26) |
| SUELDOS | \$ - | \$ (235,200.00) | \$ (258,720.00) | \$ (284,592.00) | \$ (313,051.20) | \$ (344,356.32) |
| BENEFICIOS SOCIALES | \$ - | \$ (50,982.00) | \$ (77,631.58) | \$ (85,394.73) | \$ (93,934.21) | \$ (103,327.63) |
| COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN | \$ - | \$ (129,621.60) | \$ (130,728.17) | \$ (131,853.22) | \$ (132,997.05) | \$ (134,159.99) |
| OTROS GASTOS | \$ - | \$ (67,700.00) | \$ (63,442.08) | \$ (64,501.56) | \$ (65,578.74) | \$ (66,673.90) |
| DEPRECIACION | \$ - | \$ (30,730.92) | \$ (30,730.92) | \$ (30,730.92) | \$ (30,730.92) | \$ (30,730.92) |
| INTERÉS FINANCIERO | \$ - | \$ (44,011.15) | \$ (36,221.74) | \$ (27,459.20) | \$ (17,601.95) | \$ (6,513.24) |
| UTILIDAD | \$ - | \$ 4,089,702.57 | \$ 4,654,382.48 | \$ 5,267,633.74 | \$ 5,916,875.62 | \$ 6,603,984.14 |
| PARTICIPACIÓN DE TRABAJADORES | \$ - | \$ (613,455.38) | \$ (698,157.37) | \$ (790,145.06) | \$ (887,531.34) | \$ (990,597.62) |
| IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ (869,061.80) | \$ (989,056.28) | \$ (1,119,372.17) | \$ (1,257,336.07) | \$ (1,403,346.63) |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ 2,607,185.39 | \$ 2,967,168.83 | \$ 3,358,116.51 | \$ 3,772,008.21 | \$ 4,210,039.89 |
| INVERSIONES | \$ (154,221.69) | \$ (31,619.38) | \$ (39,408.79) | \$ (50,082.52) | \$ (58,001.23) | \$ 46,319.93 |
| DEPRECIACIÓN MAQUINARIAS E INSTRUMENTOS | \$ - | \$ 14,191.02 | \$ 14,191.02 | \$ 14,191.02 | \$ 14,191.02 | \$ 14,191.02 |
| DEPRECIACIÓN EQUIPOS DE COMPUTACIÓN | \$ - | \$ 546.00 | \$ 546.00 | \$ 546.00 | \$ 573.35 | \$ 573.35 |
| DEPRECIACIÓN MUEBLES DE OFICINA | \$ - | \$ 693.90 | \$ 693.90 | \$ 693.90 | \$ 693.90 | \$ 693.90 |
| DEPRECIACIÓN INSTALACIONES | \$ - | \$ 2,700.00 | \$ 2,700.00 | \$ 2,700.00 | \$ 2,700.00 | \$ 2,700.00 |
| DEPRECIACIÓN VEHÍCULO | \$ - | \$ 12,600.00 | \$ 12,600.00 | \$ 12,600.00 | \$ 12,600.00 | \$ 12,600.00 |
| MAQUINARIAS E INSTRUMENTOS | \$ (157,678.00) | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| EQUIPOS DE COMPUTACIÓN | \$ (1,820.00) | \$ - | \$ - | \$ (1,911.18) | \$ - | \$ - |
| MUEBLES DE OFICINA | \$ (7,710.00) | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| INSTALACIONES | \$ (30,000.00) | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| VEHÍCULO | \$ (70,000.00) | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| CAPITAL DE TRABAJO | \$ (287,013.69) | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| PRÉSTAMO | \$ 400,000.00 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| AMORTIZACIÓN DE LA DEUDA | \$ - | \$ (62,350.30) | \$ (70,139.71) | \$ (78,902.26) | \$ (88,759.51) | \$ (99,848.22) |
| VALOR EL LIBROS MAQUINARIA E INSTRUMENTOS | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 86,722.90 |
| VALOR EL LIBROS EQUIPOS DE COMPUTACIÓN | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 946.47 |
| VALOR EL LIBROS MUEBLES DE OFICINA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 4,240.50 |
| VALOR EL LIBROS INSTALACIONES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 16,500.00 |
| VALOR EL LIBROS VEHÍCULO | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 7,000.00 |
| FLUJO NETO | \$ (154,221.69) | \$ 2,575,566.00 | \$ 2,927,760.04 | \$ 3,308,033.99 | \$ 3,714,006.98 | \$ 4,256,359.82 |

Elaborado por: los autores

4.6. ANÁLISIS DE INDICADORES FINANCIEROS.

4.6.1. Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

Éste indicador equivale al costo de capital producto del interés pagado a la entidad financiera que realizó un crédito para el inicio de las operaciones que es del 11.85% más el riesgo del negocio, se ha estimado que en una economía dolarizada una TMAR del 20% es adecuada para este tipo de negocios tomando en cuenta que no es posible aplicar CAPM ya que no existe en nuestro medio una beta comparable.

4.6.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).

El retorno de la inversión está dado por el análisis del flujo neto y comparando con la TMAR, si el monto es superior significa que el proyecto es rentable, el cálculo realizado es por 5 años y el resultado es del 1.683,67% monto superior a la TMAR de 20%. Es de destacar que la TIR llega a esos niveles debido a que no existen inversiones fuertes al inicio de las operaciones, esto debido a que se decidió alquilar un espacio en lugar de adquirir uno.

4.6.3. Valor Actual Neto (VAN).

El Valor Actual Neto contempla el valor del proyecto a través del tiempo a precio actual descontando la tasa de interés, el proyecto al contemplar flujos positivos durante todos sus años se valora en \$ 10,429,775.43 a precio actual.

4.6.4. Periodo de recuperación de la inversión

Consiste en un análisis que estima flujos netos sobre la inversión que permite la toma de decisiones al accionista o inversionista de cuánto tiempo demorará en recuperarse el capital invertido.

La inversión inicial total del proyecto incluyendo activos y capital de trabajo es de \$ 554,221.69 y el flujo neto de efectivo al primer año de operaciones es de \$ 2,575,566.00, lo que claramente denota que la inversión puede ser fácilmente recuperada en el primer año.

4.6.5. Análisis de Sensibilidad.

Para el análisis de sensibilidad se manejó variables como precio de los productos y su efecto en la Tasa Interna de Retorno del proyecto así como en sus utilidades. Históricamente el precio más bajo del oro en los últimos cinco años fue de \$ 34.143,45 el 20 de diciembre de 2015.

Tabla 17: Análisis de sensibilidad con precio histórico del oro.

| VARIABLE | | INDICADOR | |
|--------------|--------------|-----------|-----------------|
| PRECIO ORO | \$ 34,143.45 | TIR | 808.74% |
| PRECIO PLATA | \$ 539.00 | VAN | \$ 5,603,867.48 |
| PRECIO COBRE | \$ 5.91 | PRI | 1 |

Elaborado por: Los autores

Con un la caída del precio a esos niveles el proyecto sigue entregando flujos positivos y la TIR siendo atractiva ya que se ubica en un nivel bastante superior a la TMAR, el valor actual neto del proyecto se reduce a \$ 5'603.867,48.

Otro aspecto importante que se logró determinar es la poca influencia del precio de la plata y el cobre, incluso si el valor de la plata y el cobre llegan a 0, la TIR no llega a niveles inferiores de 491.62% que sigue siendo superior a la TMAR por lo que se sigue entendiendo como un proyecto rentable con un Valor Actual Neto de \$ 3'809,978.70.

Tabla 18: Análisis de sensibilidad sin venta de plata y cobre

| VARIABLE | | INDICADOR | |
|--------------|--------------|-----------|-----------------|
| PRECIO ORO | \$ 41,000.00 | TIR | 491.62% |
| PRECIO PLATA | \$ - | VAN | \$ 3,809,978.70 |
| PRECIO COBRE | \$ - | PRI | 1 |

Elaborado por: Los autores

Una variable importante al que proyecto resulta altamente sensible es al costo de la materia prima, si no existe disponibilidad los precios de mercado se elevan, en el caso de que la materia prima sufra un incremento del 42.85%, es decir que pase de \$ 7 a \$ 10 el kilo se reducirá significativamente el valor de la TIR al punto de casi igualar a la TMAR y el VAN se reduce a apenas \$ 377.557,80 Lo que ya lo convierte en un negocio poco atractivo para posibles inversionistas por los pocos rendimientos económicos que dejará al punto de que la inversión recién se recupera en el año 4.

Tabla 19: Análisis de sensibilidad con incremento en materia prima

| VARIABLE | | INDICADOR | |
|--------------|--------------|-----------|---------------|
| PRECIO ORO | \$ 41,000.00 | TIR | 26.94% |
| PRECIO PLATA | \$ 539.00 | VAN | \$ 377,557.80 |
| PRECIO COBRE | \$ 5.91 | PRI | 4 |

Elaborado por: Los autores.

4.6.6. Punto de equilibrio.

El punto de equilibrio se fija en 213 kilos de oro al año con un precio de mercado de \$ 41.000 por kilo ya que en éste punto se puede igualar los ingresos con los gastos, es de destacar que la eliminación de la plata y el cobre del proyecto no genera mayores problemas financieros por su bajo costo en comparación con el oro que es el producto más sensible a variaciones.

CONCLUSIONES

- Se estima que anualmente en la ciudad de Guayaquil se desechan 10.803 toneladas de basura electrónica que pueden ser aprovechadas en nuestra ciudad con la creación de una planta de recuperación de minerales metálicos. La mayor parte de ésta chatarra termina en los botaderos junto con la basura común y no tienen ningún tipo de tratamiento. En su mayoría se desechan componentes de computadoras de escritorio, y electrónica de consumo tales como televisores, equipos de sonido e incluso teléfonos celulares, cuyo impacto es mayor ya que tienen componentes como el litio que es altamente contaminante.
- El problema fue claramente descrito como un tema económico, ambiental y social, siendo un tema de interés la recuperación de metales desde la basura electrónica para mitigar el impacto ambiental ocasionado por la minería convencional al tiempo de ofrecer un producto de iguales prestaciones y composición físico y química.
- El marco teórico contempló un estudio general de conceptos que pueden orientar al lector sobre temas de minería en términos no tan técnicos, la fundamentación de temas mineros van directamente ligadas a temas ambientales que pueden de alguna manera impedir la operación de la planta ya que nuestra legislación es bastante extensa y hasta a veces confusa considerando todos los entes públicos que regulan la actividad en nuestro país.
- La investigación pudo ser fundamentada en aspectos básicos, al tratarse de un tema nuevo en nuestro país es un poco compleja información de utilidad en las fuentes bibliográficas existentes, la mejor manera de recopilar información de aspectos técnicos y ambientales fue mediante entrevista a expertos que se realizó a ingenieros con experiencia en los campos ambientales y mineros.
- La evaluación económica se llevó a cabo considerando reducir costos en cuanto a equipamiento buscando maquinaria que se acople mejor a nuestras actividades para generar un menor impacto ambiental, Para iniciar el proyecto se requiere un capital mínimo de \$ 554.221,68. El proyecto a lo largo de 5 años se considera técnicamente rentable con una Tasa Interna de Retorno de 1.683,67% sobre una TMAR de 20% y un valor actual neto de \$10'429.775,43. Los resultados del proyecto son altamente sensibles a los cambios del precio de la materia prima.

RECOMENDACIONES

- El establecimiento de una planta de recuperación de metales preciosos debe iniciar con la solicitud de Licencia como gestor Ambiental en el Ministerio del Ambiente. Técnicamente se puede operar una planta de recuperación de oro, plata y cobre en la Ciudad de Guayaquil si se lo realiza con parámetros ambientales amparados en la constitución y no requiere una inversión alta ni infraestructura tan especializada, al ser el Ecuador un país minero e industrial toda la maquinaria se puede comprar localmente.
- El cobre es el material que más desecho genera y mayor tiempo demora en su recuperación por lo que debe considerarse no tomarlo como metal disponible para su recuperación, no tratar este producto permitirá recuperar otro tipo de materiales de mayor valor y podrá venderse el concentrado a otras empresas para que se haga la recuperación.
- Se sugiere tomar como punto de partida el presente trabajo para buscar métodos que permitan recuperar otros metales altamente costosos desde la chatarra electrónica, ya que aquí existen materiales como el paladio y el cobalto en proporciones muy bajas, pero que a la larga pueden dar mejores rendimientos económicos que el cobre cuyo precio de mercado es bastante bajo si consideramos que requiere la misma carga de trabajo que los otros metales.
- Se debe considerar un plan de inversiones a partir del año 3 que contemple la adquisición de un edificio propio para mejorar las operaciones en una planta propia y con mejores condiciones, así mismo es indispensable que se contrate los servicios de una empresa de transporte de valores para mitigar los posibles problemas con la delincuencia ya que el producto es altamente costoso y de fácil venta.

BIBLIOGRAFÍA

- Alzate, A., López, M. Serna, C. (2013). **Recuperación de oro a partir de residuos eléctricos y electrónicos utilizando métodos no lixiviantes de oxidación selectiva de bajo impacto ambiental**. Revista Colombiana de Materiales N. 5 (pp. 117-123).
- Arzola, I. (2015). **Recuperación de metales preciosos y menores por medio de la minería electrónica en México**. México, D.F, México: Universidad Nacional Autónoma de México. (pp 74-87).
- Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P (2017). **Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2017**, Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), Viena. (pp. 64-66).
- Bassi, R.; S. Finkelievich. **Análisis de los impactos sociales de la transferencia de equipos de informática usados. Informe Final, Proyecto de Investigación Aplicada sobre Reciclaje de Computadores**, Santiago de Chile: Ediciones SUR. (2005).
- Calderón, J. Alcivar, C. Acebo, J. (2010). **Metales preciosos en residuos electrónicos para su refinación en el Ecuador**. Universidad Ecotec. Guayaquil. (pp. 3-10).
- Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2014). **Información Ambiental en hogares 2014**. Dirección de Comunicación Social. (pp. 21-22).

- Ecuador. Asamblea Constituyente (2008). **Constitución de la República del Ecuador**. Quito: Registro Oficial Nro. 449.
- Ecuador. H. Congreso Nacional (1999). **Ley de Gestión Ambiental**. Quito: Registro Oficial Nro. 245.
- Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). **Instructivo de aplicación del principio de responsabilidad extendida establecido en el reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales, para equipos celulares en desuso**. Quito: Acuerdo Ministerial 190.
- Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). **Política Nacional de Post-Consumo de equipos eléctricos y electrónicos en desuso**. Quito: Acuerdo Ministerial 190.
- Ecuador. Tribunal Constitucional del Ecuador (2009). **Ley de Minería**. Quito: Registro Oficial N° 517, Suplemento.
- Fernández, G. **Minería Urbana y la Gestión de los Residuos Electrónicos**. Buenos Aires. Ediciones ISALUD. 2013.
- Gómez, O. (2011). **Metodología para recuperar metales preciosos: oro, plata y grupo del platino, presentes en desechos electrónicos**. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. (pp. 36-58).
- **Hay más oro en la 'basura electrónica' que en las minas**. (2008). Obtenido el 7 julio de 2018, SWI swissinfo.ch de <https://www.swissinfo.ch/spa/hay-m%C3%A1s-oro-en-la--basura-electr%C3%B3nica--que-en-las-minas/6787062>.
- **La basura electrónica, negocio que se afianza**. (2016). Diario El Telégrafo. Obtenido el 21 de agosto de 2018. de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/la-basura-electronica-negocio-que-se-afianza>

- Larenas, D. Fierro, V. Fierro, C. (2017) **Minería a Gran Escala: Una Nueva Industria para Ecuador**. Polémika 12. (pp. 67–91).
- Montero, R. Delaunay, N. (2013). **Eficiencia Energética Asociada al Reciclaje de Metales – Revisión**. Quito: INIGEMM. (pp. 11-13).
- Najar, L. **Desarrollo de Tecnología para el tratamiento de Residuos Urbanos**. Editora Cultural. México. 2012.
- Parejo, C. Parejo, L. (2012). **La minería metálica en el mundo. El caso particular de Extremadura**. Universidad de Extremadura. Extremadura - España: Caja de Badajoz. (pp. 103-118).
- **Primer contendedor con desechos electrónicos salió de Ecuador hacia Canadá**. (2010). Diario El Universo. Obtenido el 18 de agosto de 2018.
<https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/primer-contenedor-desechos-electronicos-salio.html>
- Protomastro, G. (2013). **Minería urbana y la gestión de los recursos electrónicos**. Grupo UNO. Buenos Aires. (pp. 155-181).
- Silva, U. **Gestión de Residuos Electrónicos en América Latina**. Santiago de Chile: Ediciones Sur. 2009.
- Trufó, V. (2010). **Destino final de los equipos electrónicos obsoletos de usuarios corporativos de TIC en Argentina**. Relac, (pp. 28-30).

ANEXOS

Anexo N° 1: Acuerdo Ministerial 190: Política Nacional Post-consumo de equipos eléctricos y electrónicos en desuso



ACUERDO No. 190

LA MINISTRA DEL AMBIENTE

Lorena Tápia Núñez

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 14 de la Constitución de la República reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*, y declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados;

Que, el artículo 15 de la Constitución de la República establece que el Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Y de manera categórica prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.”;

Que, el artículo 66 numeral 27 de la Constitución de la República del Ecuador, determina que se reconoce y garantizará a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza;

Que, el artículo 73 inciso primero de la Constitución de la República del Ecuador, manifiesta que el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales;

Que, el artículo 83 numeral 6 de la Constitución de la República del Ecuador establece que son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley, respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible;

Que, el artículo 275 de la Constitución de la República del Ecuador determina que, el régimen de desarrollo es el conjunto organizado, sostenible y dinámico de los sistemas económicos, políticos, socio-culturales y ambientales, que garantizan la realización del buen vivir, del *sumak kawsay*;

Que, el Convenio de Estocolmo, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP's), ratificado el 7 de junio del 2004 por el Ecuador, tiene como objetivo determinar medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción, producción no intencional y utilizaciones intencionales de los contaminantes orgánicos persistentes. Una gran variedad de compuestos bromados, catalogados como COP's, han sido utilizados como aditivos en las carcasas, tarjetas, entre otros componentes de los equipos eléctricos y electrónicos, y por tanto se encuentran presentes luego de finalizada su vida útil (especialmente los antiguos);

Que, el Convenio de Basilea, sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, ratificado por Ecuador el 23 de febrero de 1993, cuyo objetivo primordial es





Ministerio del Ambiente

proteger la salud de las personas y el ambiente frente a los efectos perjudiciales de los desechos peligrosos, y cuyas disposiciones giran principalmente en torno a: i) la disminución de la generación de desechos peligrosos y la promoción de la gestión ambientalmente adecuada de los desechos peligrosos, dondequiera que se realice su eliminación; ii) la restricción de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, salvo en los casos en que se estima que se ajusta a los principios de la gestión ambientalmente adecuada; y iii) un sistema reglamentario aplicable a casos en que los movimientos transfronterizos (importación, exportación o tránsito) son permisibles. Considerando la prohibición constitucional de introducción al país de desechos tóxicos (artículo 15), el país participará en movimientos transfronterizos de exportación o tránsito de desechos peligrosos a través del mecanismo de consentimiento previo a través de los documentos de notificación y movimiento de desechos peligrosos, según lo establece la aplicación del artículo 6 del texto de la convención. Como parte del fortalecimiento en la aplicación del Convenio de Basilea a nivel internacional, se ha desarrollado varios documentos relacionados con el manejo ambientalmente adecuado de desechos eléctricos y electrónicos, con el fin de apoyar las iniciativas de cada país y a nivel regional mostrando las alternativas para realizar la gestión de este tipo de desechos;

Que, las Políticas Ambientales Nacionales en su Política No. 1, señala: Articular un acuerdo nacional para la sustentabilidad económica-ambiental, establece en su estrategia No. 1: Incorporar la variable ambiental en el modelo económico y en las finanzas públicas; en la estrategia No. 2: Adaptación del sector productivo a las buenas prácticas ambientales; y en la estrategia No. 4: Incentivar actividades productivas rentables de bajo impacto ambiental;

Que, las Políticas Ambientales Nacionales en su Política No. 4, señala: Prevenir y controlar la contaminación ambiental para mejorar la calidad de vida, establece en su estrategia No. 2: Manejar integralmente los desechos y residuos;

Que, el artículo 10 de la Ley de Gestión Ambiental, señala que las instituciones del Estado con competencia ambiental forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y se someterán obligatoriamente a las directrices establecidas por el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable. Este Sistema constituye el mecanismo de coordinación transectorial, integración y cooperación entre los distintos ámbitos de gestión ambiental y manejo de recursos naturales; subordinado a las disposiciones técnicas de la autoridad ambiental;

Que, el artículo 20, de la Ley de Gestión Ambiental, establece: *"Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo."*;

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 161 publicado en el Registro Oficial No. 631 del 01 de febrero de 2012, se expide el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales;

Que, en el artículo 178 del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, se establecen las fases de gestión integral de los mismos, que comprende: Generación, Almacenamiento, Recolección, Transporte, Sistemas de eliminación (operaciones que dan como resultado la eliminación final del desecho peligroso o especial, como las que dan lugar a la recuperación, el reciclaje, la regeneración y la reutilización), y/o disposición final;

Que, en el artículo 199 del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, se materializa la aplicación del Principio de Responsabilidad Extendida de importadores y fabricantes, que es la base fundamental de las políticas post-consumo para productos que al final de su vida útil se convierten en desechos peligrosos o especiales, esto a través de la ejecución de programa(s) de gestión de los productos en desuso o desechos que son consecuencia del uso de los productos puestos en el mercado, el cual es aprobado



Ministerio del Ambiente

por la Autoridad Ambiental Nacional. Este articulado establece además que la presentación del programa puede realizarse de manera individual o en gremios y por otra parte establece que será el Ministerio del Ambiente quien mediante acuerdo ministerial determinará el mecanismo para la aplicación de las disposiciones del presente artículo y las metas de recolección-gestión correspondientes;

Que, los artículos 240 y 256 del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales establecen los lineamientos en cuanto a los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos a los cuales están sujetos las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que vayan a realizar exportación o tránsito de desechos peligrosos, en el marco del Convenio de Basilea; y en cuanto a desechos especiales proporciona los lineamientos en torno a la importación, exportación o tránsito.

Que, la Resolución No. 067 del Comité de Comercio Exterior emitida el 11 de junio de 2012, en su artículo 3 resuelve disponer al Ministerio de Ambiente y al Ministerio de Industrias y Productividad que, en coordinación con la Secretaría Técnica del COMEX, elaboren la política de reciclaje de teléfonos celulares, que deberá entrar en vigencia hasta el 1 de enero de 2013. Dicha política deberá incluir la posibilidad de revisar anualmente la ampliación o reducción de las cuotas asignadas, según el volumen de reciclaje que logren ejecutar quienes importan y comercializan estos bienes;

Que, el informe técnico No. 962-2012 DNCA/SCA/MAE de 21 de agosto del 2012, es la base técnica sobre la cual se sustentan dos propuestas para la política nacional post-consumo de equipos celulares en desuso, así como el instructivo para la gestión de equipos celulares en desuso, con el fin de atender la necesidad institucional de la aplicación del principio de responsabilidad extendida establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, y el requerimiento de la Resolución No. 067 del Comex;

Que, mediante informe técnico No. 1367-2012 DNCA/SCA/MAE de 10 de diciembre de 2012, se realiza el análisis y sistematización de las observaciones derivadas de la socialización de las propuestas de política e instructivo para celulares en desuso;

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el numeral 1 del Artículo 154 de la Constitución de la República del Ecuador, en concordancia con el Artículo 17 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva;

ACUERDA:

EXPEDIR LA POLÍTICA NACIONAL DE POST-CONSUMO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS EN DESUSO

Art. 1.- Principios Generales: Sin perjuicio de los demás principios que rigen en la legislación ambiental aplicable, para la cabal aplicación de la presente Política de Post consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso, tómese en cuenta los siguientes principios:

Principio Precautorio: En caso de existir peligro de un daño grave o irreversible al ambiente, la ausencia de certidumbre científica, no será usada por ninguna entidad reguladora nacional, regional, provincial o local, como una razón para posponer las medidas costo-efectivas que sean del caso para prevenir la degradación del ambiente.

De la cuna a la tumba: La responsabilidad de los sujetos de control del presente instrumento, abarca de manera integral, compartida y diferenciada, todas las fases de gestión integral de las sustancias



Ministerio del Ambiente

químicas peligrosas y la gestión adecuada de los desechos peligrosos y especiales desde su generación hasta la disposición final.

El que contamina paga: Quien ocasione daño ambiental tiene la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas, sin perjuicio de las sanciones a las que hubiera lugar.

Responsabilidad objetiva: La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Responsabilidad Extendida del productor/importador: Los productores o importadores tienen la responsabilidad del producto a través de todo el ciclo de vida del mismo, incluyendo los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción de los mismos, así como los relativos al uso y disposición final de estos luego de su vida útil.

De la mejor tecnología disponible: La gestión de sustancias químicas peligrosas y desechos peligrosos debe realizarse de manera eficiente y efectiva, esto es, con el procedimiento técnico más adecuado, y con el mejor resultado posible.

Información y Participación Ciudadana: La participación activa de los ciudadanos es un eje transversal de la gestión de sustancias químicas peligrosas y desechos peligrosos, en consecuencia, el Estado garantizará su acceso a la información sobre los riesgos que dichos materiales generen y las medidas de respuesta frente a emergencias; y velará para que sean consultados previo a cualquier decisión en esta materia que genere riesgo de afectación al ambiente o la salud humana.

Art. 2.- Objetivo General: Establecer lineamientos de política post consumo al respecto de la gestión de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso en el marco de la aplicación del principio de responsabilidad extendida y la participación activa del Estado y la población.

Art. 3. - Eje de Política 1 "Gestión ambientalmente adecuada de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso": El objetivo específico de este eje es establecer los lineamientos en cuanto a la gestión ambientalmente adecuada de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso en el territorio nacional, en base de la legislación ambiental aplicable y las capacidades nacionales de manejo, así como considerando la tendencia internacional en cuanto a la gestión ambiental racional.

Considerando este eje, se establecen los siguientes lineamientos:

1. Se debe controlar y sancionar el tráfico ilícito de equipos eléctricos y electrónicos en desuso, y en general la introducción al país debido a su contenido de sustancias tóxicas para la salud de las personas y el ambiente.
2. Se permitirá la reparación o reconversión de equipos eléctricos y electrónicos en desuso o sus componentes, únicamente de los provenientes del consumo nacional, con fines de comercialización/donación en el país para su reutilización o para su exportación, en este último caso deberá contemplar los requisitos técnico - legales establecidos para el efecto. Quienes realicen comercialización o donación en el territorio nacional estarán sujetos a adherirse a programas establecidos y aprobados para los importadores/fabricantes o a la presentación de un programa de gestión de los equipos reparados o reconvertidos cuando se hallen en desuso en los mismos términos que para los importadores mencionados en esta política en cuanto a la presentación y cumplimiento del programa de gestión.
3. La persona natural o jurídica que realice la donación de equipos en desuso a otras instituciones, estará sujeto a la presentación de un programa de gestión de los mismos, cuando se hallen en desuso en los mismos términos que para los importadores



Ministerio del Ambiente

mencionados en esta política o estarán sujetos a adherirse a programas establecidos y aprobados para los importadores/fabricantes.

4. El Estado, a través de estudios técnicos – legales, verificará la posibilidad de realizar a nivel nacional, el reciclaje total o parcial de los equipos eléctricos y electrónicos en desuso o sus componentes con el fin de no recurrir a la exportación, generando de esta manera valor agregado para el país y siempre vigilantes de priorizar la mejor opción para la salud de la población y el ambiente. En el caso de establecerse el reciclaje nacional, se deberá delimitar cuántas instalaciones de reciclaje son realmente necesarias para llevar a cabo este objetivo en el país.
5. La gestión de los equipos eléctricos y electrónicos en desuso debe fundamentarse en la jerarquización de las estrategias de gestión, considerando en orden de prioridad: 1) Prevenir y minimizar la generación; 2) Aprovechamiento y valorización de desechos (que incluye reutilización, reparación/reconversión y reciclaje); 3) Tratamiento; 4) Disposición Final, siendo esta última considerada como alternativa aplicable solamente en casos donde no exista tecnología para el aprovechamiento y valorización o tratamiento nacional o internacional.
6. Se prohíbe la disposición final de equipos eléctricos y electrónicos en desuso que sean factibles de ser reciclados o tratados fuera del país, bajo condiciones ambientalmente amigables. De la misma manera se prohíbe la incineración de equipos eléctricos y electrónicos en desuso o sus componentes o elementos constitutivos.
7. Se prohíbe la disposición final de componentes de equipos eléctricos y electrónicos en desuso, en el caso de que el país no cuente con la infraestructura autorizada para el efecto.
8. Toda actividad relacionada con la gestión de equipos eléctricos y electrónicos en desuso deberá cumplir con las obligaciones que indique la normativa aplicable, y en especial la obtención de los permisos ambientales habilitantes para su ejecución.

Art. 4. - Eje de Política 2 “Aplicación del Principio de Responsabilidad Extendida de importadores de equipos eléctricos y electrónicos en desuso”: Determinar lineamientos para realizar la gestión nacional de equipos eléctricos y electrónicos en desuso, basado fundamentalmente en la responsabilidad de importadores y de los productores nacionales respectivamente, que va desde la selección de productos en base de tecnologías limpias, es decir con mayor vida útil, seguros y fáciles de reciclar, hasta la ejecución de las acciones para su gestión en la etapa de post consumo de los mismos y que no expongan a personas y al ambiente a sustancias químicas peligrosas.

Considerando este eje, se establecen los siguientes lineamientos:

1. El Estado establecerá los mecanismos necesarios para controlar el ingreso al país de equipos eléctricos y electrónicos, los cuales garanticen la gestión ambientalmente racional de estos al momento que se encuentren en desuso, anteriores y presentes a la entrada en vigencia de esta política. En el caso de productores nacionales, se deben establecer los mecanismos para el control de procesos y la gestión ambiental de los equipos eléctricos y electrónicos post-consumo.
2. Los importadores, designados como tal por las operaciones registradas en Aduana, ejecutarán programas de gestión, aprobados por la Autoridad Ambiental Nacional, cuya vigencia será un requisito para la importación de equipos nuevos; las disposiciones al respecto deberán ser implementadas de manera gradual y en función de la dinámica del reciclaje y cumplimiento de las disposiciones emitidas para importadores y fabricantes. Estos programas deben establecer los mecanismos necesarios para demostrar la gestión en cuanto a la recolección, transporte, almacenamiento, desensamblaje (u otras operaciones) y exportación de los equipos eléctricos y



Ministerio del Ambiente

electrónicos en desuso o sus componentes, bajo condiciones ambientalmente adecuadas y que cuenten con la regularización respectiva, ya sea de manera propia o a través de prestadores de servicio para el manejo de este tipo de desechos. Para estos fines, los importadores o fabricantes financiarán los costos inherentes a dicha gestión. Podrán recurrir a estrategias como la recolección a través de logística inversa, siempre y cuando se precautele la salud de las personas y el ambiente, además debe ejecutarse mecanismos de difusión, concienciación y campañas publicitarias, con tal de recolectar lo importado al país, de acuerdo a las metas de recolección que se establezcan para el efecto.

Las operadoras de servicio de telefonía móvil y otras tecnologías de la información, distribuidores, comercializadores, puntos de venta autorizados y usuarios finales de equipos eléctricos y electrónicos, serán corresponsables de la implementación y ejecución de los programas de gestión integral de equipos eléctricos y electrónicos en desuso aprobados, de acuerdo a los mecanismos establecidos por la Autoridad Ambiental Nacional.

3. El Estado establecerá el modelo de gestión para las personas naturales, no dedicadas a la importación de equipos eléctricos y electrónicos como actividad productiva, que requieran adquirir equipos eléctricos y electrónicos en el exterior, considerando que estas no serán sujetos a la presentación de los planes mencionados en el numeral 2.
4. El Estado participará activamente en la difusión y conocimiento de la población sobre las alternativas para la gestión de los desechos derivados del consumo o utilización de productos eléctricos y electrónicos, en este caso de equipos eléctrico y electrónicos en desuso, principalmente en las campañas que ejecutarán los importadores.
5. Se debe establecer los mecanismos de prevención para la introducción al país de equipos eléctricos y electrónicos con contenido de alguna sustancia considerada como contaminante orgánico persistente.
6. Se debe promover el incremento y fortalecimiento de las capacidades nacionales, públicas o privadas, que permitan realizar la gestión de equipos eléctricos y electrónicos en desuso.
7. Promover la importación de equipos eléctricos y electrónicos producidos con componentes fabricados a partir de materia prima proveniente de procesos de reciclaje.

DISPOSICIONES GENERALES

PRIMERA.- Concordancia: La presente política guarda á concordancia con las políticas ambientales nacionales y demás instrumentos vinculantes a la gestión ambientalmente adecuada de desechos eléctricos y electrónicos vigentes y que se expidan para el efecto.

SEGUNDA.- Aplicabilidad: En el caso de que en el país se cree la capacidad de fabricación o ensamblaje de equipos eléctricos y electrónicos en desuso, esta política aplicará a quien realice alguna o ambas actividades en todo el ciclo de vida del mismo, en lo referente a la prevención en la selección de materias primas, la presentación del programa de gestión, metas de recolección y costos inherentes a la gestión, de acuerdo a las especificaciones necesarias que se establezcan para su cumplimiento.

TERCERA.- Glosario de términos: Sin perjuicio de las demás definiciones previstas en la legislación ambiental aplicable, para la total comprensión y aplicación de este instrumento, tórnense en cuenta las siguientes definiciones:

Almacenamiento de Desechos Peligrosos y/o Especial: Actividad de guardar temporalmente desechos ya sea fuera o dentro de las instalaciones del generador.



Ministerio del Ambiente

Confinamiento Controlado, Celda o Relleno de Seguridad: Obra de ingeniería para la disposición final de desechos peligrosos que garanticen su aislamiento definitivo y seguro.

Declaración Anual: Documento oficial que contiene información sobre el manejo de desechos peligrosos y especiales, el cual debe ser presentado ante la autoridad ambiental competente por parte de los generadores y gestores de desechos peligrosos y especiales bajo los procedimientos establecidos por la Autoridad Ambiental Nacional.

Desechos Peligrosos: Ver definición en el artículo 154 del Acuerdo Ministerial No. 161 "Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales".

Desechos Especiales: Ver definición en el artículo 155 del Acuerdo Ministerial No. 161 "Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales".

Disposición Final: se entenderá como la disposición de desechos peligrosos en celdas o rellenos de seguridad. Esta es la opción de desechos peligrosos utilizada para la eliminación de los mismos solamente en casos en que no se exista tecnología para su aprovechamiento y valorización, o tratamiento.

"En desuso": se considera para los casos en que el equipo ha finalizado su vida útil y al caso del equipo usado, el cual no se utiliza generalmente por obsolescencia, lo que es muy común debido a la rápida evolución de la tecnología o debido a daños irreparables.

Estado de exportación: Todo país desde el cual se proyecte iniciar o se inicie un movimiento transfronterizo de desechos peligrosos o de otros desechos.

Estado de importación: Todo país hacia el cual se proyecte efectuar o se efectúe un movimiento transfronterizo de desechos peligrosos o de otros desechos con el propósito de eliminarlos en él o de proceder a su carga para su tratamiento o disposición final en una zona no sometida a la jurisdicción nacional de ningún Estado.

Estado de tránsito: se entiende todo Estado, distinto del Estado de exportación o del Estado de importación, a través del cual se proyecte efectuar o se efectúe un movimiento de desechos peligrosos o de otros desechos.

Etiqueta: Es toda expresión escrita o gráfica impresa o grabada directamente sobre el envase y embalaje de un producto de presentación comercial que lo identifica y que se encuentra conforme a normas nacionales vigentes o internacionalmente reconocidas.

Fabricante de equipos eléctricos y electrónicos: Cualquier persona natural o jurídica que produzca o ensamble equipos eléctricos y electrónicos.

Generador de desechos peligrosos: Cualquier persona natural o jurídica, pública o privada que produzca desechos peligrosos a través de sus actividades productivas. Si la persona es desconocida, será aquella persona que esté en posesión de esos desechos y/o los controle. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa o que luego de su utilización o consumo se convierta en un desecho peligroso, para los efectos del presente instrumento, se equipará a un generador en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y desechos de producto o sustancia peligrosa.

Generador de desechos especiales: cualquier persona natural o jurídica, pública o privada que produzca desechos especiales a través de sus actividades productivas. Si la persona es desconocida, será aquella persona que esté en posesión de esos desechos y/o los controle. El fabricante o importador de un producto que luego de su utilización o consumo se convierta en un desecho especial, para los efectos del presente instrumento, se equipará a un generador en cuanto a la responsabilidad por el manejo de estos desechos.

2010

2010



Ministerio del Ambiente

Gestor o Prestador de Servicios para el manejo de desechos peligrosos y/o especiales: Toda persona natural o jurídica que presta servicios de almacenamiento temporal, transporte y/o eliminación de desechos peligrosos y/o especiales, que haya recibido una autorización o una licencia ambiental para tal efecto.

Instalaciones de eliminación: sitio donde se ejecuta uno o más sistemas de eliminación autorizadas mediante acuerdo ministerial por parte de la Autoridad Ambiental Nacional.

Manejo: Corresponde a todas las actividades dentro de la gestión integral del desechos que incluye: generación, recolección, envasado, etiquetado, almacenamiento, reuso y/o reciclaje, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos, incluida la vigilancia de los lugares de disposición final.

Manejo ambientalmente racional: Se entiende la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que las sustancias químicas peligrosas, los desechos peligrosos y especiales se manejen adecuadamente para proteger el ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que pueden derivarse de tales desechos.

Manifiesto único: Documento Oficial, por el que la autoridad ambiental competente y el generador mantienen un estricto control sobre el almacenamiento temporal, transporte y destino de los desechos peligrosos y/o especiales producidos dentro del territorio nacional.

Minimización: acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen, la cantidad y/o peligrosidad de los desechos peligrosos generados. Considera medidas tales como la reducción de la generación, la concentración y el reciclaje.

Movimiento transfronterizo: todo movimiento de desechos peligrosos o de otros desechos procedente de una zona sometida a la jurisdicción nacional de un Estado y destinado a una zona sometida a la jurisdicción nacional de otro Estado, o a través de esta zona, o a una zona no sometida a la jurisdicción nacional de ningún Estado, o a través de esta zona, siempre que el movimiento afecte a dos Estados por lo menos.

Sistemas de Eliminación: Abarcan tanto las operaciones que dan como resultado la eliminación final del desecho peligroso y/o especial, como las que dan lugar a la recuperación, el reciclaje, la regeneración y la reutilización.

Procedimiento aprobatorio: registro, notificación o cualquier otro proceso administrativo obligatorio para la obtención de un permiso, con el fin de que un bien o servicio sea comercializado o usado para propósitos definidos o conforme a condiciones nacionales establecidas.

Promotor: cualquier persona natural o jurídica, pública o privada que promueva la gestión de sustancias químicas y desechos peligrosos haciendo las diligencias conducentes para lograr que esta gestión sea ambientalmente racional.

Reciclaje: proceso mediante el cual desechos peligrosos y/o especiales o materiales presentes en ellos, en su forma original o previa preparación, son transformados para la obtención de materiales y/o energía, los mismos que pueden ser utilizados en la fabricación de nuevos productos. Las principales operaciones involucradas en el reciclaje de desechos peligrosos y especiales serán establecidas bajo acuerdo ministerial por parte de la Autoridad Ambiental Nacional.

Recolección: Acción de acopiar, recoger los desechos al equipo destinado a transportarlo a las instalaciones de almacenamiento, eliminación, o a los sitios de disposición final.

① 20 SP I

②



Ministerio del Ambiente

Reparación/Reconversión (Refurbishment): Proceso para la creación de equipos de cómputo renovados o reacondicionados incluyendo actividades tales como limpieza, sanitización de datos, y la actualización de software o hardware, que logran las condiciones de trabajo funcional para el que fue concebido originalmente.

Reutilización: Proceso de utilizar los equipos para una función similar para la que inicialmente fueron diseñados, posiblemente después de su remodelación, reparación, reconversión o mejora, o directamente luego de un proceso simple de reacondicionamiento y limpieza superficial.

Separación: Extracción de ciertos componentes o constituyentes (por ejemplo, pilas) o materiales de equipamiento informático por medios manuales o mecánicos.

Tráfico ilícito: cualquier movimiento fronterizo de desechos peligrosos o de otros desechos efectuados conforme a lo especificado en el artículo 9 del Convenio de Basilea.

Transporte: Cualquier movimiento de materiales peligrosos a través de cualquier medio de transportación efectuado conforme a lo dispuesto en este instrumento.

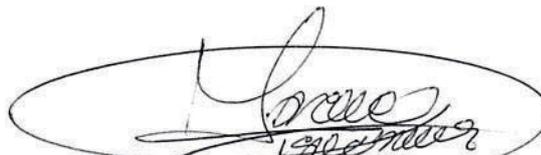
Tratamiento: Todo proceso destinado a cambiar las características físicas y/ o químicas de los desechos peligrosos y especiales, con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía o materiales o eliminar o disminuir su peligrosidad.

DISPOSICIÓN FINAL.- El presente Acuerdo Ministerial, entrará en vigencia a partir de su publicación en el Registro Oficial.

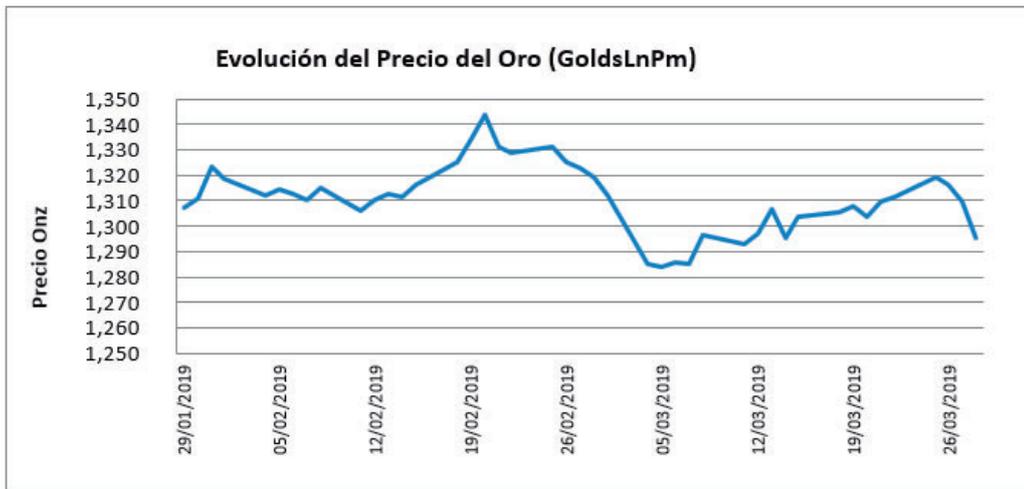
Dado en Quito, 28 DIC 2012

Comuníquese y publíquese,


NP/CC/MM/JCS/PVA/YP


Lorena Tapia Núñez
Ministra del Ambiente

Anexo N° 2: Cotización histórica del oro en el BCE – año 2019



Fuente: Sistema Bloomberg

| COMPETENCIA | NOMBRE | CARGO | FIRMA |
|----------------|--------------------|---|-------|
| Elaborado por: | Juan Carlos Zabala | Responsable Gestión de Comercialización del Oro | |

Fuente Banco Central del Ecuador

3.1. Recolección de muestras

Para la recolección del material a ser utilizado en el proceso se realizó una campaña de reciclaje de desechos electrónicos en las oficinas del capítulo estudiantil de la SME (Society for Mining, Metallurgy and Exploration). Dicha campaña fue aprobada por el decano de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, el Dr. David Matamoros C., y socializada en las redes sociales y del sistema de mail masivo de la universidad. Se realizó además un afiche informativo, mencionando el propósito de la campaña, el tipo de material a recogerse, y la disposición final que se le daría a estos.

Recolección de Residuos Electrónicos

CAMPAÑA

INVITAMOS A LA COMUNIDAD POLITÉCNICA A PARTICIPAR DE LA PRIMERA JORNADA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

LUNES 21 AL VIERNES 25 DE NOVIEMBRE

Punto de recolección: Oficinas del Capítulo Estudiantil SME-ESPOL
(Junto a edificio principal de la FICT)

✓ **SE RECIBE:** Equipos electrónicos en desuso, tales como:
Computadoras – Teclados – Consolas de videojuegos – Tarjetas electrónicas – Celulares – Mouse – Monitores – Decodificadores – Controlés remoto – Impresoras/copiadoras – Calculadoras – Reproductores de video o música – Cámaras fotográficas.

✗ **NO SE RECIBE:** tóner, cartuchos de tinta, pilas y baterías que no estén incluidas dentro de los aparatos

Los residuos electrónicos recolectados, serán utilizados para investigaciones en el área de recuperación de metales y Proyectos Integradores de la carrera de Ingeniería de Minas.

Contacto: Marlon Cabrera (mccabrera@espol.edu.ec / 0984808111)

FICT
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

UNIVERSIDAD DE ESMERaldas

Figura 3. 1: Afiche campaña de recolección de residuos electrónicos.
Fuente: Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

3.2. Separación manual de los desechos

Los desechos recogidos fueron desmantelados, y las placas de circuito impreso removidas del interior de estos. Las carcasas, baterías, capacitores y pantallas fueron separados y almacenados para su posterior transporte a un centro de reciclaje.



Figura 3. 2: Proceso de separación manual de los desechos
Fuente: Autor

El proceso de separación fue realizado durante 3 días en las oficinas del SME. Para ello se contó además con el apoyo de varios estudiantes de la carrera de Ingeniería de Minas, los cuales se ofrecieron voluntariamente para colaborar en el proyecto.

3.3. Separación manual de los desechos

Debido a la naturaleza del material a reducir (plásticos, fibra de vidrio, metales dúctiles), es necesaria la utilización de equipos que realicen el proceso de reducción mediante esfuerzos cortantes. Sin embargo, debido a que su uso principal siempre fue el tratamiento de minerales, el laboratorio de mineralurgia no cuenta con equipos que cumplan esta característica, sino solamente equipos que lo realizan por compresión.

A pesar de esto se realizaron pruebas en diferentes equipos del laboratorio, con el propósito de observar el comportamiento del material ante estos efectos. Los equipos no resultaron efectivos, siendo el molino de martillos el único capaz de fracturar los PCBs. Lastimosamente, aunque los resultados fueron prometedores, el diseño de la placa de golpe y la forma laminar del propio material no permitieron su recirculación ya que este escapaba por las rendijas. El molino de discos también fue capaz de reducir el material de tamaño, pero requería un tamaño de alimentación más pequeño que el existente,



Figura 3. 3: Rendijas del molino de discos por donde sale el material. **Fuente:** Autor

Se intentó además realizar el corte de forma manual mediante un alicate de corte inicialmente, y más tarde con una cizalladora. Esto presentaba la problemática de que se requería un esfuerzo muy grande, y de tiempos excesivamente largos, por lo que la idea acabó también siendo descartada.

Debido a la dificultad en la reducción del tamaño del material, se tomó la decisión de realizar adaptaciones a la cámara del molino de martillos con el objetivo de bloquear la salida de las placas de PCB a través de las rejillas y permitir la recirculación de estas en el equipo. Para ello se fabricaron 18 ángulos de acero, los cuales son capaces de obstruir completamente los orificios de salida. Un esquema de las piezas adaptadas se muestra a continuación:

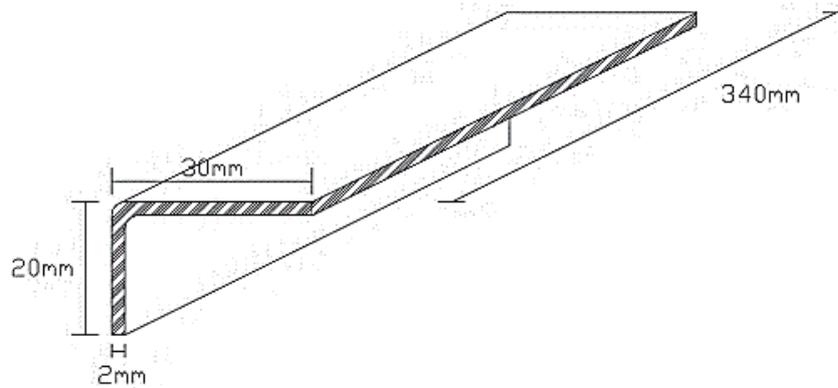


Figura 3. 4: Diseño de los ángulos fabricados.
Fuente: Autor

Los resultados obtenidos a partir de esta modificación fueron positivos, consiguiéndose una buena reducción de tamaño. Sin embargo, un inconveniente grave que se presenta es un aumento significativo en la emisión de ruido debido a la presencia de los ángulos, además de un crecimiento en el nivel de las vibraciones del equipo. Por lo tanto, y debido a que se presume una baja eficiencia en la operación de este equipo, no se recomienda su uso para procesos a escala industrial. Por el contrario, debido a la inexistencia en la facultad de equipos diseñados para materiales con estas características, su uso como herramienta didáctica podría resultar útil al menos hasta que puedan adquirirse equipos más adecuados.



Figura 3. 5: Funcionamiento de las piezas diseñadas
Fuente: Autor

Las siguientes imágenes muestran el resultado de la reducción de tamaño utilizando el molino de martillos modificado.



Figura 3. 6: Reducción de tamaño conseguida
Fuente: Autor

Tras realizar el análisis granulométrico, se determinó que el 80% de las partículas existentes poseen un tamaño inferior a 2 mm.

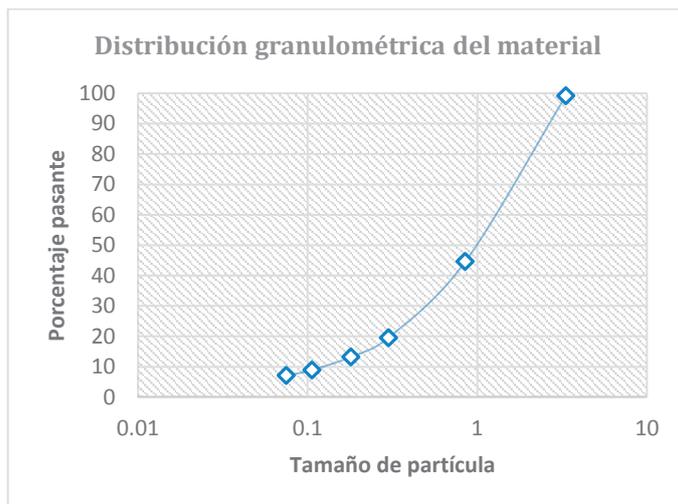


Figura 3. 7: Distribución granulométrica del material. **Fuente:** Autor



Figura 3. 8: Tamizador sónico
Fuente: Autor

3.4. Proceso hidrometalúrgico

El proceso hidrometalúrgico planteado se puede dividir en dos fases bien diferenciadas, una lixiviación ácida, cuyo propósito es separar selectivamente la mayor cantidad de metales cianicidas; y una lixiviación alcalina utilizando cianuro de sodio, con el objetivo de recuperar los metales de mayor valor.

Con el objetivo de poder determinar si la lixiviación ácida genera algún efecto en la recuperación final de los metales valiosos obtenidos en la cianuración, se realizaron tres pruebas diferentes. En ellas se modificó el tiempo de residencia de las muestras en la solución ácida, manteniendo constantes el resto de parámetros.



Figura 3. 9: Naturaleza corrosiva de las soluciones
Fuente: Autor

La existencia de elementos altamente magnéticos imposibilitó la utilización de agitadores de este tipo, por lo que la agitación mecánica se convirtió en la única alternativa. Sin embargo, la naturaleza altamente corrosiva de las

soluciones a utilizarse evitó la utilización de cualquier tipo de hélice o aspa metálica, ya no sólo por el riesgo de contaminación de las pruebas, sino también por la posibilidad de dañar los equipos presentes en el laboratorio.

Por esta razón, se tomó la decisión de fabricar un agitador mecánico, utilizando un motor de 9V, una hélice impresa en 3D, y un potenciómetro de 5k Ω para poder ajustar la velocidad de giro. Ya que las pulpas poseen magnitudes de viscosidad y densidad diferentes, se necesitó realizar de forma manual el ajuste del giro del motor. Esto se realizó utilizando un cámara de video capaz de grabar a 120 FPS y contando el número de revoluciones que se dan en un minuto.

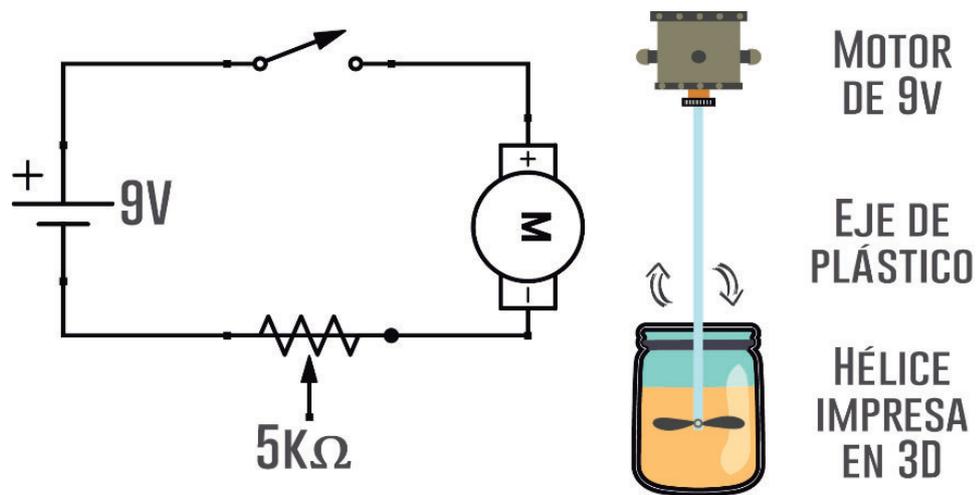


Figura 3. 10: Esquema de diseño del agitador
Fuente: Autor

El siguiente diagrama de flujo permite resumir la metodología experimental seguida:

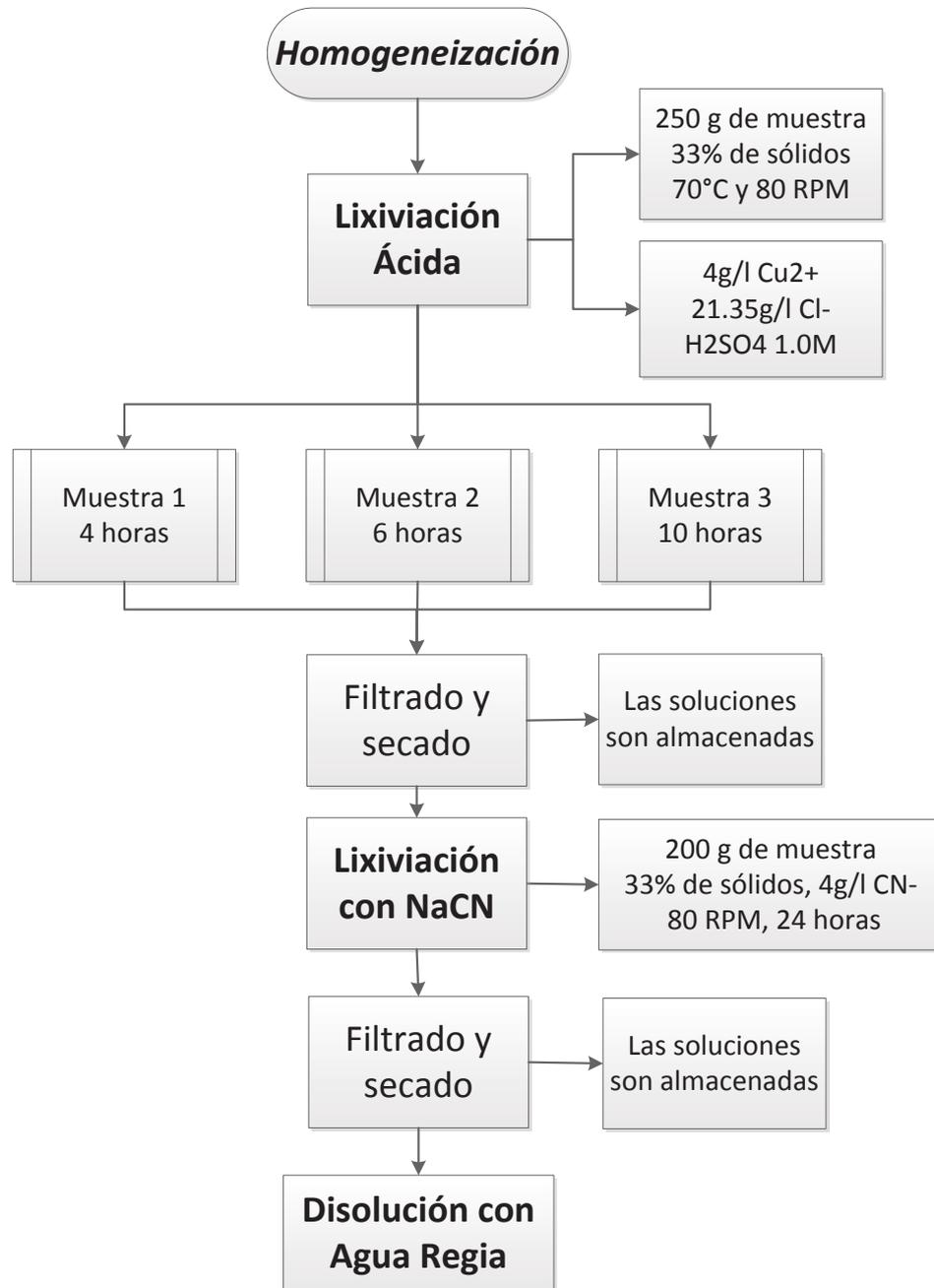


Figura 3. 11: Metodología del proceso hidrometalúrgico
Fuente: Autor

3.5. Lixiviación ácida

- Se utilizó una solución 1.0 M de H_2SO_4 , ya que la mayoría de metales presentes son solubles o levemente solubles en este, excepto aquellos de mayor interés como el oro.
- Se añaden 4 g/L de iones Cu^{2+} en forma de sulfato cúprico pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), con fin de aumentar el potencial de oxidación de la solución. De esta manera se facilita que los metales presentes puedan oxidarse y mantenerse en disolución.



Figura 3. 12: Solución Ácida
Fuente: Autor



Figura 3. 13: Lixiviación Ácida
Fuente: Autor

- Se añaden 21.35 g/L de iones Cl^- (en exceso) en forma de cloruro de sodio. Esto con dos objetivos: el exceso de estos iones permite evitar la formación de cloruros metálicos insolubles y forzar la aparición de complejos coordinados clorurados solubles (CuCl_2 vs CuCl_2^-); la formación de estos complejos a su vez permite reducir la concentración de iones metálicos, y que por el principio de Le Chatelier, aquellos que se encuentren en estado basal deban oxidarse con el fin de mantener el equilibrio. De cierta manera se obliga a los metales presentes a entrar en disolución.

La Figura 3.14, muestra el diagrama potencial-pH del sistema Cu-Cl- H_2O , [24], en soluciones con altas concentraciones de cloruro, el Cu^+ es termodinámicamente estable y el Cu^{2+} se puede usar como agente oxidante. La velocidad de disolución se incrementa con la concentración de cloruro hasta 1 M, pero se vuelve independiente de ese parámetro a concentraciones más altas, según Winan t al., 1991, debido a que el incremento de la actividad del cloruro no es tan significativo.

Los iones Cu^+ y Cu^{2+} forman complejos con los iones cloruro, cuya estabilidad depende de la composición de la solución y de la temperatura; en medio sulfato, todo el cobre soluble se presenta como ion Cu^{2+} , mientras que en medio cloruro se presentan ambos iones de cobre de manera estable y formando complejos cloro-cobre.

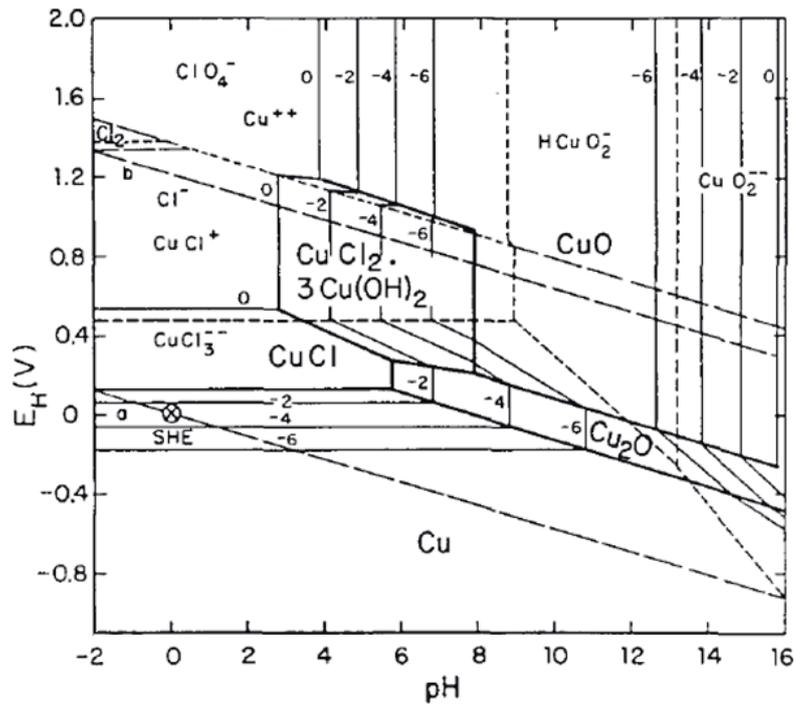


Figura 3. 14: Diagrama de Pourbaix del sistema Cu-Cl-H₂O a 25 °C para actividades unitarias de ligantes Cl⁻.
Fuente: (Winand, 1991).

La ventaja del cloruro en la lixiviación de minerales, se puede explicar a través de cambios en las propiedades físico-químicas de la solución; así, a altas concentraciones de cloruro se observa una rápida cinética de lixiviación en condiciones atmosféricas, debido al aumento de la actividad de los protones y al efecto de los iones de cloruro que promueven la formación de iones complejos cloro-metal más estables.

- Se mantiene una temperatura de 70°C durante el proceso., temperaturas altas aporta energía al sistema y mejoran la cinética de las reacciones, pero poseen el inconveniente de inducir la

evaporación de las soluciones y modificar las concentraciones iniciales.

3.6. Lixiviación alcalina (NaCN)

- Se mantiene un pH de 10.5-11 en la solución. Esto se logra con la adición de hidróxido de sodio y óxido de calcio. Niveles de pH más altos dificultan la formación de complejos cianurados y más bajos generarían un peligro potencial al fomentar la producción de gas cianhídrico.



Figura 3. 15: Cianuración, titulación del CN⁻ libre y control de pH
Fuente: Autor

- Se mantiene una concentración de 4 g/l de CN⁻ en solución. Se controla la concentración de cianuro mediante titulación con nitrato de plata y yoduro de potasio.

3.7. Disolución con agua regia



Figura 3. 16: Tratamiento con agua regia
Fuente: Autor



Figura 3. 17: Espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer 603
Fuente: Autor

- Se tomó una pequeña muestra del residuo de cada prueba para ser disuelta en agua regia. Esto permitió conocer la cantidad de metales que no fueron lixiviados durante el proceso.

3.8. Análisis mediante absorción atómica

La siguiente tabla resume los resultados de los análisis de las diferentes soluciones mediante absorción atómica:

Tabla I. Resultados de los análisis de absorción atómica.

| Muestra | Descripción | Masa (kg) | Vol (L) | Concentración (ppm) | | | |
|---------|-------------|-----------|---------|---------------------|------|-----|------|
| | | | | Cu | Fe | Ag | Au |
| 1 | CN 4H | 0,2 | 0,4 | 486 | 156 | 3,5 | 2 |
| 2 | CN 6H | 0,2 | 0,4 | 702 | 540 | 2,6 | 2,3 |
| 3 | CN 10H | 0,2 | 0,4 | 702 | 132 | 1,8 | 2,8 |
| 4 | Ácido 4H | 0,25 | 0,5 | 675 | 2070 | 12 | 0,6 |
| 5 | Ácido 6H | 0,25 | 0,5 | 603 | 3780 | 15 | 0,6 |
| 6 | Ácido 10H | 0,25 | 0,5 | 864 | 2700 | 15 | 0,6 |
| 7 | Residuo 4H | 0,0021916 | 0,025 | 270 | 1530 | 30 | 10,7 |
| 8 | Residuo 6H | 0,0021571 | 0,025 | 216 | 1530 | 27 | 8,4 |
| 9 | Residuo10H | 0,0020331 | 0,025 | 189 | 720 | 27 | 6,9 |
| 10 | Cabeza | 0,0020374 | 0,025 | 486 | 1800 | 30 | 14,5 |

Fuente: Autor

Ley de cabeza:

Muestra proveniente del material triturado sin ningún tipo de tratamiento.

Tabla II. Ley de Cabeza

| Ley de Cabeza (g/ton) | | | |
|------------------------------|----------|--------|--------|
| Cu | Fe | Ag | Au |
| 5963,48 | 22086,97 | 368,12 | 177,92 |

Fuente: Autor

Prueba I:

La prueba consiste en 4 horas de lixiviación ácida, seguida de 24 horas de cianuración.

**Tabla III. Resultados de la prueba de 4 horas.
Recuperación (%)**

| Elemento | Cu | Fe | Ag | Au |
|-----------------|-------|-------|------|------|
| Sol. Ac. | 24,99 | 18,90 | 6,43 | 0,94 |
| Sol. CN | 17,99 | 1,42 | 1,88 | 3,14 |
| Total | 42,98 | 20,32 | 8,31 | 4,09 |

Fuente: Autor

Prueba II:

La prueba consiste en 6 horas de lixiviación ácida, seguida de 24 horas de cianuración.

Tabla IV. Resultados de la prueba de 6 horas.

| Recuperación (%) | | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Elemento | Cu | Fe | Ag | Au |
| Sol. Ac. | 23,59 | 28,67 | 8,62 | 1,16 |
| Sol. CN | 27,46 | 4,10 | 1,49 | 4,46 |
| Total | 51,04 | 32,76 | 10,11 | 5,62 |

Fuente: Autor

Prueba III:

La prueba consiste en 10 horas de lixiviación ácida, seguida de 24 horas de cianuración.

Tabla V. Resultados de la prueba de 10 horas.

| Recuperación (%) | | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Elemento | Cu | Fe | Ag | Au |
| Sol. Ac. | 31,67 | 37,20 | 8,21 | 1,31 |
| Sol. CN | 25,73 | 1,82 | 0,98 | 6,11 |
| Total | 57,40 | 39,02 | 9,19 | 7,42 |

Fuente: Autor

3.9. Discusión

Los siguientes gráficos muestran la concentración de metales presentes en las soluciones: ácida y cianurada, y el tiempo de residencia de las muestras en la solución ácida. (mg de oro y plata exagerados 100 veces).

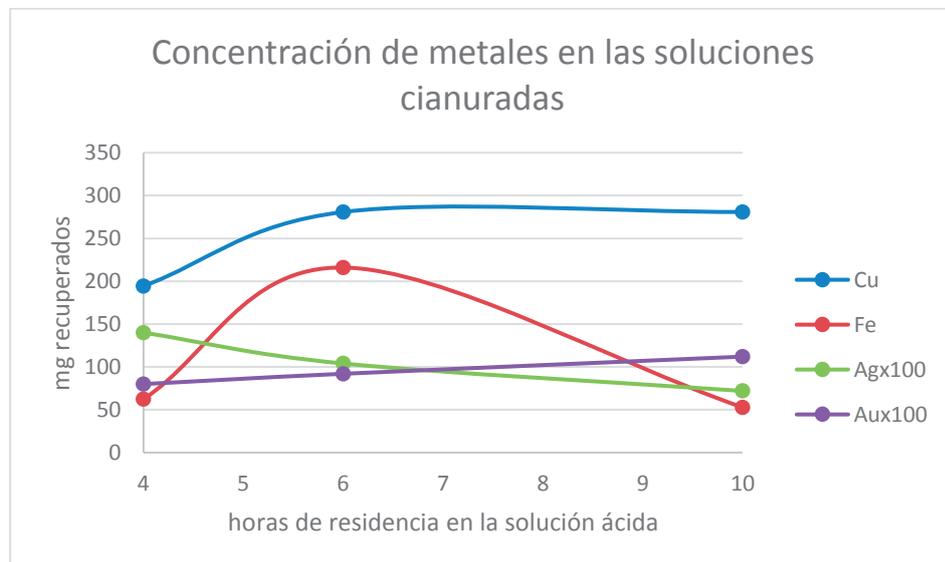


Figura 3. 18: Recuperación de metales en la solución cianurada vs. tiempo de residencia en la solución ácida. **Fuente:** Autor

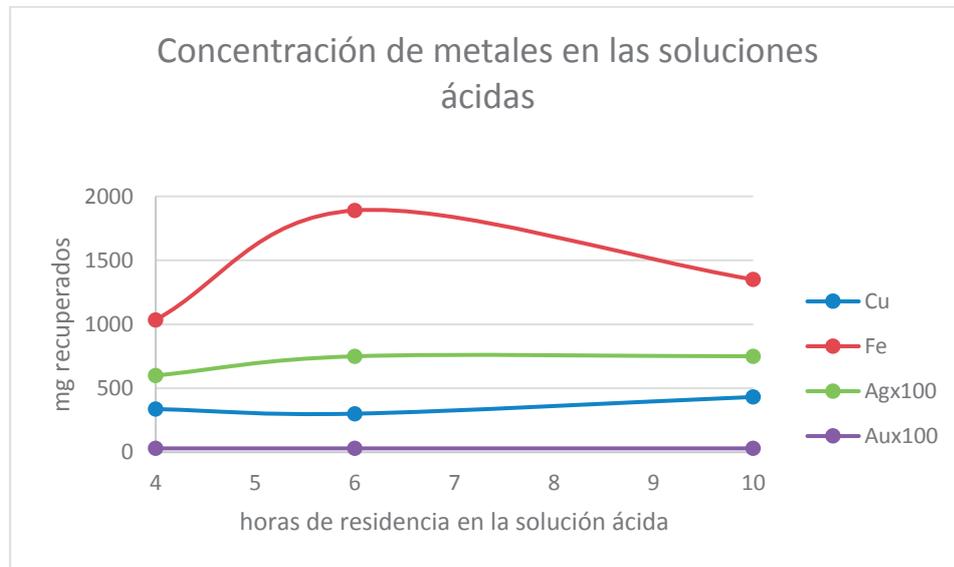


Figura 3. 19: Recuperación de metales en la solución ácida vs. tiempo de residencia en la solución ácida. **Fuente:** Autor

A partir de ellos se pueden emitir las siguientes observaciones:

- Mayores tiempos de residencia en la solución ácida generan mayores recuperaciones de plata y cobre. Esto provoca una mejora en la recuperación de oro en la solución cianurada, ya que existe una menor cantidad de metales cianicidas presentes. Las concentraciones de Fe, Cu y Ag en la solución de cianuro disminuyen al aumentar el tiempo de permanencia en las soluciones ácidas.
- La presencia de hierro es perjudicial para la lixiviación del cobre en las soluciones ácidas. Se puede inferir de la curva que la disolución del cobre

se da de manera posterior a la del hierro, y que de hecho esta no se da hasta el momento en que la solución se sobresatura de hierro. Se sugiere aumentar la concentración de iones cloruro a 50 g/l para analizar la posible precipitación de hierro y mejorar la lixiviación de cobre.

- La gran cantidad de hierro, cobre y plata presentes producen un efecto negativo en la recuperación del oro (recuperaciones inferiores al 10%). Esto afecta la utilidad del proceso de cianuración como alternativa atractiva desde el punto de vista económico.
- Es posible que el no alcanzar tamaños de molienda más pequeños afecta negativamente la disolución de los metales al tener una superficie específica muy pequeña, serían necesarias más pruebas para poder descartar o confirmar esta hipótesis.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se produjeron adaptaciones al molino de martillos con el fin de poder reducir el tamaño del material y así aumentar la superficie específica de los metales. Se alcanzó de esta manera un D80 de 2 mm, sin embargo, el proceso de molienda mediante este equipo resulta extremadamente ineficiente, lográndose apenas 2 kg de material molido durante dos días de trabajo. Esta ineficiencia es fácil de explicarse, ya que casi la totalidad de la energía es convertida en ruido y vibraciones. El nivel de ruido generado es varias veces mayor al producido por un molino de bolas de tamaño similar.
- Se caracterizó el material proveniente de los PCB disolviendo una muestra en agua regia y analizando la solución mediante absorción atómica. Se encontraron valores importantes de contenido de plata y oro, 368 y 173 g/ton respectivamente. Estos valores resultan lo suficientemente altos como para generar interés en futuras investigaciones.
- La caracterización exhaustiva del material (composición elemental, determinación de tamaño de liberación) no pudo ser realizada debido a los altos costes que estos conllevaban. El número de pruebas realizadas se

vio limitada en gran medida por el costo elevado de los análisis posteriores, y sin poder contar con ciertos insumos y equipos.

- Se planteó un método de recuperación hidrometalúrgica con el fin de obtener los diferentes metales presentes. La utilización del pretratamiento ácido presenta mejoras en la recuperación de oro en el proceso de cianuración, sin embargo, las altas concentraciones de hierro iniciales afectan negativamente las separaciones selectivas de cobre y plata. A partir de las 6 horas de residencia en la solución ácida se produce una sobresaturación de hierro en las soluciones, lo que induce la disolución de los otros. Se considera que es el hierro el elemento que afecta de manera más negativa la lixiviación del oro. Alternativas posibles para disminuir este efecto serían la disminución del porcentaje de sólidos en las soluciones, la separación selectiva de hierro mediante ácido cítrico o ácido etilendiaminotetraacético, el aporte de iones cloruro a través de ácido clorhídrico en vez de cloruro de sodio, aumentando la concentración de cloro o la utilización de un método de recuperación más selectivo como la tioureación.
- Se realizaron diferentes pruebas para comprobar la efectividad del pretratamiento con ácido sulfúrico. A pesar de la baja eficiencia de la recuperación del oro, existe evidencia para sugerirlo como alternativa para

la separación de los otros metales, e hipotetizar que el tiempo de residencia tiene una relación directa con la disolución de estos.

- La recuperación de metales a partir de métodos hidrometalúrgicos resulta interesante y puede ser considerado una actividad económica muy lucrativa de llegar a ser refinada. Se recomienda continuar la investigación. Existen valores lo suficientemente altos de metales valiosos como para que estos sean ignorados. No sólo se perfila como una fuente probable de ingresos, sino como una alternativa más ecológica que el simple desecho y la fundición.

4.2. Recomendaciones

- Realizar más pruebas con el fin de poder emitir conclusiones que posean significancia estadística, y descartar la posibilidad de errores aleatorios o de procedimiento.
- Caracterizar de manera más exhaustiva del material, incluyendo análisis de todos los elementos presentes.

Anexo N° 4: Requisitos para acceder a crédito de la CFN-BP

| | | |
|---|--|---------------------|
|  | LISTA DE REQUISITOS GENERALES PARA CRÉDITO DIRECTO PERSONAS JURÍDICAS | CÓDIGO: R-GCC-AC-18 |
| | | VERSIÓN: 04 |
| | | AÑO: 2019 |
| | | PÁGINA 1 de 5 |

| REQUISITOS GENERALES | REQUERIDO | RECIBIDO | | OBSERVACIÓN |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| | | SI | NO | |
| Solicitud y Anexos | | | | |
| 1. Solicitudes de financiamiento debidamente firmadas (deudor y garante codeudor de ser el caso) (Formato CFN). - En el caso de tratarse de fideicomisos constituidos presentar: Constitución del fideicomiso, RUC del fideicomiso, nombramiento del representante legal de la fiduciaria y RUC de la fiduciaria. - En el caso de proponer como codeudor un accionista extranjero, debe incluirse un accionista nacional. En el caso de que todos sean extranjeros, debe incluirse un apoderado. - Debe incluirse las firmas de los cónyuges de personas de estado civil casado o unión de hecho sin liquidación de sociedad conyugal. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Carta de Autorización a Terceros (Formato CFN), en caso de requerirse. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Copia de Oficio de Atención en sucursal diferente con sello de recepción de Secretaría General, dirigido al Subgerente General de Negocios o Gerente Regional o sus delegados, en caso de requerirlo. Se debe adjuntar soportes que respaldan la solicitud. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Nota: Para clientes CFN B.P. deben estar al día en el cumplimiento de las condiciones establecidas en las resoluciones aprobatorias de los créditos o PFB vigentes. | | | | |
| Datos del cliente y garante codeudor | | | | |
| Deudor: | | | | |
| 1. Copia del Registro Único de Contribuyentes. <i>La actividad debe estar actualizada, debiendo constar la actividad económica del proyecto a ser financiado.</i> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Copia de la escritura de liquidación de la sociedad conyugal, capitulaciones matrimoniales, debidamente inscrita en el Registro Civil, de ser el caso, del representante legal y accionistas. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Copia de escritura de constitución Unión de Hecho inscrita en el Registro Civil, de ser el caso. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 4. Planilla de servicio básico del último mes (confirmación de las direcciones detalladas en la solicitud: Dirección Administrativa, Planta, Domicilio Representante Legal). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| En caso de accionistas extranjeros : | | | | |
| 5. Copia de pasaporte a color del representante legal y accionistas que posean más del 20% de acciones y cónyuges | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 6. Certificado de autoridad competente en el país de origen de existencia de la compañía, debidamente apostillado. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 7. Certificado de autoridad competente en el país de origen con detalle de accionistas de la compañía domiciliada en el extranjero y porcentajes de participación, debidamente apostillado. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 8. Certificado de Buró de crédito del país de origen debidamente apostillado o COFACE. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 9. Declaración de licitud de fondos debidamente apostillada o elevada a escritura pública en Ecuador. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 10. En caso de que la empresa cotice en Bolsa de Valores, Certificado de la Bolsa de Valores del país de origen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Garante codeudor, de ser el caso : | | | | |
| 11. Planilla de servicio básico del último mes (confirmación de las direcciones detalladas en la solicitud: Dirección Administrativa, Planta, Domicilio Representante Legal). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 12. Copia de pasaporte a color del garante y codeudores y su cónyuge, de ser el caso. Aplica únicamente para extranjeros. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 13. Copia de la escritura de liquidación de la sociedad conyugal, capitulaciones matrimoniales, debidamente inscrita en el Registro Civil, de ser el caso. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 14. Copia de escritura de constitución Unión de Hecho inscrita en el Registro Civil, de ser el caso. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Certificados y Referencias | | | | |
| Deudor: | | | | |
| 1. Estado de cuenta de las tarjetas de crédito corporativa del deudor de los últimos tres meses | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Movimiento de cuentas de los últimos 6 meses | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Tablas de amortización de deudas vigentes con IFIs y Mercado de Valores. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 5. Referencias Bancarias originales firmadas (emitidas máximo un mes antes de la fecha de presentación de la solicitud de financiamiento). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Garante Codeudor: | | | | |
| 6. Estado de cuenta de las tarjetas de crédito corporativa del deudor de los últimos tres meses | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 7. Movimiento de cuentas de los últimos 6 meses | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 9. Referencias Bancarias originales firmadas (emitidas máximo un mes antes de la fecha de presentación de la solicitud de financiamiento). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 10. Cuando el garante codeudor sea una persona jurídica se debe presentar acta del organismo competente (Junta General o Directorio), autorizando al representante legal para suscribir los documentos concernientes a la concesión del crédito. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 11. En caso de relación de dependencia debe presentar certificado laboral en el que conste: fecha de emisión, cargo, tiempo de servicio y remuneración percibida. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |



LISTA DE REQUISITOS GENERALES PARA CRÉDITO
DIRECTO
PERSONAS JURÍDICAS

CÓDIGO: R-GCC-AC-18
VERSIÓN: 04
AÑO: 2019
PÁGINA 2 de 5

| REQUISITOS GENERALES | REQUERIDO | RECIBIDO | | OBSERVACIÓN |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| | | SI | NO | |
| Nota: En relación a la información financiera serán los mismos requisitos establecidos para el deudor, en la sección "Información financiera histórica" acorde si el garante codeudor es persona natural o jurídica. | | | | |
| Personas Políticamente Expuestas (PEP): <i>Es la persona que desempeña o ha desempeñado funciones públicas destacadas en el país o en el exterior (...) y parientes dentro del segundo grado de consanguinidad o primero de afinidad y los colaboradores cercanos, con las cuales una persona expuesta políticamente (PEP) se encuentre asociada o vinculada.</i> | | | | |
| 1. Certificación de la institución pública en la cual ejerce el cargo, donde se evidencie: cargo o función que desempeña o ha desempeñado, escala de remuneración mensual unificada del nivel jerárquico superior del Ministerio de Trabajo, años en el cargo o función actual. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Declaración Juramentada presentada a la Contraloría General del Estado por inicio de funciones. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Declaración Juramentada presentada a la Contraloría General del Estado periódica / fin de funciones, de ser el caso. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 4. Declaración anual del impuesto a la renta de los 3 últimos años de la persona que ejerce o ejerció el cargo público. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Documentos Legales | | | | |
| Deudor: | | | | |
| 1. Copia de escritura de constitución y la última reforma (estatuto) con la respectiva razón de inscripción en el Registro Mercantil. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Copia de nombramiento vigente del representante legal inscrito en el Registro Mercantil. Poderes especiales de ser el caso con la respectiva razón de vigencia o no revocatoria. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Acta del organismo competente (Junta General o Directorio), autorizando la tramitación y suscripción del crédito, así como la constitución de gravámenes (hipoteca o prenda) a favor de la CFN BP. <i>En el acta debe constar como mínimo:</i> - La fecha de sesión igual o previa a la fecha de la solicitud de financiamiento. - La descripción de la necesidad de los accionistas conforme el Art. 33 del Reglamento de la Junta de Accionistas. - La autorización al representante legal para la contratación del crédito por el monto solicitado y el destino del mismo. - La autorización de constitución de garantías con el detalle de bienes. - Autorización al representante legal para suscribir los documentos concernientes a la concesión del crédito. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 4. Si el Deudor y/o Garante corresponde a un Fideicomiso presentar "Certificación de Control Preventivo de Lavado de Activos para Administradora de Fondos y Fideicomisos" (Formato CFN) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Garantías y Avalúos | | | | |
| 1. Presentar "Carta de propuesta de Garantías" (Formato CFN) Se debe incluir el bien donde se va a desarrollar el proyecto, así como aquellos a ser adquiridos con financiamiento CFN. Según sea el caso, debe estar firmada por el propietario del bien: deudor, fiador o hipotecario. En el caso de proyectos nuevos, dentro de las garantías totales ofrecidas a favor de CFN, las prendarias podrán ser de máximo el 50% de la cobertura mínima requerida por la CFN. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Cuando el propietario del bien inmueble o mueble sea una Persona Jurídica que no sea del deudor, se debe presentar el acta del organismo competente (Junta General o Directorio), autorizando la constitución de gravámenes (hipoteca o prenda) a favor de la CFN B.P. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Avalúo notariado de los bienes propuestos como garantía (inmuebles y muebles). <i>No aplica en el caso de bienes muebles nuevos a ser adquiridos. En caso de garantías ya constituidas a favor de CFN B.P. la antigüedad no será mayor a un año.</i> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 4. Copia de escritura de propiedad del bien inmueble a nombre del deudor, del fiador hipotecario o del vendedor del bien a ser financiado como activo fijo. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 5. Pago de impuesto predial vigente. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 6. Certificado del Registrador de la Propiedad del Bien (<i>En caso de no establecer la vigencia del certificado, se aceptará emitido máximo 60 días antes de la fecha de presentación de la solicitud de financiamiento</i>). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Para bienes inmuebles urbanos: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 7. Certificado de avalúo y catastro actualizado emitido por el GAD municipal correspondiente (<i>En caso de no establecer la vigencia del certificado, se aceptará emitido al menos 60 días previos a la presentación de la solicitud</i>). <i>Puede ser presentado previo a Instrumentación.</i> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Para bienes inmuebles rústicos y rurales | | | | |
| 8. Certificado de No Afectación emitido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Previo a Instrumentación | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 9. Certificado de No Intersección emitido por el Ministerio del Ambiente (MAE), a través del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |



LISTA DE REQUISITOS GENERALES PARA CRÉDITO
DIRECTO
PERSONAS JURÍDICAS

CÓDIGO: R-GCC-AC-18
VERSIÓN: 04
AÑO: 2019
PÁGINA 3 de 5

| REQUISITOS GENERALES | REQUERIDO | RECIBIDO | | OBSERVACIÓN |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| | | SI | NO | |
| 10. Certificado de avalúos y catastro actualizado emitido por el GAD municipal correspondiente (<i>En caso de no establecer la vigencia del certificado, se aceptará emitido al menos 60 días previos a la presentación de la solicitud.</i> <i>Puede ser presentado previo a Instrumentación.</i> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| <u>En caso de bienes inmuebles a ser financiados como activo fijo, se debe presentar además:</u> | | | | |
| 11. Escritura pública de compraventa. Previo instrumentación. Para el análisis de la solicitud se debe presentar una declaración juramentada por parte del vendedor de que se encuentra en negociación de compraventa con el solicitante del crédito. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| <u>En caso de bienes muebles a ser financiados como activo fijo, se debe presentar además:</u> | | | | |
| 12. Proformas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| <u>En caso de bienes muebles (no aplica en activos nuevos a ser adquiridos), se debe presentar además:</u> | | | | |
| 11. Certificado de gravámenes emitido por el Registro Mercantil correspondiente. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 12. Facturas de los bienes muebles propuestos en garantía. En caso de automotores, la matrícula. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Información financiera histórica | | | | |
| Segmento Corporativo y Empresarial: Copias legibles de: | | | | |
| 1. Declaración Impuesto a la renta de los tres últimos años. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Balances auditados de los últimos tres años (si aplica, acorde a la base mínima establecida por los organismos de control). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Balances internos de los 3 últimos años, debidamente firmado por el cliente y contador registrado. Pueden ser presentados en copia simple. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 4. Balance interno original del corte actual, debidamente firmado por el cliente y contador, con una antigüedad no mayor a 60 días. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 5. Declaraciones IVA seis últimos meses o semestral. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 6. Para proyectos nuevos: Presentar información financiera de los accionistas (en caso de persona natural o jurídica serán los mismos requisitos financieros del deudor). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 7. Mayores auxiliares de las siguientes cuentas contables: cuentas por cobrar (diferenciando relacionadas y no relacionadas) y cuentas por pagar (diferenciando relacionadas y no relacionadas). Anexar cuadro detallando antigüedad de la cuenta, cronograma de cobro o pago y términos generales (tasa, plazo, etc.), con datos actualizados a la fecha del último corte del balance interno. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Segmento Pymes: Copias legibles de: | | | | |
| 1. Declaración Impuesto a la renta de los tres últimos años. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Balances auditados de los últimos tres años (si aplica, acorde a la base mínima establecida por los organismos de control). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Balances internos de los 3 últimos años con información desagregada, debidamente firmado por el cliente y contador registrado. Pueden ser presentados en copia simple. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 4. Balance interno original del corte actual con información desagregada, debidamente firmado por el cliente y contador, con una antigüedad no mayor a 60 días. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 5. Declaraciones del impuesto al valor agregado IVA, de los últimos 6 meses. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 6. Para proyectos nuevos: Presentar información financiera de los accionistas (en caso de persona natural o jurídica serán los mismos requisitos financieros del deudor). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Nota: El cliente previo a Instrumentación debe encontrarse al día en sus obligaciones vigentes con los entes de control (SRI /IESS/ SUPERCIAS/SENAE). | | | | |
| Para sujetos de crédito que pertenecen a grupos económicos y/o a empresas relacionadas con participación accionaria superior al 20%: Copias legibles de: | | | | |
| 1. Conformación y estructura accionaria del grupo económico y/o empresas relacionadas. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Declaración Impuesto a la renta de los tres últimos años del grupo económico y/o empresas relacionadas. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Balances auditados de los últimos tres años el grupo económico y/o empresas relacionadas (si aplica). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 4. Balances internos de los 3 últimos años con información desagregada el grupo económico y/o empresas relacionadas, debidamente firmado por el cliente y contador registrado. Pueden ser presentados en copia simple. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 5. Balance interno original del corte actual con información desagregada el grupo económico y/o empresas relacionadas, debidamente firmado por el cliente y contador, con una antigüedad no mayor a 60 días. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |



LISTA DE REQUISITOS GENERALES PARA CRÉDITO
DIRECTO
PERSONAS JURÍDICAS

CÓDIGO: R-GCC-AC-18
VERSIÓN: 04
AÑO: 2019
PÁGINA 4 de 5

| REQUISITOS GENERALES | REQUERIDO | RECIBIDO | | OBSERVACIÓN | |
|--|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| | | SI | NO | | |
| Proyecto / Financiamiento | | | | | |
| 1. Plantillas de modelo financiero (Formato CFN), digital y física con las firmas de responsabilidad del cliente, su contador y de un técnico especializado en el área (para los casos de Forestal y Construcción). La información a presentar debe ser de los últimos 3 años. Análisis de Variación Patrimonial a) En caso de que el resultado del análisis de variación patrimonial sea negativo, debe presentar los justificativos respectivos (sustentos contables, escrituras, certificados de registro mercantil, entre otros) Nota: El cálculo de variación debe realizarse con los balances presentados como parte de los requisitos. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2. Plan de negocios en físico y digital (proyecto nuevo o ampliación). Anexar documentación soporte con las firmas de responsabilidad correspondientes. Documento y soportes conforme formato CFN | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 3. Justificativo (proformas) de las inversiones a ejecutar, ya sea capital de trabajo o activo fijo. La información debe ser al menos de 6 meses atrás y traducido al español (<i>en caso de proformas del exterior</i>). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 4. Regularización ambiental emitida por el Organismo competente que se encuentra disponible en su página web (suia.ambiente.gob.ec). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 5. Documentación que soporte el monto de aportación del cliente: - Evidencias de fondos monetarios en cuentas bancarias a nombre del potencial cliente, y/o en certificados bancarios, y/o certificados de inversión (pólizas). - En los casos que el aporte del cliente sea realizado en bienes inmuebles o muebles, escritura de compraventa o factura o cualquier forma de transferencia de dominio, según corresponda; así como con el cheque pagado o la transferencia realizada, en caso de que aplique, u otro medio de pago verificable. - En caso de bienes inmuebles o muebles cuya adquisición haya sido realizada en un período superior a un año, avalúo por un perito calificado por CFN B.P. - Los comprobantes de egreso siempre que venga acompañado del cheque pagado o la transferencia realizada u otro medio de pago verificable. Para facturas internacionales debe adjuntar copia del swift bancario. - En los proyectos de ampliación, adicional a lo antes citado, se podrá considerar los saldos positivos generados entre sus cuentas por cobrar de corto plazo y cuentas por pagar de corto plazo, cuando estos recursos vayan a ser aportados al capital de trabajo. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 6. Para reembolsos de Inversiones. Presentar formato CFN: "Detalle de Inversiones Ejecutadas", adjuntando la documentación de soporte: Facturas con fecha de emisión hasta 1 año atrás (para reembolso de activos fijos) y hasta 3 meses atrás (para reembolso de capital de trabajo), así como el cheque pagado o la transferencia realizada, en caso de que aplique, u otro medio de pago verificable. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 7. Formulario Ambiental y Social (FAS) (Formato CFN) y anexos que correspondan, de ser el caso, considerando los filtros de monto y actividad sensible. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| PROYECTO/ PROGRAMA | REQUISITOS | REQUERIDO | RECIBIDO | | OBSERVACIÓN |
| | | | SI | NO | |
| Para obras de construcción e infraestructura | Requisitos Técnicos de Construcción | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Para actividades relacionadas con la explotación de minas y canteras | 1. Concesión actualizada otorgada por el Organismo competente, para operar en dicho sector. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Para actividades relacionadas con la distribución de derivados líquidos de hidrocarburos, biocombustibles y sus mezclas | 1. Autorización de factibilidad para el emplazamiento de un nuevo centro de distribución emitido por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero o sus Agencias Regionales en la sección territorial de su competencia <i>Aplica para centro de distribución de derivados líquidos de hidrocarburos, biocombustibles y sus mezclas, así como los centros de distribución mixtos (segmento automotriz)</i> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Según la actividad del proyecto | Requisitos Técnicos de Hidroeléctrica | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Requisitos Técnicos Flores | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Requisitos Técnicos Banano y Plátano | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Requisitos Técnicos Caña de Azúcar | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Requisitos Técnicos Avicultura Engorde | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Requisitos Técnicos Ganadería | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Requisitos Técnicos Acuicultura | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Requisitos Técnicos Industrial | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Requisitos Técnicos Naval | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Requisitos Técnicos Agrícola | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |



**LISTA DE REQUISITOS GENERALES PARA CRÉDITO
DIRECTO
PERSONAS JURÍDICAS**

CÓDIGO: R-GCC-AC-18

VERSIÓN: 04

AÑO: 2019

PÁGINA 5 de 5

| PROYECTO/ PROGRAMA | REQUISITOS | REQUERIDO | RECIBIDO | | OBSERVACIÓN |
|---|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| | | | SI | NO | |
| Para financiamiento de obligaciones (apoyo productivo y financiero) | 1. Certificado de liquidación de la obligación a la fecha y/o tabla de amortización de la misma, el cual debe especificar el destino del crédito (activo fijo o capital de trabajo) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 2. En caso de financiamiento de pasivos adquiridos a proveedores nacionales, presentar detalle de las obligaciones a ser financiadas. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Productos del Portafolio de Construcción | 1. Requisitos Técnicos de Construcción | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 2. Certificación de Control Preventivo de Lavado de Activos para Constructoras (Formato CFN) (Aplica para Persona Jurídica) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 3. Certificado de Registro ante la Unidad de Análisis Financiero y Económico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Para financiamiento de Programa Forestal | 1. "Ficha técnica Forestal" (Formato CFN). Presentar en digital y físico con firmas de responsabilidad del cliente y del profesional del área. <i>Previo instrumentación debe presentarse la ficha notariada.</i> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 2. Proformas de costos para ejecución del proyecto (de al menos 6 meses atrás). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 3. Mapa base del proyecto (ubicación, división administrativa, rodalización, caminos, ríos, división de tipo de proyecto) cartografía en Proyección UTM, Datum WGS 84, Zona 17 Sur, Escalas 1:200; 1:250; 1:500; 1:1000 y sus múltiples. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 4. Mapa de zonificación del predio a reforestar (uso actual, ubicación respecto del SNAP). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 5. Resultados del análisis de suelos. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 6. Certificado de intersección emitido por el MAE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 7. Cronograma de desembolso anual | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 8. Currículum vitae del operador forestal. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | 9. Reconocimiento de firmas de este operador ante un notario público. <i>Previo instrumentación.</i> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

| | |
|--|-------------------------|
| Firma del cliente: | Firma del Funcionario: |
| Nombre y Apellido del cliente: | Nombre del Funcionario: |
| Fecha de recepción de la documentación (dd/mm/aa): | |
| Observaciones: | |