

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**GRADO DE EFICACIA EN EL MANEJO DE  
RESIDUOS SOLIDOS EN LA EMPRESA  
ESPECIALIZADA VYP MINING S.A.C. EN LA  
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.  
CUMPLIENDO LA NORMATIVIDAD VIGENTE - 2017**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL**

Presentado por:

**BACH. GARCÍA ARZAPALO, KEILA INGRED**

**Cerro de Pasco - Perú - 2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**GRADO DE EFICACIA EN EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS**  
**EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA VYP MINING S.A.C. EN LA**  
**SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A. CUMPLIENDO LA**  
**NORMATIVIDAD VIGENTE - 2017**

Presentado por:

**BACH. GARCÍA ARZAPALO, KEILA INGRED**

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS**

---

**Mg. Julio ASTO LIÑÁN**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Luis A. PACHECO PEÑA**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Miguel A. BASUALDO BERNUY**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Lucio ROJAS VITOR**  
**ASESOR**

**A Dios: Por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado vida, salud y perseverancia para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.**

**A mis Padres, hermanos y familia: Por su gran apoyo incondicional, quienes se sacrifican por darme lo mejor y ver en mí una futura profesional.**

## **P R E S E N T A C I Ó N**

Dando cumplimiento a lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de esta primera casa superior de estudios, pongo en consideración la presente tesis intitulada “GRADO DE EFICACIA EN EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA VyP MINING S.A.C. EN LA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A. CUMPLIENDO LA NORMATIVIDAD VIGENTE - 2017”, con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

El motivo de trabajar la presente investigación, es la de conocer la realidad del manejo de residuos sólidos verificando el cumplimiento con las leyes y normas vigentes referidos a esta temática en esta unidad minera, al mismo tiempo experimentar diversos procesos involucrados a esta manejo.

Espero que la presente investigación, aporte en el plano del conocimiento de nuestra carrera profesional.

La Autora.

# ÍNDICE

	Pág
	.
Presentación	ii
Índice	iii
Resumen	vi
Introducción	viii
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1 Generalidades	1
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.2.1 Determinación del Problema	3
1.2.2 Formulación del Problema	4
1.3 Objetivos de la Investigación	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Justificación de la Investigación	6
1.5 Importancia de la Investigación	7
1.6 Hipótesis	7
1.6.1 Hipótesis General	7
1.6.2 Hipótesis Específicas	7
1.7 Operacionalización de las Variables	8
<b>CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA</b>	
2.1 Antecedentes de la Investigación	9
2.1.1 Comportamiento Ambiental de Residuos Mineros	9
2.1.2 Metodología para la Remediación de Instalaciones de Residuos Mineros Procedentes de la Minería Metálica Orientada a la Reducción del Riesgo Ambiental y al Aprovechamiento de sus Residuos	13

2.1.3	Problemática de los Residuos Industriales – Caso Cemento Andino	16
2.1.4	Eficiencia del Manejo de Residuos Sólidos de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. – Unidad de Producción Colquijirca en Cumplimiento de la Normatividad Vigente – 2017	17
2.1.5	Evaluación de la Gestión de Residuos Sólidos Generados en la Corporación Dore Trading S.A.C. – Planta de Ancón	19
2.1.6	Gestión de Residuos Sólidos Para el Mejor Desempeño Ambiental en la U.E.A. Caravelí – Compañía de Minas Buenaventura S.A.A	21
2.1.7	Evaluación de la Gestión de Residuos de la Empresa Administradora Chungar	23
2.1.8	Evaluación de la Gestión de Residuos Industriales en la Planta Cemento Andino S.A. – UP Condorcocha en el Cumplimiento de las Normas Vigentes	25
2.2	Bases Teórico – Científicas	28
2.2.1	Importancia de la Minería	29
2.2.2	Implicancias Ambientales de la Minería	30
2.2.3	Manejo de Residuos	31
2.2.4	Residuos producto de la Actividad Minera	33
2.3	Marco Teórico Contextual	36
2.3.1	Área del Estudio	36
2.3.2	Operaciones	37
2.3.3	Proceso Minero Metalúrgico	40
2.3.4	Empresa Especializada VyP MINING S.A.C	47
2.4	Marco Legal	48
2.4.1	Marco Legal General	49
2.4.2	Legislación utilizada en el Plan de Gestión de Residuos Sólidos de la Sociedad Minera El Brocal S'.A.A.	52

2.5	Definición de Términos	54
-----	------------------------	----

### **CAPÍTULO III: MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1	Método de Investigación	61
3.1.1	Tipo de Investigación	61
3.1.2	Métodos de Investigación	62
3.2	Población y Muestra	62
3.3	Técnicas de Investigación	63
3.3.1	Técnicas de Recolección de Datos	63
3.3.2	Técnicas de Análisis de Datos	63

### **CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Manejo de Residuos Sólidos	65
4.1.1	Manejo de Residuos Sólidos por VyP MINING S.A.C.	65
4.1.2	Volumen de Residuos Sólidos Generados	84
4.1.3	Manejo de Documentos	90
4.1.4	Comercialización	91
4.1.5	Plan de Contingencias	92
4.2	Prueba de Hipótesis	92
4.4	Propuesta de Mejora en el Manejo de Residuos Sólidos	93
4.4.1	Minimización de Residuos Sólidos	93
4.4.2	Reaprovechamiento	94
	Conclusiones	95
	Recomendaciones	97
	Bibliografía	98
	Anexos	101

## **R E S U M E N**

La minería es una actividad económica muy importante. En cada uno de los pasos del proceso de extracción y refinación de metales se generan distintos tipos de residuos, los cuales deben ser manejados de acuerdo a sus características particulares. La reducción de la cantidad de residuos generados, así como su manejo responsable es un aspecto importante para el desempeño adecuado de la actividad minera, su sostenibilidad y la protección de su entorno.

La investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la eficacia del manejo de los residuos sólidos por parte de la empresa especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. cumpliendo la normatividad vigente durante el año 2017, teniendo en cuenta las diversas actividades que desarrolla en sus instalaciones.

El tipo de investigación es no experimental; ya que no se posee un control directo sobre la variable independiente porque ya han ocurrido los hechos.

La principal conclusión a la que se ha arribado es que el manejo actual de los residuos sólidos realizado en la Unidad Minera Colquijirca de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., tiene un alto grado

de eficacia, el cual puede ser mejorado continuamente y que dicha empresa cuenta con su Plan de Manejo de Residuos Sólidos aplicando las normas relacionadas y las recomendaciones de la autoridad competente ajustándolas a su realidad.

## **INTRODUCCIÓN**

La extracción de los recursos minerales ha generado grandes beneficios que, en algunos casos, ha supuesto el desarrollo industrial y social de su entorno. Asociado a la explotación de las menas beneficiables, se ha de generar gran cantidad de residuos minero-metalúrgicos, derivados tanto del proceso extractivo como del de transformación. Estos residuos suponen un impacto y riesgo para el medio ambiente.

La Unidad Minera Colquijirca de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., genera actualmente residuos sólidos peligrosos y no peligrosos que son dispuestos en un patio de almacenamiento temporal, en el cual estas son almacenadas en sus respectivas celdas.

Los antecedentes de la investigación son a nivel nacional y local; considerando de la misma manera, referencias teóricas en torno a los residuos sólidos generados por la actividad minera.

Para el presente estudio ha tomado la experiencia del manejo de residuos sólidos, que ha implementado la empresa especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A., como parte

del cumplimiento de la empresa en mención, se describe los procesos sin influir en sus variables, para obtener resultados confiables y lograr una eficiencia en su manejo de los residuos sólidos.

La tesis sea estructurado en cuatro capítulos, descritos a continuación: Capítulo I Planteamiento del Problema, que describe la situación problemática a investigar, así como los propósitos de la misma; Capítulo II Marco de Referencia, que muestra los diversos antecedentes y referencias teóricas que nos han servido de base para nuestra investigación; Capítulo III Métodos y Técnicas de la Investigación, el cual nos permite describir el método científico que se ha utilizado, así como su entorno poblacional; y, Capítulo IV Resultados y Discusión, que muestra las estadísticas de los datos procesados, la prueba de hipótesis y una propuesta de mejora.

La principal conclusión a la que se ha arribado es que, con la implementación del plan manejo de residuos sólidos, se viene logrando en la actualidad un alto grado de eficacia por la implementación y la mejora continua, que cuenta dicha documento aplicando las normas vigentes y las recomendaciones de la autoridad competente.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 GENERALIDADES**

La Unidad Minera Colquijirca de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., explota minerales de plata, plomo y zinc en su mina a tajo abierto denominada Tajo Norte y minerales de cobre en su mina subterránea denominada Marcapunta Norte. El mineral extraído se procesa en una planta de concentración de minerales, con una capacidad de tratamiento de 18,000 toneladas métricas por día y cuenta con toda la infraestructura asociada como centrales hidroeléctricas, sub estaciones, talleres, almacenes, canchas de

relaves, planta de tratamiento de aguas ácidas, viviendas y oficinas administrativas<sup>1</sup>.

Estas actividades generan residuos industriales, minero – metalúrgico; los cuales representan riesgos tanto para la salud y el medio ambiente, razón por el cual es necesario realizar un manejo adecuado de los residuos industriales y comunes dentro de la empresa con la finalidad de no impactar al ambiente.

La empresa consciente que sus actividades productivas generan residuos sólidos, ha venido implementado su Plan de Manejo de Residuos Sólidos que tiene por finalidad realizar una adecuada gestión de los mismos con el objetivo de reducir y prevenir los riesgos potenciales a la salud de sus trabajadores y a la población del entorno, así como al medio ambiente.

Es necesario por lo tanto, que pueda asumirse con responsabilidad el cumplimiento con la normatividad vigente relacionadas a la Gestión de Residuos Sólidos dentro de esta unidad minera, con el fin de preservar el medio ambiente vecino y mejorar el entorno de trabajo de quienes laboran en esta unidad.

---

<sup>1</sup> Fuente: Página web de Sociedad Minera El Brocal: <http://www.elbrocal.pe>

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Determinación del Problema**

La actividad minera de Sociedad Minera El Brocal S.A.A. genera grandes cantidades de residuos sólidos como: embalajes de diversos tipos; chatarras; basura de oficinas, laboratorios y talleres; basura doméstica proveniente de comedores, alojamientos y villas residenciales; y otros tipos de residuos diferentes, desde tubos fluorescentes hasta escombros de construcción.

Todos estos residuos deben ser manipulados y tratados en forma adecuada desde la generación hasta su destino final. Dada la diversidad de residuos, ellos deben ser clasificados y manipulados separadamente de manera adecuada para cada tipo de residuo. Una práctica común en gran parte de las empresas mineras como la codisposición de todos los tipos de residuos en una misma escombrera.

La Unidad Minera Colquijirca de Sociedad Minera El Brocal S.A.A. ha tenido un crecimiento importante en los últimos años. Este crecimiento ha traído consigo el crecimiento en la demanda de bienes y servicios con la que se busca satisfacer las diversas necesidades básicas de sus trabajadores, la cual a su vez genera residuos y desechos sólidos.

Frente a esta problemática social, la Unidad Minera Colquijirca de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., realiza el tratamiento de los residuos generados en sus instalaciones a través de la empresa especializada VyP MINING S.A.C. dando cumplimiento a las normas legales vigentes.

La razón a la presente investigación es evaluar la problemática actual del manejo de residuos sólidos, en cumplimiento a las normas ambientales vigentes, con la finalidad de cumplir la política empresarial de la empresa y responder a la exigencia en el ámbito social y empresarial.

### **1.2.2 Formulación del Problema**

#### **Problema General**

¿Cuál es el estado del manejo de residuos sólidos por la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017?

#### **Problemas Específicos**

1. ¿De qué forma se realizó el manejo de residuos sólidos por parte de la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017?

2. ¿En qué modo la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. dio cumplimiento a la normatividad relacionada al manejo de residuos sólidos en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017?

### **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la eficacia del manejo de los residuos sólidos por la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. cumpliendo la normatividad vigente durante el año 2017.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar los distintos procesos para el manejo de residuos sólidos por parte de la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017.

2. Analizar las maneras en que la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. dio cumplimiento a la normatividad relacionada al manejo de los residuos sólidos en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Las prácticas actuales de manejo de residuos sólidos en la industria minera apuntan hacia dos direcciones: por un lado la

minimización y el reaprovechamiento de residuos, por otro el tratamiento y la disposición final. La minimización y el reaprovechamiento de residuos es una actividad hasta cierto punto constante en minería. Siempre hubo interés en minimizar la relación estéril/mineral por razones de costo, de la misma manera que las principales empresas normalmente mantienen una búsqueda constante tratando de aumentar la recuperación de mineral en el proceso de beneficio. El reaprovechamiento de residuos se efectúa ya por la eventual recuperación de los depósitos de desechos. Modernamente, como consecuencia de presiones ambientales, algunas empresas de minería están procurando alternativas de utilización de residuos.

Algunas técnicas de tratamiento de residuos empleadas por otros sectores industriales tienen utilización nula o muy restringida en minería, como es el caso de la incineración. El método más común de manejo de residuos sólidos en minería es la disposición controlada.

## **1.5 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es importante porque a partir de ello, será posible que la empresa especializada VyP MINING pueda manejar adecuadamente los residuos sólidos en la Unidad de Producción de Colquijirca de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., minimizando costos generados durante el manejo de los mismos en concordancia a la

normatividad vigente y evitar conflictos sociales e impactos al ambiente.

## **1.6 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 Hipótesis General**

El manejo de los residuos sólidos por la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. fue eficaz durante el año 2017 debido a que cumplió con la normatividad vigente.

### **1.6.2 Hipótesis Específicas**

1. El manejo de residuos sólidos por parte de la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017 se realizó cumpliendo las actividades y metas establecidas.

2. La Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. cumplió de manera adecuada y directa la normatividad relacionada al manejo de los residuos sólidos en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017.

## **1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Las variables de trabajo para las hipótesis formuladas son las siguientes:

**Variable Independiente:** Cumplimiento de la Normatividad vigente relacionada a la Gestión de Residuos Sólidos durante el año 2017.

**Variable Dependiente:** Grado de Eficacia en el Manejo de los Residuos Sólidos en la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO DE REFERENCIA O FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Para la presente investigación hemos visto por conveniente señalar los siguientes antecedentes:

**2.1.1 Laura Nereyda Moreno Morales. “Comportamiento Ambiental de Residuos Mineros”. Programa Multidisciplinario de Posgrado en ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis de Potosí, México – 2016.**

Resumen:

La minería es una actividad económica muy importante. En cada uno de los pasos del proceso de extracción y refinación de metales se generan distintos tipos de residuos, los cuales deben ser manejados de

acuerdo a sus características particulares. La reducción de la cantidad de residuos generados, así como su manejo responsable es un aspecto importante para el desempeño adecuado de la actividad minera, su sostenibilidad y la protección de su entorno (aire, agua superficial y subterránea, suelo y poblaciones aledañas).

El riesgo de contaminación de los recursos hídricos a partir de los residuos mineros, yace principalmente en el potencial de estos para liberar elementos potencialmente tóxicos (EPT) como arsénico, cadmio, cobre, plomo, zinc, etc., a través de la oxidación de los sulfuros metálicos que los contienen (pirita, pirrotita, esfalerita, calcopirita, etc.), el sulfuro es expuesto al oxígeno ambiental y al agua, liberando iones metálicos, aniones y ocasionalmente acidez. La oxidación de estos sulfuros en los depósitos de residuos origina soluciones de bajo pH enriquecidas en EPT, con capacidad de impactar el recurso hídrico superficial o subterráneo.

Dadas sus características geológicas, México ha sido un importante productor de minerales metálicos desde la época de la Colonia, estas actividades de minado han generado diversas cantidades y tipos de residuos en los diferentes distritos mineros, para los cuales no existía una normatividad que regulara su generación y

disposición hasta el año de 2004 con la introducción de la NOM-141-SEMARNAT-2003.

El presente proyecto consistió en la caracterización geoquímica y mineralógica de los residuos del distrito minero de San Eulalia, ubicado en el municipio de Aquiles Serdán, Chihuahua, con el fin de evaluar el potencial de liberación de EPT hacia los recursos hídricos. Este distrito tiene registros de operación de más de 300 años, fue explotado inicialmente para óxidos de plomo, plata y estaño y más recientemente para sulfuros de plomo y zinc; los materiales ahí localizados constan de residuos de extracción (terreros y tepetates), de beneficio (jales de flotación y un residuo histórico de origen indeterminado) y finalmente sedimentos de los arroyos localizados aguas debajo de la operación y con visibles evidencias de haber sido impactados por alguno de los residuos anteriores.

Los resultados de la caracterización realizada identifican a los sedimentos impactados con residuos (Identificados como APJ en el escrito) como los materiales con las mayores concentraciones de elementos como Pb, Zn y As, así como con el mayor potencial de liberación de EPT al contacto con soluciones acuosas, lo que señala la importancia que tienen los procesos de transporte e intemperización para la estabilidad química de los materiales. Estos sedimentos

presentan pH bajo y potencial de generación de drenaje ácido. El elemento con mayor movilidad al contacto con agua meteórica simulada en este grupo de muestras es el zinc, mostrando concentraciones de hasta 202 mg/L en la solución. La caracterización mediante Difracción de Rayos X (DRX) permitió identificar especies secundarias mayoritarias como: jarosita, óxidos de hierro y azufre elemental; mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) se encontraron especies secundarias minoritarias con capacidad de fijación de EPT como beudantita, goethita y plumbojarosita que funcionan como fijadores mediante mecanismos como adsorción y coprecipitación, reteniendo temporalmente los elementos antes señalados.

El comportamiento observado mediante las técnicas de extracción secuencial, además de apoyar las observaciones arriba señaladas, muestra la incapacidad de los sedimentos APJ para ofrecer lugares para la fijación permanente de los EPT, ya que más del 50% del total de zinc se encontró dentro de la fracción geodisponible (porción del contenido total que es liberado de las fases sólidas mediante procesos mecánicos, químicos o biológicos), esto implica que más de 5 500 mg/kg están en potencial de ser liberados hacia los recursos hídricos del sitio.

Además de estos sedimentos APJ el otro grupo de muestras que presenta potencial de liberación de EPT debido a las altas concentraciones de EPT, potencial de generación de acidez y movilidad de zinc en agua meteórica simulada es el grupo de muestras tomadas en la presa de jales antigua.

Por lo tanto las acciones de remediación deben estar enfocadas en estabilizar estos dos grupos de muestras; por un lado se sugiere asegurar el material depositado en la presa de jales antigua cubriéndolo con material estéril y que los sedimentos APJ en el cauce del arroyo sean considerados como residuos, ya que este material tiene la capacidad para impactar negativamente la calidad del agua en el sitio, por lo que es necesario asegurar la estabilidad del material confinándolo de forma eficiente y definitiva.

**2.1.2 Arturo Vicente Fernández. “Metodología para la Remediación de Instalaciones de Residuos Mineros Procedentes de la Minería Metálica Orientada a la Reducción del Riesgo Ambiental y al Aprovechamiento de sus Residuos”. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de la Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España – 2015.**

Resumen:

Las instalaciones de residuos mineros abandonadas procedentes de la minería metálica pueden suponer un grave riesgo medioambiental y de seguridad debido a su potencial contaminante y a la posibilidad de ocasionar accidentes por su fallo estructural. Desgraciadamente, en la mayoría de países de la Unión Europea existen un gran número de presas, balsas, pilas de lixiviación y escombreras mineras cerradas que se encuentran abandonadas y sin ningún control estructural o ambiental al haberse originado en actividades extractivas finalizadas con anterioridad a la aparición de las primeras normativas de índole ambiental aplicables. Algunas de las instalaciones de residuos mineros abandonadas pueden además contener reservas de metales apreciables al proceder sus residuos de actividades extractivas pasadas en las que se emplearon procesos metalúrgicos e hidrometalúrgicos de concentración con eficiencias de recuperación inferiores a las obtenibles con técnicas extractivas actuales.

En la presente tesis doctoral se ha desarrollado una metodología de análisis que puede servir de herramienta útil para la toma de decisiones en los procesos de remediación de instalaciones de residuos mineros procedentes de la minería metálica. Dicha metodología se ha construido a partir de los resultados que se puedan obtener del análisis de riesgos ambientales de las instalaciones

estudiadas, estableciendo las metodologías más apropiadas para su remediación en función de los riesgos específicos que presenten.

La metodología propuesta incluye además el análisis de la posibilidad de proceder al aprovechamiento de los residuos mineros presentes en las instalaciones mediante la extracción de sus metales, para lo que han desarrollado una serie de expresiones que pueden emplearse en el análisis de viabilidad en términos económicos, ambientales y sostenibles de dicho aprovechamiento obtenidas sobre la base de las últimas experiencias al respecto registradas bibliográficamente y del estudio de los costes de inversión y operación que pueden suponer dicha operaciones en función de las tecnologías extractivas empleadas.

Para finalizar, en la última parte de la tesis se incluye un caso práctico de aplicación de la metodología desarrollada en la que se estudian las posibilidades de remediación de tres presas mineras abandonadas procedentes de la extracción de plomo y zinc y se analiza la posibilidad de proceder al aprovechamiento de sus residuos mediante la extracción de sus residuos mediante la extracción de metales de sus estériles.

**2.1.3 “Problemática de los Residuos Industriales – Caso Cemento Andino”. Revista de la Sociedad Nacional de Industrias. Lima, Perú – 2010.**

Conclusiones:

Actualmente dentro de las instalaciones de Cemento Andino S.A, existen dificultades en el proceso del manejo adecuado de los Residuos Industriales; desde su generación hasta su disposición final. Muy aparte que se cuenta con un total de 33 puntos de acopio que se encuentran ubicados en diferentes lugares tanto externo e interno de las instalaciones de la planta; existen inconvenientes para su segregación puesto que al momento de desechar un determinado residuo, la dificultad está a la hora de la descripción ya sea por su característica, composición y clasificación encontrándose estos dentro de los municipales y no municipales.

Si bien son ciertas las afirmaciones que mencionan que industrias cementeras en el Perú generan en grandes proporciones residuos de tipo peligroso y no peligroso. Los residuos no peligrosos son aquellos asimilables a los residuos municipales, lo cual quiere decir que tienen características similares. Los residuos peligrosos son aquellos que requieren precauciones especiales durante todas las etapas de su manejo, desde su generación hasta su disposición final.

En general, un residuo se considera peligroso si presenta una o más de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o patogenicidad.

Es así que en la planta industrial de Cemento Andino fueron identificados los diversos tipos de residuos generados por las actividades realizadas tanto por contratistas como por el Personal de la empresa y que se relacionan en conjunto con el único fin en el proceso de la Fabricación y Comercialización de Cemento.

**2.1.4 Haydee Karina Hurtado Diego. “Eficiencia del Manejo de Residuos Sólidos de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. – Unidad de Producción Colquijirca en Cumplimiento de la Normatividad Vigente – 2014”. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú – 2015.**

Resumen:

La minería además de ser una de las actividades más antiguas que han acompañado el desarrollo del hombre, también es uno de los sectores que generan mayores impactos al medio ambiente (positivo y negativo). A lo largo de la historia, la minería ha ocasionado grandes perturbaciones en diversas partes del mundo, con graves problemas ambientales en forma directa e indirecta. Por esto, es imperioso

detectar cada uno de los problemas para así llegar a soluciones correctas en materia de prevención y descontaminación.

La ley, riqueza de metal en un determinado mineral, suele ser muy baja. Ello ocasiona que la actividad minera metálica sea una de las mayores generadoras de residuos sólidos, cuestión que obedece a la gran cantidad de materia que debe remover en su proceso extractivo. De igual forma, las demás actividades que se dan en proceso minero, tales como flotación, lixiviación, concentración, fundición y las propias de apoyo generan una cantidad considerable de residuos sólidos.

La investigación se desarrolló entre el mes de enero y diciembre del 2014 con el objetivo de determinar la situación del manejo de los residuos sólidos de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. – Unidad de Producción Colquijirca en cumplimiento de la normatividad vigente durante el año 2014, teniendo en cuenta las diversas actividades que desarrolla en sus instalaciones.

El tipo de investigación es no experimental; ya que, ya que no se posee un control directo sobre la variable independiente porque ya han ocurrido los hechos.

La principal conclusión a la que se ha arribado es que el manejo actual de los residuos sólidos realizado de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. - Unidad de Producción Colquijirca, es eficiente, el cual puede ser mejorado continuamente y que dicha empresa cuenta con su Plan de Manejo de Residuos Sólidos aplicando las normas relacionadas y las recomendaciones de la autoridad competente ajustándolas a su realidad.

**2.1.5 Yeni Miriam Malpartida Córdova. “Evaluación de la Gestión de Residuos Sólidos Generados en la Corporación Dore Trading S.A.C. – “Planta de Ancón”. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú – 2011.**

Resumen:

El manejo de los residuos sólidos es complejo y ha evolucionado paralelamente a la urbanización, al crecimiento económico y a la industrialización.

Para abordar el manejo de los residuos sólidos no es suficiente conocer los aspectos técnicos de la recolección, limpieza y disposición final. Se requiere también aplicar los nuevos conceptos relacionados al financiamiento de los servicios, los enfoques de descentralización y

mayor participación del sector privado, los factores relacionados a la salud, al ambiente, y a la educación y participación comunitaria.

Aunque el problema de los residuos sólidos ha sido identificado desde hace varias décadas, las soluciones parciales que hasta ahora se han logrado no abarcan a todos los países de la Región ni a la mayoría de las ciudades y empresas intermedias y menores, convirtiéndose en un tema permanente que en la mayoría de casos genera conflictos sociales.

Por otra parte, la generación y manejo de residuos sólidos especiales, como los residuos de hospitales y los industriales peligrosos, están afectando en mayor o menor grado la administración de los residuos sólidos municipales. Esta última se ha visto comprometida con la recepción, tolerada o ilegal, de cantidades apreciables de desechos nocivos para la salud humana y el ambiente, cuyo manejo tiene características más complejas.

Para la preparación de esta tesis se ha recurrido a la consulta del material bibliográfico que se incluye en el capítulo de referencias. La información básica proviene principalmente de los documentos y análisis realizados en la misma área de investigación. Adicionalmente,

la información fue complementada con datos recopilados por expertos en distintas unidades empresariales del país.

De hecho, la falta de un sistema de información confiable es uno de los aspectos críticos del manejo de residuos sólidos.

En resumen, el adecuado manejo de servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición de los residuos sólidos sigue siendo un objetivo prioritario que debe ser complementado con programas de reducción de residuos generados y de reuso y reciclaje de residuos desechados.

**2.1.6 Carlos D. Ildelfonso Zevallos. “Gestión de Residuos Sólidos Para el Mejor Desempeño Ambiental en la U.E.A. Caravelí – Compañía de Minas Buenaventura S.A.A”. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú – 2010.**

Resumen:

En la U.E.A. Caravelí se cuenta con un Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos, lo cual promueve el control desde la generación hasta su disposición final de los residuos sólidos adaptándose y cumpliendo las disposiciones legales aplicables al sector.

La unidad caracterizó 4 tipos de residuos sólidos: residuos domésticos, residuos metálicos, residuos inflamables y residuos peligrosos. De acuerdo a los controles que se aplican se tuvo una mejora en el Desempeño Ambiental de la unidad, esto se vio en las auditorías internas que tuvo la unidad en el año 2007.

Uno de los controles de la Gestión de los Residuos Sólidos son los indicadores que se dieron para el control y mejora en el manejo de los residuos sólidos de la unidad, gracias al cumplimiento de estos se tuvo constantes aumentos en calificación en las auditorías internas y así repercutiendo en el desempeño ambiental.

De acuerdo a la caracterización de los residuos se cuenta con depósitos de almacenamiento temporal y de disposición final de los residuos sólidos cumpliendo las disposiciones legales y las normas internacionales.

Los programas de gestión y controles operacionales del manejo de los residuos sólidos de la unidad, facilitan el control y el logro de objetivos que cuenta el área de medio ambiente asignadas por la alta dirección de la empresa y la unidad. Al realizar los respectivos controles de los residuos nos permite facilitar la adecuación de los

compromisos legales e institucionales sobre los residuos sólidos de reducción, reuso y reciclaje de los residuos sólidos en cada uno de los procesos productivos.

En el manejo de los residuos sólidos por su tipo nos permite identificar los residuos que son altamente con potencial de causar daño a la salud y medio ambiente, así realizando su respectivo control y disposición adecuada en el dispositivo respectivo y con una EPS - RS. Al difundir todo el proceso de generación hasta la disposición final de los residuos sólidos de la unidad a todos los colaboradores nos permite prevenir futuras alteraciones a los recursos por parte de los residuos sólidos y así se cuida la salud de todos los colaboradores de la unidad.

**2.1.7 José Gabriel Espinal Córdor. “Evaluación de la Gestión de Residuos de la Empresa Administradora Chungar”. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú – 2009.**

Resumen:

El manejo de los residuos sólidos en América Latina y el Caribe es complejo y ha evolucionado paralelamente a la urbanización, al crecimiento económico y a la industrialización. Para abordar el manejo de los residuos sólidos municipales no es suficiente conocer los aspectos técnicos de la recolección, limpieza y disposición final. Se

requiere también aplicar los nuevos conceptos relacionados al financiamiento de los servicios, los enfoques de descentralización y mayor participación del sector privado, los factores concomitantes de salud, del ambiente, y de educación y participación comunitaria. Aunque el problema de los residuos sólidos municipales ha sido identificado desde hace varias décadas, las soluciones parciales que hasta ahora se han logrado no abarcan a todos los países de la Región ni a la mayoría de las ciudades y empresas intermedias y menores, convirtiéndose en un tema permanente que en la mayoría de casos genera conflictos sociales.

Por otra parte, la generación y manejo de residuos sólidos especiales, como los residuos de hospitales y los industriales peligrosos, están afectando en mayor o menor grado la administración de los residuos sólidos municipales. Esta última se ha visto comprometida con la recepción, tolerada o ilegal, de cantidades apreciables de desechos nocivos para la salud humana y el ambiente, cuyo manejo tiene características más complejas.

Para la preparación de esta tesis se ha recurrido a la consulta del material bibliográfico que se incluye en el capítulo de referencias. La información básica proviene principalmente de los documentos y análisis realizados en la misma área de investigación. Adicionalmente,

la información fue complementada con datos recopilados por expertos en distintas unidades empresariales del país. De hecho, la falta de un sistema de información confiable es uno de los aspectos críticos del manejo de residuos sólidos.

En resumen, el adecuado manejo de servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición de los residuos sólidos sigue siendo un objetivo prioritario que debe ser complementado con programas de reducción de residuos generados y de reuso y reciclaje de residuos desechados.

**2.1.8 Luis E. Santiago Lázaro. “Evaluación de la Gestión de Residuos Industriales en la Planta Cemento Andino S.A. – UP Condorcocha en el Cumplimiento de las Normas Vigentes”. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú – 2009.**

Resumen:

La generación de residuos sólidos es parte indisoluble de las actividades que realiza una organización. Considerando que dentro de las etapas del ciclo de vida de los residuos sólidos (generación, transporte, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final), las empresas constituyen el escenario fundamental, en el que se

desarrollan y se vinculan las diferentes actividades asociadas al manejo de los mismos. Cemento Andino S.A. es una empresa nacional dedicada a la fabricación y comercialización de cemento de la más alta calidad. A lo largo de 50 años de operación, ha incrementado paulatinamente su capacidad instalada, manteniéndose a la vanguardia de la tecnología, con la finalidad de satisfacer la creciente demanda de cemento en la sierra central y el resto de país, logrando posicionarse en el mercado como una empresa líder en la producción de cemento; a ello se le agrega la generación de residuos peligrosos y no peligrosos durante las 24 horas del día y todo el año, y especialmente una gran parte en las paradas técnicas para los respectivos mantenimientos, lo cual hace problemático, la segregación de los residuos con el ingreso de personal nuevo y producto de sus actividades el aumento de la generación de grasas y aceites usados, residuos orgánicos (desechos de comidas de comedores), entre otros.

Por tanto me planteo el siguiente estudio de investigación intitulado “Evaluación de la gestión de residuos industriales en la planta de Cemento Andino S.A. – U.P. Condorcocha en el cumplimiento de las normas vigentes”. Para lo cual se plantean los objetivos siguientes: Objetivo General: Evaluar la Gestión de Residuos Industriales en la planta de Cemento Andino S.A. en el cumplimiento de las normas vigentes. Objetivos Específicos: (1) Implementar una Gestión adecuada

de los Residuos en la planta industrial de Cemento Andino mejorando su manejo, disposición final y los beneficios que traería hacia la empresa. (2) Estructurar un Plan de Manejo de RR.SS para la minimización de los residuos que actualmente se genera dentro de las instalaciones de la planta industrial, evitando la contaminación en diversos puntos de la planta. (3) Desarrollar un conjunto de acciones que permitan promover la sensibilización de la población en cuanto a su cultura ambiental y prácticas de reciclaje de residuos sólidos. Así mismo se llega a las siguientes conclusiones: (1) Cemento Andino dispuso un Plan de Manejo de Residuos Sólidos para el ejercicio 2008, el cual de acuerdo a las disposiciones vigentes, fue remitido oportunamente a la Dirección de Medio Ambiente del Sector Industria, incluyendo el Plan de Manejo de Residuos para el periodo 2008. (2) Los residuos contaminados con hidrocarburos (trapo industrial y/o huaypes), son clasificados para su posterior disposición final en un relleno de seguridad. (3) El personal de la EPS – RS, y el de Cemento Andino S.A., que labora directamente en las actividades de manejo, almacenamiento de residuos sólidos recibieron capacitación teórica y práctica en temas que cubran aspectos legales y regulatorios, de buenas prácticas, riesgos asociados y respuestas al manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, debiendo mantenerse regularmente para asegurar el buen manejo de los residuos sólidos en Cemento Andino. También se recomienda lo siguiente: (1) La Sección

de Medio Ambiente y Seguridad debe difundir el Procedimiento de la Gestión de Residuos Sólidos al personal encargado de la manipulación de los residuos, así como al personal involucrado en la generación de residuos peligrosos y no peligrosos (personal de CASA y contratistas). (2) El reaprovechamiento implica obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye un residuo sólido; se consideran como técnicas de reaprovechamiento el reciclaje, rehusó y la recuperación, los cuales se deben de tener en cuenta en primer orden como parte de la reducción de los residuos a disponer. (3) Realizar talleres y capacitaciones en el proceso de sensibilización en el manejo y gestión adecuada de los residuos a todo el personal en pleno tanto de CASA como de contratistas quienes laboran en las diversas áreas y departamentos de la planta industrial de Andino.

## **2.2 BASES TEÓRICO - CIENTIFICAS**

La minería es una actividad económica muy importante en nuestro país; sin embargo conlleva el uso de grandes cantidades de recurso y genera una importante cadena de residuos líquidos y sólidos potencialmente tóxicos.

En líneas generales, para obtener el producto a comercializar es necesario extraer una gran cantidad de materiales estériles que, por motivos económicos, se disponen en las proximidades de la

explotación. Adicionalmente, para alcanzar la pureza o concentración requeridas para la puesta en mercado del producto deseado, se precisa someter la masa mineralizada extraída a una serie de procesos en los que se generan residuos.

### **2.2.1 Importancia de la Minería**

Los partidarios de la minería mencionan que ésta conlleva el desarrollo económico y reduce la pobreza, argumentan que las ventajas económicas radican en el aumento de ingresos para el gobierno, mejora de servicios y empleo en comunidades locales, y el aumento de la demanda de bienes y servicios como avance para la economía local<sup>2</sup>.

Las inversiones (mineras) traen consigo proyectos de largo plazo, la generación de infraestructura básica como caminos, drenaje, alumbrado y la infraestructura social como vivienda de calidad, escuelas, centros deportivos y hospitales<sup>3</sup>.

El sector minero es uno de los principales motores económicos de nuestro país. Su importancia radica en el conjunto de beneficios que se desprenden de esta actividad, como la generación de empleos, divisas, inversiones, el crecimiento en conjunto de esta actividad con su

---

<sup>2</sup> Fuente: Revista OnLine Catapa - <http://old.catapa.be/es/miner%C3%ADa/econ%C3%B3mico>

<sup>3</sup> Fuente: Anuario estadístico de minería de México 2011-2012

cadena de valor y la importante aportación al desarrollo cultural de nuestro país

### **2.2.2 Implicancias Ambientales de la Minería**

La minería es una actividad económica muy importante. La recuperación de metales a partir de las minas requiere de una serie de pasos desde el minado, reducción de tamaño hasta la recuperación de los metales. En cada uno de estos pasos una cadena de residuos es generada.

El proceso de minado tiene como objetivo extraer el mineral cuya concentración en la matriz pétreo permita la mejor recuperación con rendimiento económico, dejando atrás la mayor cantidad de mineral de grado inferior y tanta roca estéril como sea posible (a la concentración o contenido de mineral de interés económico en la roca se le denomina Ley). Esta distinción está directamente relacionada con la rentabilidad del proceso de extracción y el valor actual de los metales en el mercado. Por lo tanto la ley para un sitio generalmente varía respecto al tiempo.

Los diferentes procesos de la minería: fracturación física y métodos químicos de concentración, permiten la liberación de especies minerales contenidas en la matriz de roca original, estas especies

minerales contienen además de los metales con valor económico otros elementos asociados sin valor económico y algunos de ellos identificados como elementos potencialmente tóxicos.

### **2.2.3 Manejo de Residuos**

Para el manejo de los residuos se aplica una jerarquización, considerando la prevención y la reducción de ellos antes que su tratamiento y disposición final. En orden de preferencia, las opciones para el manejo de los residuos son las siguientes:

- Evitar: prácticas que evitan la generación de residuos.
  
- Minimización: reducir, reutilizar y reciclar. Reuso de materiales o energía. Incluye compostaje e incineración con recuperación de energía. Se pueden reutilizar y reciclar residuos como tambores, vidrio, papel, solventes, aceites y agua de proceso. El reuso y reciclaje es más efectivo si los residuos son separados lo más posible, ya que significa que hay menos contaminantes a eliminar antes de su reuso o reciclaje. A través de bolsas de residuos se puede promover que un residuo generado por una empresa sea utilizado por otro.
  
- Tratamiento: disminuir cantidad o peligrosidad de residuos, por ejemplo incineración sin recuperación de energía. Debería solo utilizarse si la factibilidad de las alternativas de reutilización y reciclaje

ha sido evaluada. El tratamiento puede resultar en una reducción de toxicidad o movilidad de contaminantes, o la extracción de un subproducto potencialmente valioso, generando así mayores alternativas para su disposición final.

- Disposición final: en instalaciones autorizadas, o sea rellenos sanitarios para residuos domiciliarios y rellenos de seguridad para residuos peligrosos. La disposición final consiste en el confinamiento definitivo de los residuos en un lugar determinado. Para el caso de los residuos domiciliarios y asimilables aplican los rellenos sanitarios, para los residuos peligrosos los depósitos o rellenos de seguridad. Para los residuos inertes una opción son los antiguos pozos de extracción de áridos para así recuperar estos terrenos y aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios.

## **2.2.4 Residuos Producto de la Actividad Minera**

### **Residuos por Tipo de Material**

- Aceros: de perforación, desgaste de equipos, inoxidable y revestimiento de chancado y molienda
- Aislantes
- Maderas
- Plásticos: cañerías, membranas
- Láminas de goma

- Vidrios
- Chatarra ferrosa
- Chatarra no ferrosa
- Ladrillos refractarios

Estos residuos generalmente no son considerados peligrosos.

### **Envases y Embalajes**

- Contenedores plásticos de 1 m<sup>3</sup> de capacidad
- Tambores metálicos y plásticos de distintos tamaños
- Embalajes de madera
- Sacos y maxisacos
- Envases spray
- Papeles y cartones

Estos envases y embalajes generalmente son considerados no peligrosos, con excepción de los envases spray.

### **Lubricantes y Reactivos Químicos**

- Ácidos usados
- Bases usadas
- Insumos y reactivos vencidos
- Refrigerantes

- Líquidos anticongelantes
- Lubricantes: aceites y grasas

Estos lubricantes y reactivos químicos generalmente son considerados residuos peligrosos.

### **Repuestos, Piezas y Partes**

- Artefactos
- Baterías (vehículos livianos y pesados)
- Correas transportadoras
- Polines
- Filtros industriales
- Luminarias
- Tubos fluorescentes
- Repuestos de vehículos
- Neumáticos (vehículos livianos y pesados)
- Asbesto

Algunos de estos residuos son considerados peligrosos, mientras que otros no lo son.

### **Residuos de Limpieza**

- Absorbentes

- Detergentes
- Solvente usado
- Trapos y huaipes

Estos residuos de limpieza son considerados peligrosos.

### **Residuos Provenientes de Derrames**

- Tierra contaminada

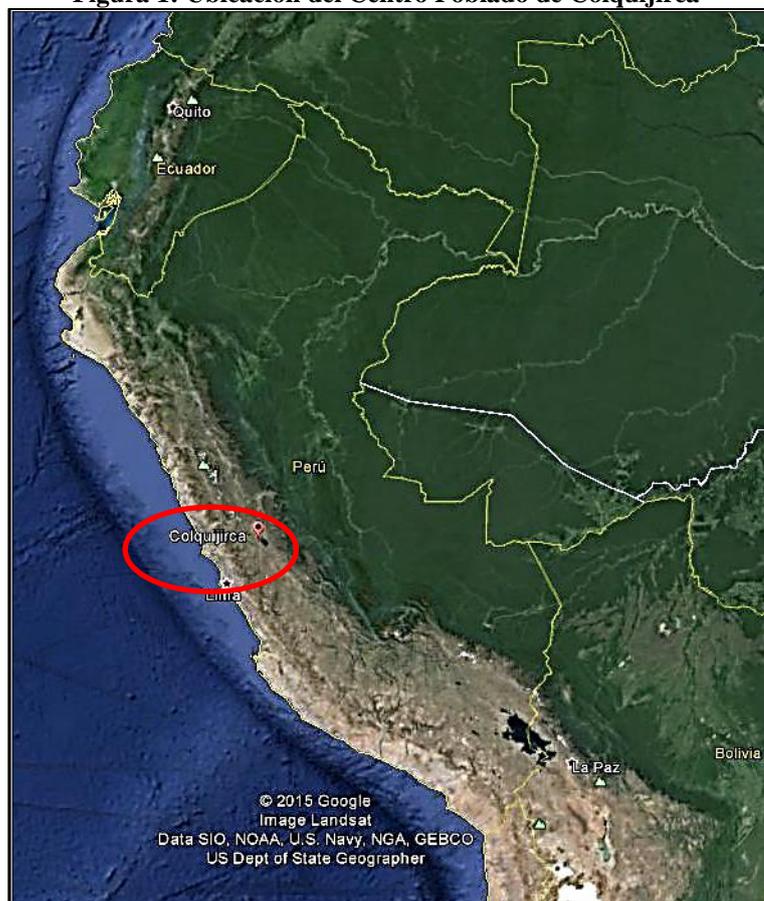
Dependiendo del tipo de contaminación, se considera residuo peligroso o no peligroso.

## **2.3 MARCO TEÓRICO CONTEXTUAL**

### **2.3.1 Área del Estudio**

La empresa especializada VyP MINING realiza sus operaciones en la Unidad Minera de Colquijirca de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., localizadas en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco, departamento y región de Pasco, Perú. Esta Unidad de Producción, se ubica geográficamente en la parte central del país a una altura de 4300 m.s.n.m.

**Figura 1: Ubicación del Centro Poblado de Colquijirca<sup>4</sup>**



Sus coordenadas geográficas que se tienen según Datum horizontal WGS – 84 son: 8'803,000 N a 8'806,000 N y 359,500 E a 361,000 E.

La accesibilidad es por la carretera central, distando 315 Km. desde la ciudad de Lima, y a 15 Km. de la ciudad de Cerro de Pasco.

---

<sup>4</sup> Fuente: Google Earth

**Figura 2: Vista Satelital de la Unidad de Producción de Colquijirca - Sociedad Minera El Brocal S.A.A.<sup>5</sup>**



### **2.3.2 Operaciones<sup>6</sup>**

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. en su unidad minera Colquijirca, Tinyahuarco – Cerro de Pasco, realiza sus operaciones de explotación bajo el método de tajo abierto en la mina denominada Tajo Norte y subterránea en la mina Marcapunta Norte.

Asimismo, las minas Marcapunta Oeste y San Gregorio constituyen los proyectos de exploración más importantes.

---

<sup>5</sup> Fuente: Google Earth

<sup>6</sup> Fuente: Página web de Sociedad Minera El Brocal: <http://www.elbrocal.pe>

**Fotografía 1: Distrito Minero de Colquijirca**



La mina Tajo Norte, es una operación a tajo abierto que explota minerales de contenido polimetálico, conformado principalmente por sulfuros de plata, plomo, zinc y cobre; constituido principalmente por galena, esfalerita y en menor proporción por galena argentífera, y enargita; y la ganga está constituida por pirita, baritina, hematina y siderita. La mineralización se presenta en capas paralelas a la estratificación, alternando con horizontes de calizas, margas y tufos que forman un sinclinal (Flanco Principal) y un anticlinal (Flanco Mercedes Chocayoc). A la fecha, se mantiene un ritmo de producción de 5,000 toneladas diarias con un radio de desbroce de 5.0.

**Fotografía 2: Tajo Norte de la Unidad de Producción Colquijirca**



La mina Marcapunta Norte, es una operación subterránea que explota minerales de cobre consistente principalmente de enargita y en cantidades menores de calcocita, calcopirita, tennantita, luzonita, colusita y bismutinita; y la ganga incluye principalmente pirita, cuarzo, alunita, caolinita y arcillas. La mineralización está alojada en rocas carbonatadas alternando con horizontes arcillosos y la geometría del yacimiento se presenta paralela a la estratificación. El nivel de producción diaria es de 4,000 toneladas.

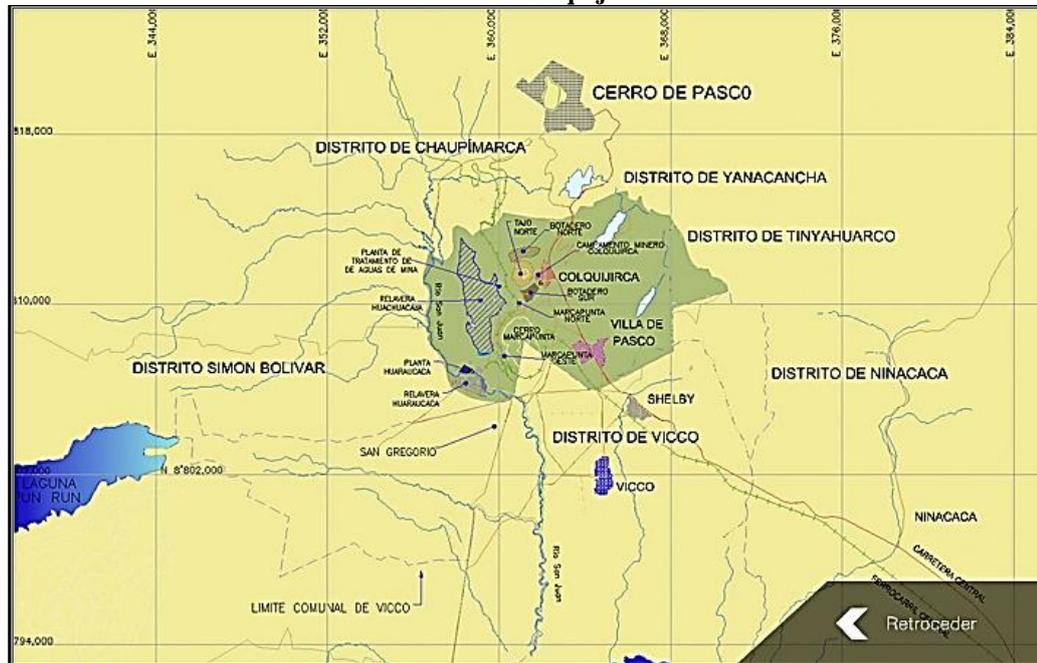
**Fotografía 3: Mina Marcapunta Norte de la Unidad de Producción de Colquijirca**



### **2.3.3 Proceso Minero Metalúrgico**

Sociedad Minera El Brocal, en su Unidad Minera de Colquijirca, explota su mina bajo el método de tajo abierto. El tajo se profundiza en bancos (plataformas) de seis metros de altura.

**Figura 3: Plano de ubicación de las operaciones minero metalúrgicas de la Unidad de Producción Colquijirca<sup>7</sup>**



El mineral polimetálico, se traslada a la Planta Concentradora Huaracaca y el desmonte se deposita en los botaderos correspondientes.

El área de Exploraciones mantiene como objetivo central, la búsqueda de nuevos yacimientos y mayores recursos minerales. Su éxito garantiza la continuidad de Sociedad Minera El Brocal y coadyuva al desarrollo de las poblaciones de su entorno.

El proceso minero metalúrgico puede observarse en la siguiente figura:

<sup>7</sup> Fuente: [www.elbrocal.pe](http://www.elbrocal.pe)

Figura 4: Proceso Minero Metalúrgico de la Unidad de Producción Colquijirca<sup>8</sup>



## Perforación y Voladura

Las perforadoras efectúan taladros de 6.5 metros de profundidad y 6.75” de diámetro en una malla de 5x5mts. Una vez perforado el terreno se colocan los explosivos, llevándose a cabo el proceso de voladura mediante el cual la roca queda removida.

<sup>8</sup> Fuente: [www.elbrocal.pe](http://www.elbrocal.pe)

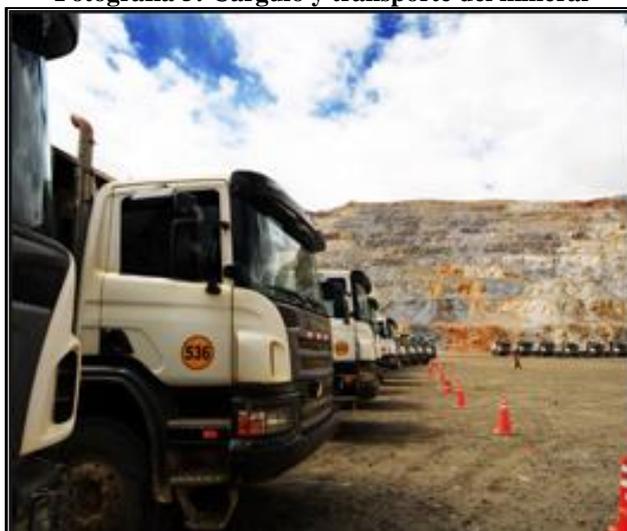
**Fotografía 4: Perforación y Voladura**



### **Carguío y Transporte de Mineral**

Diariamente se producen 6,000 TM de mineral, con leyes promedio de 6% Zn, 2.5% Pb y 3.8 Oz/TM-Ag, que son removidas por una excavadora que permite una mejor selectividad del mineral a transportar hasta la planta concentradora distante en 8 Km. mediante volquetes de 35 TM de carga útil.

**Fotografía 5: Carguío y transporte del mineral**



## **Carguío y Transporte de Desmante**

La extracción diaria promedio de desmante es de 42,000 TM. Para el carguío se emplea una pala con capacidad de cuchara de 10 m<sup>3</sup> y transportadas hasta el botadero distante en 1.8 Km. mediante camiones de 50 TM de carga útil.

**Fotografía 6: Carguío y transporte de desmante**



## **Chancado**

El material procedente del tajo es alimentado a un circuito de chancado de tres etapas donde se efectúa la trituración del mineral. El mineral ingresa a la planta con un tamaño inferior a 12" y es triturado en tres etapas de chancado, hasta ser reducido a ½ ". El producto del chancado es alimentado al circuito de molienda mediante una faja transportadora.

**Fotografía 7: Chancado**



### **Molienda**

El mineral chancado pasa por un proceso de molienda que se realiza en tres etapas hasta lograr una granulometría final de 74 micrones. La fracción fina del mineral es conducida al proceso de flotación.

**Fotografía 8: Molienda**



## **Flotación**

La pulpa obtenida de la molienda es alimentada en primer término a un circuito de flotación para obtener concentrados de Plomo / Plata y luego se pasa por un segundo circuito de flotación para obtener concentrados de Zinc / Plata. En esta fase se aplican los reactivos apropiados para lograr la separación deseada de los minerales.

**Fotografía 9: Flotación**



## **Espesado, Filtrado y Despachado**

Se procede a eliminar el máximo posible de humedad contenida en los concentrados de Plomo y de Zinc. Esto se logra a través de los procesos de espesado convencional y de filtrado mediante filtros de prensa. La producción diaria promedio es de 125 TM de concentrados de Plomo / Plata y de 450 TM de concentrados de Zinc / Plata, que son transportados mediante ferrocarril desde la planta hacia el puerto del Callao o a las refinerías de La Oroya y Cajamarquilla.

**Fotografía 10: Espesado, filtrado y despacho**



## **Relaves**

El residuo final de la planta que no posee contenidos valiosos de Zinc, Plomo ni Plata es dispuesto adecuadamente a fin de cuidar y proteger el medio ambiente. De ahí que el proceso termina con la disposición de los relaves generados por la Planta (4,425 TMD) en canchas específicamente diseñadas y construidas para asegurar su estabilidad física y química. El agua excedente de esta relavera es reciclada al proceso metalúrgico.

**Fotografía 11: Relaves**



#### **2.3.4 Empresa Especializada VyP MINING S.A.C<sup>9</sup>.**

V y P MINING S.A.C., es una empresa Peruana, especializada en ejecución de proyectos para los sectores de Minería, Petróleo, Industria, entre otros; ofrece sus servicios a diversas empresas del país, poniendo a disposición de sus clientes, un equipo de profesionales y técnicos especializados y de gran experiencia comprobada; de la misma manera dispone de una flota de equipos de última generación, la cual cuenta con los más altos estándares de mantenimiento.

La empresa especializada VyP MINING realiza Mantenimiento Mecánico de las áreas de chancado, molienda, flotación, espesado, filtrado y despachado y relaves en paradas de planta y diversos proyectos de mantenimiento mecánico. Mediante Ordenes de servicios ya que son trabajos a corto plazo.

#### **Misión**

Ser reconocida como la mejor empresa peruana en ejecución de Proyectos de Construcción e Ingeniería, brindando un servicio integral en los sectores: Minero, Energético e Industria, con la más avanzada tecnología y el personal calificado, de reconocida trayectoria

---

<sup>9</sup> Fuente: Página web empresarial: <http://vypmining.com/>

garantizando la seguridad, calidad, cumplimiento y protección del medio ambiente.

## **Visión**

Hacer de cada obra y/o servicio el mejor certificado de garantía, ofreciendo a nuestros clientes soluciones prácticas, viables y económicas.

## **2.4 MARCO LEGAL**

“Todas las operaciones mineras generan residuos”. Esta es la primera frase del Apéndice A - Documento de trabajo: Grandes volúmenes de residuos, del documento denominado Minería para el Futuro<sup>10</sup>. Si bien dicha frase puede ser aplicable a casi cualquier actividad humana, en el caso de las actividades mineras esta generación de residuos cobra, quizás, mayor relevancia puesto que los residuos propios de estas actividades tienen, por lo general, características de peligrosidad. En otras palabras, las actividades mineras generan, en grandes cantidades, residuos peligrosos.

Atendiendo a ello, una normatividad clara se hace no solamente importante, sino urgente. El propósito de este apartado es el de ilustrar respecto de conceptos y disposiciones legales generales existentes en

---

<sup>10</sup> Mining, Minerals and Sustainable Development, 2002, No. 31.

el Perú referidos al manejo de residuos sólidos aplicables a operaciones mineras, y luego analizar determinados conceptos específicos.

#### **2.4.1 Marco Legal General**

A continuación detallaremos las principales normas aplicables al manejo de residuos sólidos en actividades mineras:

##### **Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos<sup>11</sup>**

Este marco normativo, establece los mecanismos provistos por el estado para la adecuada gestión de los residuos sólidos, aplicables a la sociedad en su conjunto, dándose énfasis al reciclaje de los mismos, siempre en forma económica, sanitaria y ambientalmente adecuada.

##### **Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos<sup>12</sup>**

Esta norma entre sus objetivos busca minimizar la generación de residuos sólidos en el origen (viviendas, empresas, industrias, comercios, entre otros). La norma promueve también la recuperación y valorización de los residuos sólidos a través de procesos como el reciclaje de plásticos, metales, vidrios y otros, y la conversión de residuos orgánicos en compost o fuente de generación de energía, lo

---

<sup>11</sup> Decreto Ley 1278, publicada el 23 de diciembre de 2016.

<sup>12</sup> Decreto Supremo 014-2017-MINAM, publicado el 20 de diciembre de 2017.

cual impulsará una industria moderna del reciclaje, incluyendo a los pequeños recicladores en esta cadena de valor.

Cabe precisar que la autoridad competente en materia de gestión de residuos sólidos será el Ministerio del Ambiente y ya no la Dirección General de Salud – DIGESA.

### **Reglamento del Título Décimo Quinto del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, sobre el medio ambiente<sup>13</sup>**

Este reglamento de la Ley General de Minería establece el marco general de protección del medio ambiente en las actividades minero - metalúrgicas. Específicamente respecto de residuos, esta norma señala la obligación de que las operaciones de beneficio cuenten con un “sistema de colección y drenaje de residuos”.

### **Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos<sup>14</sup>**

Respecto de las actividades mineras, esta ley establece, como facultad específica del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el autorizar y fiscalizar el traslado de residuos peligrosos de minería.

---

<sup>13</sup> Decreto Supremo 016-93-EM, publicado el 1 de mayo de 1993.

<sup>14</sup> Ley 28256, publicada el 19 de junio de 2004.

Un tema de suma importancia en el manejo de residuos es la determinación de quién es la autoridad competente. Siguiendo lo establecido por la Ley Marco para el crecimiento de la Inversión Privada<sup>15</sup>, el artículo 6 de la Ley General de Residuos Sólidos señala que cada ministerio tiene competencia respecto de las actividades de su sector. En este orden de ideas, la gestión de residuos sólidos es regulada, fiscalizada y sancionada por cada ministerio. En el caso de las actividades mineras, el Ministerio de Energía y Minas es la autoridad competente.

No obstante ello, existen dos autoridades, principalmente, que también participan en la gestión de residuos sólidos: la Dirección General de Salud Ambiental y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La primera, participa en la aprobación de proyectos y sistemas de tratamiento y disposición final de residuos, así como fiscaliza a las empresas que prestan servicios de manejo de residuos sólidos. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tiene competencia en lo referido al transporte de residuos peligrosos, sin embargo en muchos casos, aún no ejerce competencia.

---

<sup>15</sup> Artículo 50 del Decreto Legislativo 757, publicado el 13 de noviembre de 1991.

#### **2.4.2 Legislación utilizada en el Plan de Gestión de Residuos Sólidos de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.**

La elaboración del Plan de Manejo de los Residuos Sólidos, se realiza en conformidad con la base legal aplicable la cual se detalla en el cuadro siguiente:

- Ley General del Ambiente (Ley 28611);
- Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos N° 1278.
- NTP 900.58 – 2005: Código de colores para el almacenamiento de residuo sólidos.
- Decreto Supremo N°040-2014-EM: Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero.
- Decreto Supremo N°053-2007-EM: Reglamento de ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.
- Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (Ley 28256)
- D.S. N° 045 – 2013 Reglamento que regula la comercialización y uso de Cianuro
- D.S. N° 001 – 2012 – Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

- Decreto Supremo N° 024 – 2016 – EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería y su modificatoria Decreto Supremo N° 023 – 2017 – EM.
- Ley sobre el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 27466)
- Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería (Decreto Supremo 014 – 92 – EM)
- Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades Mineras (Decreto Supremo 016 – 93 – EM).
- Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana (Resolución Ministerial 304 – 2008 – MEM/DM)
- Competencia y opinión de INRENA (Decreto Supremo 056 – 97 – PCM, Decreto Supremo 061 – 97 – PCM y Decreto Supremo 038 – 2001 – AG).
- Norma Técnica de Manejo de Residuos Hospitalarios NT – MINSA (2004)
- Norma Técnica Peruana Gestión de Residuos Sólidos, Código de Colores para los Dispositivos de Almacenamiento de Residuos (NTP 900.58 – INDECOPI)
- Sistema Metropolitano de Gestión de Residuos Sólidos (Ordenanza del Consejo Metropolitano de Lima N° 295/MML)
- Convenio de Basilea. Resolución Legislativa N° 26234 (5 Mayo de 1992)

- Reglamento para la disposición de Residuos mediante el empleo del método del relleno sanitario (D.S N° 6 – STN – 1964)
- Resolución Ministerial N° 217 – 2004/MINSA: Norma Técnica: Procedimiento para el manejo de residuos sólidos hospitalarios (2004).
- Requisito 4.4.6 de la Norma ISO 14001:2004
- Requisito 4.4.6 de OHSAS 18001:2007

## **2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

**Área de almacenamiento temporal de residuos.** Espacio destinado a la disposición temporal de residuos, el que obedece a disposiciones técnicas de almacenamiento (clasificación, empaque, etc.). Está formado por un conjunto de celdas debidamente identificadas de acuerdo al tipo de residuo.

**Comercialización de residuos.** Es el proceso o acción de vender un producto reaprovechable total o parcialmente.

**Contenedor.** Recipiente portátil en el cual un residuo es almacenado, transportado o eliminado.

**Disposición Final.** Proceso u operación para tratar o disponer en un lugar apropiado los residuos sólidos, como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

**Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos (EC-RS).** Persona Jurídica que desarrolla actividades de comercialización de residuos sólidos para su reaprovechamiento.

**Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS).** Persona jurídica que presta servicios de residuos sólidos mediante una o varias de las siguientes actividades: limpieza de vías y espacios públicos, recolección y transporte, transferencia, tratamiento o disposición final de residuos (peligrosos y no peligrosos).

**Estación de Transferencia.** Instalación de manejo de residuos ubicada al interior de la empresa, cuya función es dar un almacenamiento transitorio de los residuos para su posterior envío a un destino final apropiado, ya sea dentro de las instalaciones de la empresa o a instalaciones externas. Puede incluir actividades de segregación o tratamiento previo.

**Estrategia Jerarquizada.** Priorizar las alternativas para el manejo de los residuos desde el punto de vista ambiental. Establece que la mejor

alternativa es prevenir, evitando la generación de un residuo, si no es posible evitar un residuo se debe buscar su minimización, si no es posible minimizar se debe buscar su tratamiento, quedando como última opción, la disposición final del residuo.

**Gestión Ambiental.** Proceso permanente y continuo constituido por el conjunto estructurado de principios, normas técnicas y actividades, orientados a administrar los interés, expectativas y recursos relacionados con la actividad minera y los objetivos de la Política Nacional del Ambiente, para alcanzar así una mejor calidad de vida y el desarrollo integral de la población, el desarrollo de las actividades económicas y la conservación del patrimonio y natural del país.

**Gestión de Residuos Sólidos.** Actividad de planificación, coordinación, diseño, evaluación y aplicación de políticas, estrategias y programas de acción de manejo apropiado de residuos.

**Manejo de Residuos.** Toda actividad técnica operativa que implique manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final de los residuos o cualquier otro procedimiento operativo, utilizado desde la generación hasta la disposición final.

**Minimización.** Acción de reducir al mínimo la cantidad y peligrosidad de los residuos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento o método utilizado en la actividad generadora.

**Plan de Manejo Ambiental (PMA).** Documento que describe anticipadamente el proyecto o servicio donde se identifican los aspectos e impactos ambientales y se propone la forma de gestión y ejecución durante el desarrollo de las actividades de un proyecto. Está basada en los diseños de construcción, operación y cierre considerados en los instrumentos ambientales aprobados previamente por la autoridad minera.

**Reaprovechar.** Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo.

**Reutilización.** Toda actividad que permita reaprovechar directamente el bien, artículo o elemento que constituye el residuo con el objeto de que cumpla el mismo fin para el que fue elaborado originalmente.

**Reciclaje.** Toda actividad que permite reaprovechar un residuo mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines.

**Recuperación.** Toda actividad que permita reaprovechar partes de sustancias o componentes que constituyen el residuo.

**Relleno Sanitario.** Instalación de eliminación de residuos sólidos en la cual se disponen los residuos sólidos domiciliarios y asimilables, diseñada, construida y operada para minimizar molestias y riesgos a la salud de la población y daño para el medio ambiente, en la cual los residuos son compactados en capas y cubiertas con material de cobertura a lo menos al final de cada día de operación.

**Relleno de Seguridad.** Instalación de eliminación de residuos en el cual se disponen los residuos peligrosos, con o sin tratamiento previo, diseñada, construida y operada para minimizar molestias y riesgos a la salud de la población y daño para el medio ambiente.

**Residuos Sólidos.** Son aquellas sustancias, productos o sub productos en estado sólido o semi sólido; de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos potenciales a la salud y el ambiente; para ser manejados a través de un sistema.

**Residuo Peligroso.** Residuo o mezcla de residuos que puede presentar riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio

ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto como consecuencia de presentar alguna característica de toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad por lixiviación, inflamabilidad, reactividad o corrosividad.

**Residuo No Peligroso.** Son aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no presentan riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente.

**Residuo Minero Masivo.** Residuo que provenga de las operaciones de extracción, beneficio o procesamiento de minerales: estériles, minerales de baja ley, residuos de minerales tratados por lixiviación, relaves y escorias.

**Segregación.** Acción de agrupar determinados residuos de acuerdo a sus características físicas, para ser manejados de forma ambientalmente segura.

**Transportista.** Propietario de un vehículo que efectúa el transporte de residuos o la persona que lo ejecute si aquel fuera desconocido o de difícil determinación.

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

**Valorización.** Actividad que implica la obtención de un recurso mayor a la simple disposición del residuo. Entre ellas destaca reutilizar, reciclar, tratar con recuperación de energía, producción de compost u otra que genere un producto.

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1 Tipo de la Investigación.**

Por su naturaleza, esta investigación es del tipo no experimental y/o sin intervención, ya que no se posee un control directo sobre la variable independiente porque ya han ocurrido los hechos. Algunos autores denominan a este tipo de investigaciones como Ex Post Facto ya que los cambios en la variable independiente ya ocurrieron y se ha tenido que limitarse a la observación de situaciones ya existentes dada la incapacidad de influir sobre las variables y sus efectos<sup>16</sup>.

##### **3.1.2 Métodos de la Investigación**

---

<sup>16</sup> Fuente: Sampieri Hernández, Roberto – “Metodología de la Investigación”.

El nivel de la presente investigación es de carácter descriptivo; debido a que, ante una situación dada, como es el manejo de residuos sólidos por parte de la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A., se ha descrito los procesos sin influir en sus variables, para obtener una visión general del tema, es decir la eficiencia de su manejo.

### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población lo constituyen el volumen de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos que asciende aproximadamente a 735.188 toneladas el año 2017 según los datos suministrados por el área de Asuntos Ambientales de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Respecto a la muestra, esta se trabajó de manera aleatoria, es decir una muestra no probabilística, tomando en cuenta los volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos generados en los meses de mayo y julio del año 2017.

### **3.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1 Técnicas de Recolección de Datos**

##### **Observación**

Esta técnica consistió en la indagación en el área de estudio, de tal forma que nos permitió identificar el problema y buscar alternativas de solución.

### **Recopilación Bibliográfica de la Información**

Mediante esta técnica se usó la data de algunas investigaciones, trabajos y experiencias a nivel nacional y regional de cómo se afrontó la problemática. Así mismo, se recopiló textos relacionados al tema de investigación.

#### **3.3.2 Técnicas de Análisis de Datos**

Al ser una investigación cualitativa, se han utilizado las siguientes técnicas:

#### **Preparación y descripción del Material**

Esta técnica permitió preparar la base documental completa y fácilmente accesible. Dicha información cumplió con las características de ser detectable (saber que existe), ubicable (dónde se encuentra) y trazable (dónde y cómo se obtuvo).

#### **Reducción de los Datos**

Bajo esta técnica se ha reducido el volumen de los datos, despejando los componentes de interés para la investigación, mediante

la redacción de resúmenes, que permitió la identificación de los conceptos más relevantes y cómo se relacionan entre sí.

### **Elección y Aplicación del Método de Análisis**

Con esta técnica se procedió a la interpretación de los datos utilizando el método de emparejamiento para detectar “patrones” a partir de los datos previamente organizados. Con dicho método, se comparó una configuración teórica predicha con una configuración empírica observada (en este caso la normatividad vigente en residuos sólidos)

### **Análisis transversal**

Se utilizó para verificar si hay replica de resultados entre varios casos o situaciones.

## **CAPÍTULO IV**

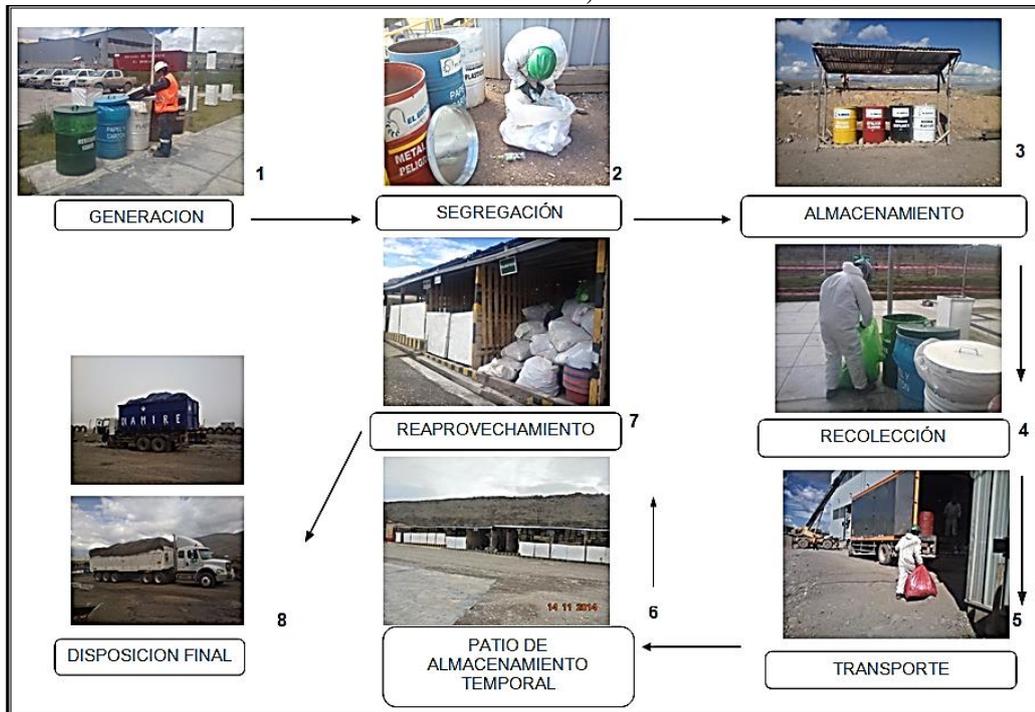
### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

##### **4.1.1 Manejo de Residuos Sólidos por VyP MINING S.A.C.**

Las etapas del Manejo de los Residuos Sólidos implementados por VyP MINING S.A.C. según el Plan de Manejo Ambiental en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. son mostradas en el siguiente diagrama funcional, de acuerdo a la NTP 900.58, Norma Técnica Peruana Gestión de Residuos Sólidos, refrendada por el Instituto de Defensa del Consumidor y Propiedad Intelectual – INDECOPI.

**Diagrama 1: Manejo de Residuos Sólidos en función a lo establecido en la Norma Técnica Peruana Gestión de Residuos Sólidos, NTP 900.58-INDECOPI**



### A. Generación

Los residuos generados por las diversas áreas producto de las actividades son dispuestos de acuerdo a un código de colores dando cumplimiento al marco legal de una forma sanitaria y ambientalmente adecuada.

Durante el año en estudio, se ha realizado capacitaciones en la temática de manejo de residuos sólidos dando prioridad a los conceptos de reutilización y reciclaje de residuos generando una conciencia de responsabilidad ambiental en la generación de residuos.

**Fotografía 12: Generación de Residuos Sólidos como metales (repuestos de componentes de cajón de celda)**



## **B. Segregación**

Esta actividad es realizada en el lugar donde se genera el residuo. El año 2017, se continuó con el rol de segregación de residuos desde la generación, almacenamiento y disposición temporal; se realizó la separación de celdas codificadas de acuerdo a la compatibilidad de residuos tanto para residuos peligrosos como para residuos no peligrosos en el área del patio de almacenamiento temporal de residuos.

De la misma manera, se continua implementando estaciones y puntos de acopio con cilindros metálicos y plataformas de concreto para mejorar la segregación de residuos en las diferentes áreas de la zona industrial, oficinas y campamentos de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., la codificación de los dispositivos (cilindros y plataformas) se

realiza de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 900.58 – INDECOPI que está establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, Decreto Supremo N° 024 – 2016 – EM.

Figura 5: Codificación de Colores utilizado en la Unidad Minera durante el 2017 para el Manejo de Residuos<sup>17</sup>

**EL BROCAL**  
Sociedad Anónima E. Especial S.A.A.

**CÓDIGO DE COLORES PARA LA CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN LA NTP 900.058-2005 / DS 055-2010-EM**

**«CADA RESIDUO EN SU SITIO»**

METÁLICOS	VIDRIO	PAPEL Y CARTÓN	PLÁSTICO	ORGÁNICOS	GENERALES	PELIGROSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>LATAS</li> <li>TUBERIAS DE HIERRO</li> <li>POLINES</li> <li>BOLAS DE MOLINO.</li> <li>BARRENOS</li> <li>BROCAS</li> <li>RODAMIEN TOS</li> <li>CABLES</li> <li>ALUMINIO</li> <li>CABLES COBRE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>VASOS</li> <li>ROTOS</li> <li>BOTELLAS</li> <li>LUNAS</li> <li>CRISTALES</li> <li>CERAMICA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ENVALAJES</li> <li>ENVOLTURAS DE PAPEL</li> <li>PAPEL RECICLADO</li> <li>CAJAS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RETAZOS DE TUBERIAS</li> <li>RETAZOS DE GEOMEMBRANA</li> <li>RECIPIENTES</li> <li>MANGUERAS</li> <li>FAJAS DE JEBE EN DESUSO</li> <li>BOTELLAS Y BOLSAS DE PLASTICO</li> <li>JEBS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RESTOS DE COMIDA</li> <li>CÁSCARAS DE FRUTA, VERDURAS Y SIMILARES.</li> <li>RESTOS DE JARDINERÍA</li> </ul>	<p>TODO LO QUE NO SE PUEDE RECICLAR Y NO SEA CATALOGADO COMO RESIDUO PELIGROSO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>RESTOS DE LIMPIEZA</li> <li>TRAPOS DE LIMPIEZA</li> <li>ENVOLTURAS DE LOS PRODUCTOS Y GOLOSINAS, ETC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PILAS Y BATERIAS</li> <li>CARTUCHO DE TINTA</li> <li>ENVASES DE REACTIVOS</li> <li>FLUORESCENTES</li> <li>FILTROS DE ACEITE</li> <li>FILTROS DE AIRE</li> <li>TRAPOS CONTAMINADOS</li> <li>ENVASES DE PINTURA</li> <li>GRASA INDUSTRIAL</li> <li>EPPs USADOS.</li> </ul>

**«SEPARAR PARA RECICLAR»**

Fotografía 13: Uso de cilindros para los residuos solidos

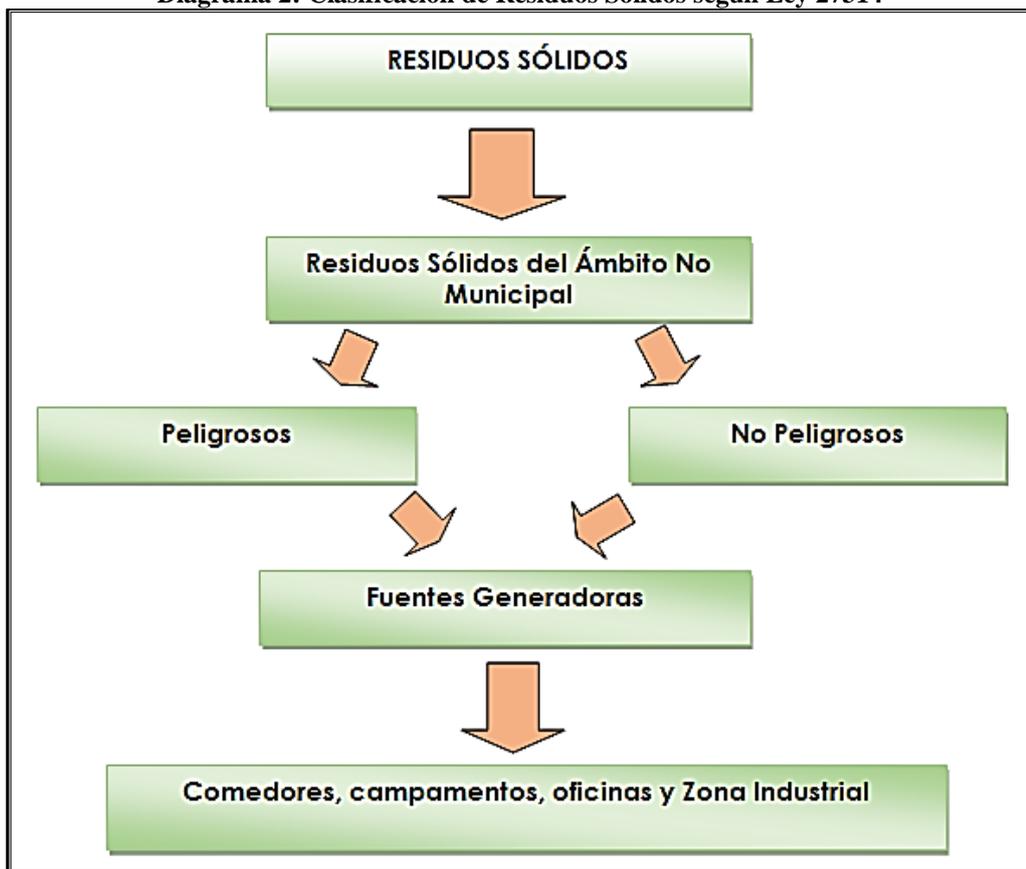


<sup>17</sup> Fuente: NTP 900.58-2005

## Clasificación de Residuos

VyP MINING S.A.C. clasifica los residuos de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. según el grado de peligrosidad en peligrosos y no peligrosos, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, D.S N° 024 – 2016 – EM , NTP 900.58 y el Convenio de Basilea, ha definido y clasificado los residuos de la siguiente manera:

Diagrama 2: Clasificación de Residuos Sólidos según Ley 27314



**Fotografía 14: Clasificación de los residuos sólidos in situ**



### **Residuos No Peligrosos:**

Aquellos residuos domésticos y/o industriales que por su naturaleza y composición no tienen efectos nocivos sobre la salud de personas, los animales y las plantas, por lo que no deterioran la calidad del medio ambiente. Podemos citar los siguientes: Restos de alimentos, plásticos, papel, cartón, latas, vidrios.

En lo que respecta a Sociedad Minera El Brocal S.A.A. se tiene los siguientes residuos de este tipo y su respectiva disposición durante el año 2017:

**Cuadro 1: Clasificación de Residuos Sólidos No Peligrosos y su disposición final 2017**

<b>Residuos No Peligrosos</b>			
<b>Residuos</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Fuente Generadora</b>	<b>Disposición Final</b>
Restos de comida	Orgánicos	Comedores	Relleno Sanitario PETRAMAS
Plásticos (botellas)	Plástico	Campamento, comedores y oficinas	Plantas de Reciclaje
Tubos de PVC	Plástico	Mina, planta y campamentos	Plantas de Reciclaje
Plásticos duros (galones y baldes)	Plástico	Campamento, comedores	Plantas de Reciclaje
Papel bond	Papel	Oficinas	Plantas de Reciclaje
Cartones	Cartón	Campamento, comedores	Plantas de Reciclaje
Botellas de vidrio	Vidrio	Campamento, comedores	Plantas de Reciclaje
Lunas y parabrisas rotas	Vidrio	Campamento, comedores, mina	Plantas de Reciclaje
Costales	Comunes	Campamento, comedores, mina	Relleno Sanitario PETRAMAS
Sogas en desuso	Comunes	Planta	Relleno Sanitario PETRAMAS
Envolturas de golosina	Comunes	Campamento, comedores, oficina	Relleno Sanitario PETRAMAS
Residuos del barrido	Comunes	Campamento, comedores, oficina	Relleno Sanitario PETRAMAS
Maderas en desuso	Comunes	Almacén	Relleno Sanitario PETRAMAS
Retazos de jebes y geomembranas	Comunes	Planta	Relleno Sanitario PETRAMAS
Envases de tecnopor	Comunes	Comedores	Relleno Sanitario PETRAMAS
Latas de leche y conservas	Metálicos	Comedores	Plantas de Reciclaje
Piezas metálicas	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ
Pernos	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ
Virutas metálicas	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ
Fierros corrugados en desuso	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ
Alambres en desuso	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ
Retazos de calaminas	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ
Zarandas y mallas metálicas	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ
Cilindros metálicos	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ
Clavos doblados	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ
Cables eléctricos	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ
Chatarra pesada	Metálicos	Mantenimiento mecánico, mina y planta	Fundición SIDERPERÚ

### **Residuos Peligrosos:**

Según la NTP 900.58-2005 define los residuos peligrosos como:  
“Son aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente.

Se consideran peligrosos los residuos que presentan por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.

Durante el año 2017 se manejó un código de colores en concordancia al código de colores establecido en el Decreto Supremo N° 024-2016- EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, el mismo que se rige a lo establecido en la Norma Técnica Peruana NTP.900.58-2005-INDECOPI.

El año 2017, se ha tenido la clasificación y manejo de los siguientes tipos de residuos de este tipo de clasificación:

**Cuadro 2: Clasificación de Residuos Sólidos Peligrosos y su disposición final 2017**

<b>Residuos Peligrosos</b>			
<b>Residuos</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Fuente Generadora</b>	<b>Disposición Final</b>
Equipos electrónicos	Peligrosos	Comedores, campamento, oficinas, planta y mina	Relleno de seguridad
EPPs usados	Peligrosos	Área de seguridad	Relleno de seguridad
Filtros usados (aceite, aire y combustible)	Peligrosos	Mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Residuos químicos de laboratorio (copelas)	Peligrosos	Laboratorio químico	Relleno de seguridad
Costales contaminados	Peligrosos	Área de geología	Relleno de seguridad
Lonas y mantas contaminados	Peligrosos	Planta concentradora	Relleno de seguridad
Bolsas de cemento	Peligrosos	Planta, mina	Relleno de seguridad
Fluorescentes y luminarias	Peligrosos	Comedores, campamento, oficinas, planta y mina	Relleno de seguridad
Envases de tinner	Peligrosos	Planta, mina y mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Envases de aditivos vencidos	Peligrosos	Mina	Relleno de seguridad
Envases plásticos de químicos	Peligrosos	Laboratorio químico	Relleno de seguridad
Latas vacías de pintura y spray	Peligrosos	Planta, mina y mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Bolsas de sulfato de cobre y sika	Peligrosos	Planta concentradora	Relleno de seguridad
Bolsas vacías de productos químicos (costales de Metasulfito, Xanfatao)	Peligrosos	Planta concentradora	Relleno de seguridad
Costales de reactivos (vacíos)	Peligrosos	Planta concentradora	Relleno de seguridad
Residuos biocontaminados	Peligrosos	Centro de salud	Relleno de seguridad
Tierra contaminada	Peligrosos	Planta, mina y mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Residuos hospitalarios	Peligrosos	Centro de Salud	Relleno de seguridad
Envases vacíos de productos químicos (ácido clorhídrico, nítrico)	Peligrosos	Laboratorio químico	Relleno de seguridad
Bolsas y sacos de cal y soda caustica	Peligrosos	Planta concentradora	Relleno de seguridad
Madera contaminada	Peligrosos	Planta concentradora, mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Bolsas de muestra de concentrados	Peligrosos	Área de geología	Relleno de seguridad
Baterías	Peligrosos	Mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Balde de fijador	Peligrosos	Laboratorio químico	Relleno de seguridad
Tropos y waypes contaminados con hidrocarburos	Peligrosos	Planta concentradora, mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Residuos contaminados con hidrocarburos (EPPs, cartón, plástico)	Peligrosos	Planta concentradora, mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Jebes contaminados con hidrocarburos	Peligrosos	Mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Grasas industriales usadas	Peligrosos	Planta concentradora, mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Mangueras de aceite usados	Peligrosos	Planta concentradora, mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Chatarra contaminada con grasa	Peligrosos	Planta concentradora, mantenimiento mecánico	Relleno de seguridad
Envases de Cianuro	Peligrosos	Planta concentradora	Relleno de seguridad
Cilindro de breá en desuso	Peligrosos	Planta concentradora, mantenimiento mecánico y mina	Relleno de seguridad
Cartuchos de tinta, tóner, cinta	Peligrosos	Oficinas y área de logística	Relleno de seguridad
Cajas de cartón con restos de explosivos	Peligrosos	Perforación, carguío, transporte de mineral	Relleno de seguridad
Lonas, llantas y caucho	Peligrosos	Planta concentradora, mantenimiento mecánico y mina	Relleno de seguridad
Aceite residual	Peligrosos	Planta concentradora, mantenimiento mecánico y mina	Plantas de reciclaje

### **C. Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos**

Se cuenta con el plano de los puntos y estaciones de acopio de las diferentes áreas de la unidad minera, zona industrial, comedores y campamentos, así como en tajo e interior mina.

Todas las estaciones de acopio habilitadas se encuentran bajo las siguientes condiciones: orden y limpieza, techado para evitar contacto con las lluvias, plataforma compuesta por loza de concreto, contenedores con tapa y bolsas, rotulado o codificados, letreros de acuerdo al código de colores.

De la misma manera, los puntos de acopio se encuentran bajo las siguientes condiciones: orden y limpieza, señalizados, codificados, plataformas de concreto.

Constantemente se evalúa el número de contenedores y plataformas a implementar, de acuerdo a la cantidad y tipo de residuos generados en el punto.

El año 2017, se terminó de implementar estaciones de acopio con contenedores metálicos pintados y codificados de acuerdo a la clasificación de residuos según Norma Técnica Peruana NTP 900.58 – INDECOPI que está establecido en el Reglamento de Seguridad y

Salud Ocupacional en Minería, Decreto Supremo N° 024 – 2016 – EM; los cuales se habían iniciado el año 2017.

Al mismo tiempo, se aprovecharon cajas de madera en desuso para mejorar el almacenamiento de cajas de cartón ayudando a reducir el número de veces a recolección de residuos en determinadas estaciones de acopio.

#### **D. Recolección Selectiva y Transporte**

##### **Recolección Selectiva**

El servicio de recolección de residuos sólidos es realizado por VyP MINING S.A.C. cumpliendo con los procedimientos de manejo y el programa de recolección de residuos establecido para Sociedad Minera El Brocal S.A.A. Para realizar estas actividades de recolección, la empresa especializada proporciona al personal los implementos de seguridad necesarios, para evitar cualquier riesgo a la salud. Así mismo en el medio de transporte se cuenta con herramientas para la adecuada limpieza y recolección de residuos sólidos.

##### **Transporte Interno**

El transporte interno de los Residuos Peligrosos también es realizado por VyP MINING S.A.C., contando con una unidad móvil que

presta el servicio de recolección y transporte de los residuos peligrosos generados en los distintos puntos y estaciones de acopio.

El transporte interno de Residuos No Peligrosos es realizado por Sociedad Minera El Brocal S.A.A. a través de 02 volquetes de 15 TN de capacidad, prestando los servicios de recolección y transporte de los residuos no peligrosos generados en los distintos puntos y estaciones de acopio.

Todas las unidades móviles cuentan con las herramientas e implementos de seguridad necesarios para realizar el transporte interno.

### **Transporte Externo**

El transporte externo de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos es realizado por la Empresa Prestadora de Servicio de Residuos Sólidos DIAMIRE y MADSAC para casos específicos de residuos metálicos, el transporte externo de residuos peligrosos Líquidos es realizado por la Empresa Prestadora de Servicio de residuos sólidos INVERSIONES CARMEN EDITH SAC, la misma que se encuentran registradas ante la DIGESA.

El supervisor del Manejo de residuos y encargado de la administración del Patio de Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., verifican que el personal que evacuará los residuos peligrosos cuente con todos los equipos de protección personal adecuados. Así como también es el encargado de la entrega y recepción de manifiestos y certificados que acrediten que se realizó la disposición final de estos residuos.

#### **E. Patio de Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos**

Los residuos sólidos recogidos son trasladados a depósitos y/o canchas temporales destinadas para su acopio temporal, para luego ser enviados a su reaprovechamiento o disposición final.

El patio de almacenamiento temporal de residuos sólidos se encuentra ubicado en la localidad de Colquijirca donde se almacenan los residuos peligrosos y no peligrosos generados por Sociedad Minera El Brocal S.A.A., dichos residuos se almacenan de acuerdo a las características físicas y químicas en depósitos debidamente señalizados para su correcta disposición.

Se realizó la clasificación de residuos metálicos, residuos reciclables (papel y cartón, latas de aluminio y botellas de plástico),

residuos generales y residuos peligrosos (residuos oleosos, residuos inflamables, residuos tóxicos, residuos eléctricos electrónicos).

### **Cancha de Chatarra – Residuos Metálicos**

La superficie del área de almacenamiento temporal de residuos metálicos, se encuentra con plataformas de concreto, techado y señalizada.

Estos residuos son evacuados por una empresa especializada contratada y supervisada por la Sociedad Minera El Brocal S.A.A., de acuerdo a un programa establecido. Luego de recolectar los residuos metálicos de la zona industrial son pesados y luego trasladados para su almacenamiento temporal en la cancha de chatarra mediante el formato preestablecido.

### **Cancha de Residuos Reciclables**

- *Celdas de botellas de plástico y latas de aluminio:* este tipo de residuos se generan en los comedores, campamentos y oficinas administrativas de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
- *Celdas de residuos de cartón:* este tipo de residuos se generan en los comedores, campamentos, mina y área de logística de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. Para disminuir el volumen y espacio que ocupa este residuo, se implementó una máquina compactadora para ello.

## **Depósito de Residuos Peligrosos**

El depósito de residuos peligrosos, se encuentra techada, cercada, ventilada y señalizada prestando los medios seguros para el almacenamiento del tipo de residuo mencionado.

Los Residuos Peligrosos al ser trasladados al patio de almacenamiento temporal de residuos son depositados en celdas divididas de acuerdo a la compatibilidad, características físicas y químicas que ellos poseen.

- *Residuos Oleosos*: Los residuos de aceite, combustibles, lubricantes o de naturaleza oleosa, son dispuestos temporalmente en contenedores (cilindros), destinados para este fin y en buen estado de conservación. Estos contenedores cuentan con tapas herméticas y no se llenan más de las tres cuartas partes de su capacidad. El área de almacenamiento temporal de residuos oleosos esta techado, señalizado, con un sistema contra incendios, un kit contra derrames (paños o barreras oleofílicas), hojas de seguridad (MSDS) además de los procedimientos y planes de contingencia sobre manejo de residuos.

- *Baterías Usadas*: Las baterías usadas son dispuestas en una celda especial dentro de área de almacenamiento temporal de residuos

peligrosos, disponiéndolas según los tipos y dimensiones. Nunca son dispuestas una sobre otra, las baterías se disponen sobre parihuelas de madera en bandejas de geomembrana evitando el contacto directo con el sistema de contención.

- *Residuos Impregnados con Hidrocarburos/Químicos*: Los trapos, paños absorbentes, envases plásticos de lubricantes y material contaminado con aceites, lubricantes, combustibles, solventes o químicos en general son acopiados en los cilindros de color rojo, señalizado como “Impregnados con hidrocarburos/químicos”. Una vez que estos cilindros se encuentren llenos, son trasladados al área de almacenamiento temporal de residuos, para finalmente ser dispuestos en un relleno de seguridad fuera de la unidad minera, a través de una EPS-RS.

- *Envases de Cianuro de Sodio (NaCN)*: Las bolsas o cilindros vacíos de NaCN son manejados en coordinación entre la Superintendencia de Procesos Metalúrgicos y la Superintendencia de Asuntos Ambientales. Las bolsas y cilindros vacíos de cianuro son lavados, compactados y depositados en el almacén temporal de envases de cianuro de sodio (planta concentradora), y posteriormente ser internados al área de almacenamiento temporal de residuos, a través del registro de internamiento de residuos.

- *Tubos Fluorescentes*: Los tubos fluorescentes usados son dispuestos en un contenedor de color rojo con franja amarilla. El personal que reemplaza los fluorescentes deteriorados, envolverá con papel o cartón el descartado, con el objeto de evitar roturas de los mismos disponiéndolos luego en el cilindro o contenedor de color rojo con franja amarilla (residuos metálicos peligrosos). Para el caso del personal de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A., existen dos (02) puntos de acopio para fluorescentes usados, uno en Colquijirca (Vigilancia) y otro en Huaraucaca (Taller Eléctrico). El Jefe de Mantenimiento Eléctrico coordinará con el Jefe de Asuntos Ambientales, el recojo de estos residuos y su internamiento en el patio temporal de residuos sólidos.

- *Residuos Aceite Dieléctrico*: Este residuo se genera esporádicamente en los transformadores de media tensión. El cambio de aceite dieléctrico de los transformadores lo realiza una empresa de servicio, que se compromete, a través de una Carta de Intención de Buen Uso y se responsabiliza por cualquier contingencia que pueda presentarse. En el caso que el personal de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. efectúe el cambio de este aceite, el personal de Mantenimiento Eléctrico, procede a entregar el aceite dieléctrico residual a la Superintendencia de Asuntos Ambientales para su

posterior internamiento en Patio de Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos y su disposición final mediante tratamiento con una EPS-RS.

- *Residuos de Laboratorio Químico*: Los residuos que resultan del ataque de muestras, precipitados de análisis de concentrados, cenizas, escorias, reactivos contaminados, malogrados o vencidos, deberán almacenarse en el cilindro de color rojo: “Residuos Metálicos Peligrosos”, el cuál una vez lleno, deberá entregarse al Departamento de Asuntos Ambientales para su disposición final como residuos peligrosos fuera de la unidad minera. Los envases de productos químicos antes de ser dispuestos al contenedor son previamente lavados por el personal de laboratorio y luego trasladados al almacenamiento de residuos para su posterior internamiento en el Depósito de Residuos Peligrosos.

- *Residuos Eléctricos y Electrónicos*: Los residuos se generan como resultado del mantenimiento, diagnóstico de baja y reparación de los equipos informáticos, equipos de comunicación y controles electrónicos, serán centralizados en el área de sistemas y comunicaciones, quien almacenará los residuos en un contenedor acondicionado y rotulado para su debida identificación. El área de Sistemas y Comunicaciones es responsable de la entrega de los

residuos electrónicos al Área de Asuntos Ambientales, lo que se formalizará a través del llenado del registro de internamiento.

- *Cartuchos de Tinta y Tóners*: Estos residuos se generan como resultado del proceso de impresión, que agota los cartuchos de tinta y tóners, convirtiéndolos en residuos, cuyo manejo se realiza de la siguiente manera: (i) Todos los puntos de generación de este tipo de residuo puede ser entregado al área de logística y Oficina de Sistemas y Comunicaciones; (ii) Los Jefes de ambas áreas serán responsables de la entrega de los cartuchos y tinta de tóners residuales al área de Asuntos Ambientales, lo que se formalizará a través del llenado del registro de internamiento o se depositarán en los cilindros de color rojo para luego ser recolectados y depositados en el Patio de Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos.

### **Características del Patio de Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos Peligrosos**

- Ubicación en un lugar estable, alejado de la zona industrial y campamento, en plataformas de concreto alejado de drenajes naturales.

- El Depósito de Residuos Industriales Peligrosos e inflamables se encuentra señalizado y fuera de fuentes de calor, chispas, flama u otro método de ignición.

- Ubicados en áreas ventiladas.
- Para el depósito de residuos peligrosos, y de aceites usados, se cuenta Implementos de seguridad (lampa, paños absorbentes, agentes neutralizantes, arena) para contingencias en caso de derrame de residuos.
- Así mismo para almacenar los residuos peligrosos se tiene en cuenta la peligrosidad é incompatibilidad entre residuos.

#### **F. Disposición Final**

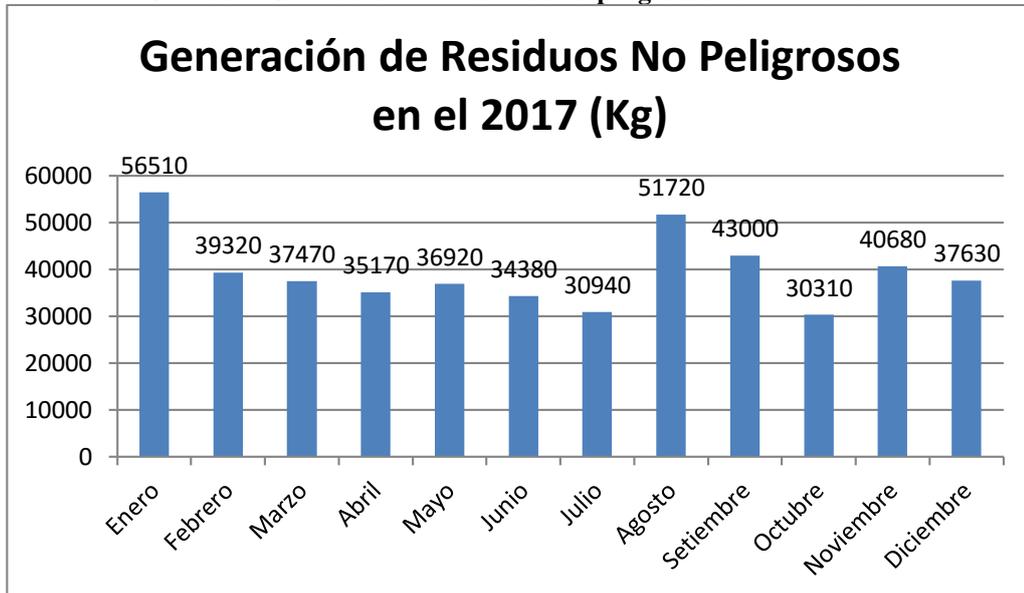
La disposición de los residuos peligrosos y no peligrosos se realiza a cargo de una EPS – RS registrada por DIGESA, quienes disponen los residuos al relleno de seguridad y relleno sanitario de PETRAMAS respectivamente.

Los residuos Metálicos son evacuados por una empresa especializada hacia la fundición EMPRESA SIDERURGICA DEL PERU S.A.A. para su tratamiento y reaprovechamiento.

#### **4.1.2 Volumen de Residuos Sólidos Generados**

A continuación presentamos las siguientes gráficas que muestran descriptivamente la generación de residuos durante el año 2017 administrados por VyP MINING en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A Unidad de Producción Colquijirca.

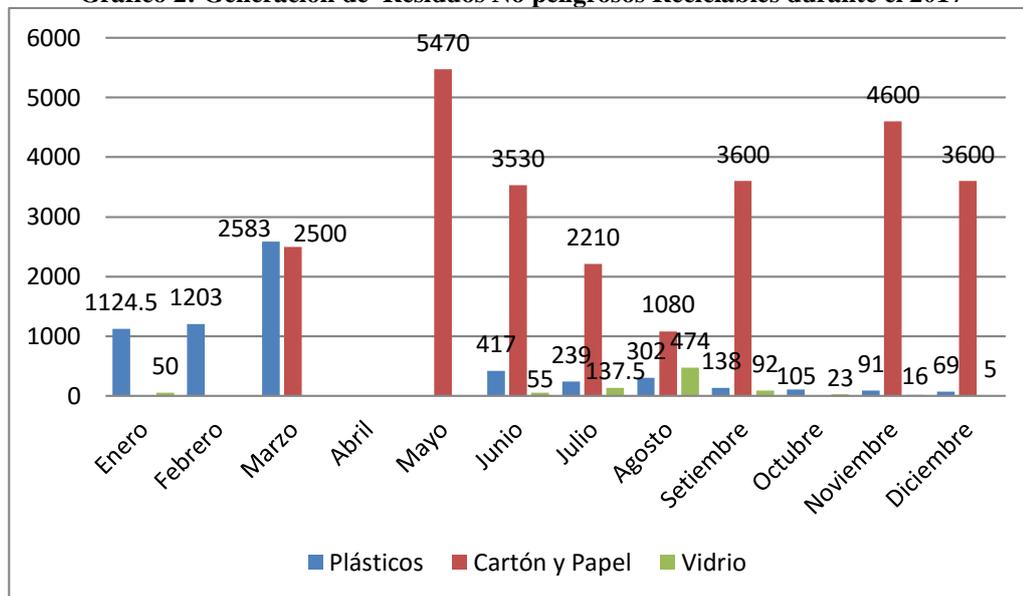
Gráfico 1: Generación de Residuos No peligrosos durante el 2017



Como puede apreciarse, los meses de enero y agosto se han generado mayor cantidad de residuos no peligrosos; y los meses de julio y octubre los meses de menor generación de los mismos.

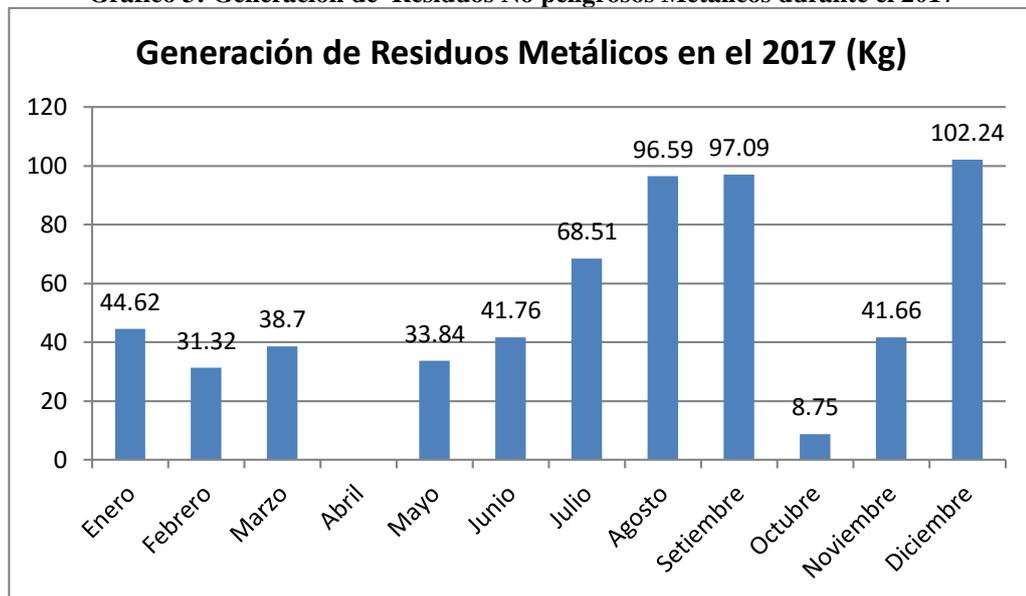
De la misma manera, durante el año 2017 se ha generado 474050 Kg de residuos no peligrosos en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A Unidad de Producción Colquijirca del cual la empresa VyP MINING ha generado el 10% del total.

**Gráfico 2: Generación de Residuos No peligrosos Reciclables durante el 2017**



El gráfico anterior, permite observar que la mayor cantidad de residuos reciclables son el del tipo papel y cartón, mientras que los menos reciclables el vidrio. El mes de mayo se ha generado mayor cantidad de papel y cartón reciclable, y el mes de octubre no hubo generación de los mismos. Por parte de los plásticos, se tiene que el mes de marzo es el de su mayor generación en el año.

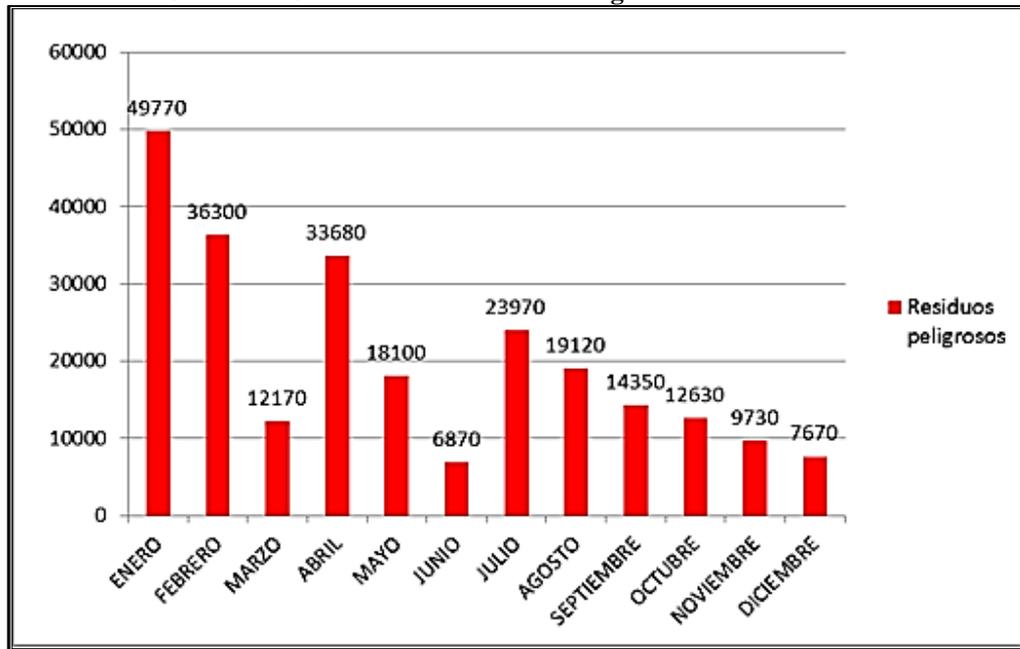
**Gráfico 3: Generación de Residuos No peligrosos Metálicos durante el 2017**



Respecto al gráfico anterior, podemos apreciar que en el mes de diciembre se presentó un incremento en la generación de residuos metálicos producto de la campaña de limpieza en la zona de materiales reusables de Mantenimiento; y, contrariamente el mes de abril no se ha generado dichos residuos.

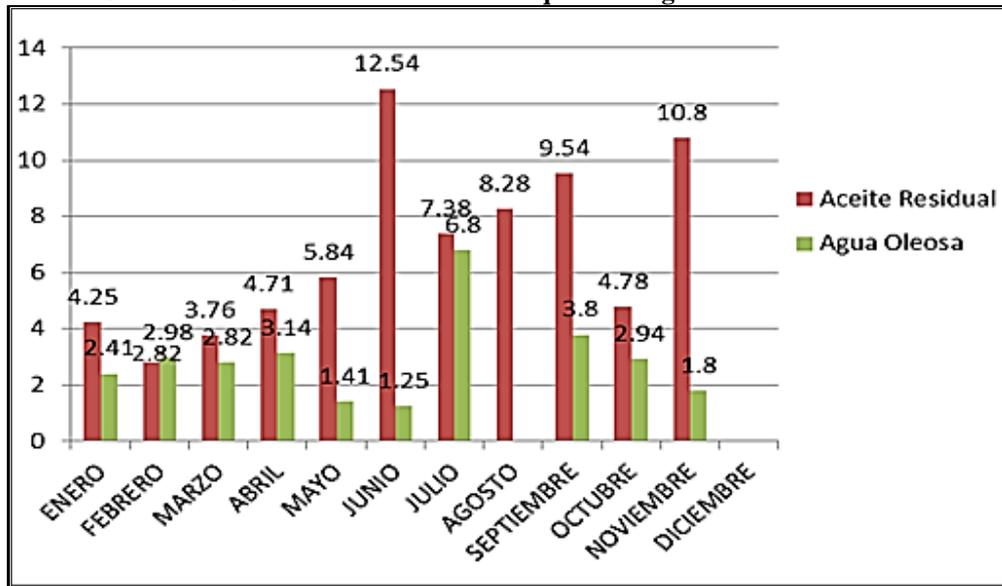
En total, se generó 608.5 Kg de residuos metálicos durante el año 2017 en Sociedad Minera El Brocal S.A.A Unidad de Producción Colquijirca, del cual la empresa VyP MINING ha generado el 13% del total.

**Gráfico 4: Generación de Residuos Peligrosos durante el 2017**



Como podemos observar en el gráfico anterior, se presenta una reducción progresiva en la generación de residuos peligrosos que es mucho más notoria desde el mes de Julio debido a la mejora en la segregación de residuos peligrosos y por ende al mejor manejo de los mismos.

**Gráfico 5: Generación de Residuos Líquidos Peligrosos durante el 2017**



En lo que respecta a la generación de residuos líquidos peligrosos, podemos observar que los meses de junio y noviembre son los meses de mayor generación de aceites residuales y el mes de julio de agua oleosa siendo constante en los otros meses del año. Cabe destacar que el mantenimiento de los equipos se programa en dichos meses, por lo que pueda ser esa la razón del aumento de generación en dichos meses.

**Gráfico 6: Comparación entre la generación de residuos peligroso y no peligros del año 2017**



Finalmente, podemos apreciar que la mayor cantidad de residuos generados durante el año 2017 por la Unidad de Producción Colquijirca de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. son los residuos no peligrosos; sin embargo, y dada la naturaleza de sus actividades también se tiene una buena cantidad de residuos peligrosos.

#### **4.1.3 Manejo de Documentos**

##### **A. Registros de Manejo de Residuos**

De acuerdo al sistema Integrado en Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional se viene manejando registros para el manejo de los residuos sólidos.

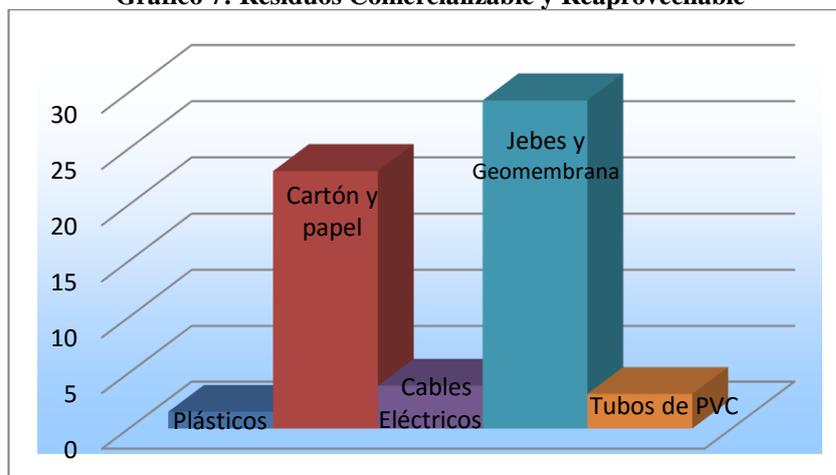
## B. Manejo de Procedimientos de Residuos Sólidos

Para el manejo de los residuos sólidos Sociedad Minera El Brocal S.A.A. ha implementado y viene manteniendo procedimientos de trabajo para la adecuada gestión de los residuos según sus características, los cuales se continuarán mejorando y actualizando de acuerdo a las nuevas normativas en materia ambiental.

### 4.1.4 Comercialización

La comercialización de los residuos sólidos en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. se realiza por medio de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos autorizadas por el DIGESA, que cumplen con lo establecido en la normatividad vigente, evitando así los daños a la salud y al medio ambiente. A la fecha los residuos que se comercializan son los siguientes: plásticos del tipo PET y PVC, chatarra metálica, cartones y aceite residual.

**Gráfico 7: Residuos Comercializable y Reaprovechable**



El gráfico anterior, nos detalla que la mayor cantidad de residuos comercializables y reaprovechables son los jebes y geomembranas, seguidos por el cartón y papel, los cables eléctricos, los tubos de PVC y finalmente los plásticos.

#### **4.1.5 Plan de Contingencias**

El Plan de manejo Ambiental de Sociedad Minera El Brocal S.A.A. cuenta con un Plan de Contingencias de los Residuos Sólidos el cual es de conocimiento de VyP MINING S.A.C., que tiene como finalidad brindar los lineamientos para actuar en forma efectiva y rápida en caso ocurriera situaciones de emergencia producidos por el manejo de los residuos sólidos.

El Plan de Contingencia tiene validez dentro del ámbito de la unidad minera cuando se presenten situaciones de emergencia durante el manejo de residuos sólidos y que atenten contra la vida y salud de los trabajadores, contratados, visitantes y el medio ambiente.

#### **4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS**

En conclusión la eficacia del manejo de residuos sólidos por parte de la empresa especializada VyP MINING en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. - Unidad Colquijirca en cumplimiento de la normatividad vigente – 2017, es de muy alto grado ya que se cumple

con la mayor parte de los documentos normativos vigentes y se encuentra en adecuación al nuevo reglamento de la ley de gestión Integral de residuos Sólidos.

### **4.3 PROPUESTA DE MEJORA**

#### **4.3.1 Minimización de Residuos Sólidos**

A continuación, describimos algunas actividades propuestas que nos permita minimizar la generación de residuos:

- Supervisión en el manejo de residuos peligrosos para evitar contaminar residuos no peligrosos y evitar generar un volumen mayor de estos últimos residuos.
- Implementación de cajas reusadas y habilitadas para el reciclaje y la reutilización de papel en oficinas, la reutilización es por ambas caras para la impresión y fotocopiado de documentos.
- La reutilización de cilindros de aceites para contenedores de residuos sólidos previo lavado y tratamiento.
- Aprovechamiento de maderas usadas limpias como donación a las comunidades para sus galpones de cuyes o acondicionamiento de casetas para sus animales domésticos.
- Reutilizar cajas de madera en desuso para implementar estaciones de acopio para cajas de cartón.

- Los neumáticos son reencauchados y reparados para prolongar su vida útil y reducir el volumen de residuos, y los que ya están dados de baja se reutilizan para cercado de vías.
- Las baterías son enviadas para reparación para prolongar su vida útil y reducir el volumen de residuos.
- Los envases de los aditivos de schocrete son devueltos al proveedor para ser reutilizados nuevamente previa revisión del envase en buenas condiciones.

#### **4.3.2 Reaprovechamiento**

Es necesario que se continúen aplicando las siguientes estrategias de reaprovechamiento de residuos sólidos por medio de EPS – RS registradas y autorizadas para tal fin.

- El reaprovechamiento de aceites usados mediante la planta de MARTE para tratamiento y obtención de aceite y/o grasa ecológica.
- La chatarra es reaprovechada para la fabricación de bolas de acero.

## **C O N C L U S I O N E S**

Con la presente investigación hemos podido arribar a las siguientes conclusiones:

1. El manejo actual de los residuos sólidos realizado en la Unidad de Producción Colquijirca de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A., tiene un alto grado de eficacia, el cual puede ser mejorado continuamente.
2. Sociedad Minera El Brocal S.A.A. cuenta con su Plan de Manejo de Residuos Sólidos siguiendo las normas relacionadas y las recomendaciones de la autoridad competente ajustándolas a su realidad, teniendo como objetivo la eficiencia en sus operaciones con compromiso ambiental. El Plan de Manejo de Residuos Sólidos permite a la empresa cumplir a cabalidad lo dispuesto en la normatividad vigente.
3. Las operaciones desarrolladas en el manejo de los residuos sólidos por la empresa especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal son: segregación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, para lo cual el personal encargado del

manejo de los residuos sólidos cuenta con implementos necesarios para el desarrollo de sus actividades.

## **RECOMENDACIONES**

Considerando que se viene cumpliendo con la normatividad vigente relacionada al manejo de sus residuos sólidos, y que como parte del compromiso ambiental que tiene para con su entorno, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Controlar el manejo de los residuos sólidos mediante auditorías internas periódicas en base al plan de manejo de residuos sólidos.
2. Implementar el sistema de pesado de residuos en cada área generadora a fin de tener un mejor control y a partir de ello aplicar una alternativa de minimización en el área de mayor generación de residuos sólidos.
3. Para los Residuos de aparatos eléctricos electrónicos (RAEE) que no puedan ser eliminados mediante técnicas convencionales o aquellos que requieran instalaciones especiales no disponibles, el almacenamiento en condiciones seguras será la mejor opción a implementarse.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano Delgado, Patricia. “Medio Ambiente y Sociedad”. Lima Editorial Lumen (1993)
- Aparcana, José. “Conservación del Medio Ambiente Peruano”. Lima. S/E (2000)
- Análisis Sectorial de los manejos de los Residuos Sólidos en el Perú 1988.
- Carvajal, Lizardo. “Metodología de la Investigación Científica”. Curso general y Aplicado. 12º- Ed. Cali: F.A.I.D. (1998)
- Sociedad Minera El Brocal S.A.A. - “Plan de Gestión de Residuos Sólidos de la Planta de Ancón” – 2015.
- Hernández Sampieri, Roberto. “Metodología de la Investigación”. México. Editorial McGraw Hill. (2003)
- Contratas de CASA: INDECOPI , “Gestión de Residuos Sólidos”
- CREAMSE “Manejo de los Residuos Sólidos en Argentina”. Dirección de Manejo de Residuos Sólidos en Argentina-Buenos Aires Argentina - 1992.
- Domènech, Xavier. “Química Ambiental. El impacto ambiental de los residuos”. Madrid: Miraguano ediciones, 1997.

- Elias Castells, Xavier. “Reciclaje de Residuos Industriales: Los Residuos Mineros”. Madrid. Ediciones Díaz de Santos, 2012.
- ECOTEC S.A. 2007 “Residuos Sólidos”
- G. Tyller Millar, Jr, “Ecología y Medio Ambiente”, México Grupo Editorial Íbero América – Nebraska 1992.
- Informe Anual sobre generación de emisiones y/o vertimientos de residuos de las actividades mineras año 2007. DS N° 016-93-EM / DS N° 059-93-EM.
- La Gestión Ambiental en las pequeñas y microempresas del siglo XXI – ITDG -1998.
- Programa de seguridad , salud y medio ambiente presentadas por las diversas contratas de CASA, NTP 900 – 058 – 2004
- Tamayo y Tamayo, Mario “El proceso de la Investigación Científica Fundamentos de Investigación” México. 2da Edición. 1990
- Tyller Miller – “Ecología y Medio Ambiente”. México, 1992.

### **Páginas Web Consultadas**

- Gestión de Residuos Industriales Sólidos Mineros y Buenas Prácticas:  
[http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/Recursos/archivos/MineriaDesarrolloSostenible/ProduccionLimpia/ampl\\_residuos\\_solidos.pdf](http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/Recursos/archivos/MineriaDesarrolloSostenible/ProduccionLimpia/ampl_residuos_solidos.pdf)

- Manejo de Residuos Sólidos en Minería:  
<http://es.slideshare.net/stephanyaguirreballesteros/residuos-solidos-en-mineria>
- El Impacto de la Minería y la Gestión de los Residuos Sólidos:  
<http://www.ulima.edu.pe/departamento/centro-de-estudios-ambientales-cea/noticias/el-impacto-de-la-mineria-y-la-gestion-de>
- Manejo de Residuos Sólidos en Minería:  
<http://cuencas.fcien.edu.uy/cursos/materiales/residuosmineria.pdf>
- Manejo de Residuos Mineros: [http://www.iingen.unam.mx/es-mx/BancoDeInformacion/MemoriasdeEventos/ForoGestionSuelosContaminados/05%20Fecha%204%20septiembre%202013/02\\_ResiduosMineros\\_Garcia.pdf](http://www.iingen.unam.mx/es-mx/BancoDeInformacion/MemoriasdeEventos/ForoGestionSuelosContaminados/05%20Fecha%204%20septiembre%202013/02_ResiduosMineros_Garcia.pdf)

**ANEXO N° 01**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>GRADO DE EFICACIA EN EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA VyP MINING S.A.C. EN LA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A. CUMPLIENDO LA NORMATIVIDAD VIGENTE – 2017</b>		
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<p><b>General:</b> ¿Cuál es el estado del manejo de residuos sólidos por la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017?</p>	<p><b>General:</b> Evaluar la eficacia del manejo de los residuos sólidos por la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. cumpliendo la normatividad vigente durante el año 2017.</p>	<p><b>General:</b> El manejo de los residuos sólidos por la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. fue eficaz durante el año 2017 debido a que cumplió con la normatividad vigente.</p>
<p><b>Específicos:</b> ¿De qué forma se realizó el manejo de residuos sólidos por parte de la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017?</p> <p>¿En qué modo la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. dio cumplimiento a la normatividad relacionada al manejo de residuos sólidos en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017?</p>	<p><b>Específicos:</b> Identificar los distintos procesos para el manejo de residuos sólidos por parte de la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017.</p> <p>Analizar las maneras en que la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. dio cumplimiento a la normatividad relacionada al manejo de los residuos sólidos en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017.</p>	<p><b>Específicos:</b> El manejo de residuos sólidos por parte de la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017 se realizó cumpliendo las actividades y metas establecidas.</p> <p>La Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. cumplió de manera adecuada y directa la normatividad relacionada al manejo de los residuos sólidos en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017.</p>

**VARIABLE INDEPENDIENTE:**

Cumplimiento de la Normatividad vigente relacionada a la Gestión de Residuos Sólidos durante el año 2017.

**VARIABLE DEPENDIENTE:**

Grado de Eficacia en el Manejo de los Residuos Sólidos en la Empresa Especializada VyP MINING S.A.C. en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. durante el año 2017.

**ANEXO N° 02**  
**GALERÍA FOTOGRÁFICA**



**FOTO N° 1. Capacitación sobre manejo de residuos sólidos**



**FOTO N° 2. Instalación de puntos de acopio temporales**



**FOTO N° 3. Colocación de bolsas rojas y negras en los puntos de trabajo**



**FOTO N° 4. Segregación en los puntos de trabajo**



**FOTO N° 5. Inspección del manejo de residuos sólidos**



**FOTO N° 5. Traslado de residuos metálicos con el apoyo de la empresa Especializada MAD SAC**