



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

PROPUESTA DE MODELO CATASTRAL PARA PASIVOS AMBIENTALES  
MINEROS, APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

DISTRITO DE MARCAPOMACOCHA, YAULI-JUNÍN

**Línea de investigación:**

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y  
geotecnia**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autora:**

Córdova Arias, Evelyn Karina

**Asesora:**

Rojas León, Gladys

(ORCID: 0000-0003-2961-9643)

**Jurado:**

Zamora Talaverano, Noe Sabino

Mendoza García, José Tomás

Cesar Minga, Julio

**Lima - Perú**

**2021**



**Referencia:**

Córdova, E. (2021). *Propuesta de modelo catastral para pasivos ambientales mineros, aplicando sistema de información geográfica. Distrito de Marcapomacocha, Yauli-Junín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5278>



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

PROPUESTA DE MODELO CATASTRAL PARA PASIVOS AMBIENTALES  
MINEROS, APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. DISTRITO DE  
MARCAPOMACOCHA, YAULI-JUNÍN

Línea de Investigación:

Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

Autora

Córdova Arias, Evelyn Karina

Asesora

Rojas León, Gladys

(ORCID: 0000-0003-2961-9643)

Jurado

Zamora Talaverano, Noe Sabino

Mendoza García, José Tomás

Cesar Minga, Julio

Lima – Perú

2021

## **Dedicatoria**

A Jhovanna, mi hermana menor quien me ha dado la mejor lección de vida; luchar hasta el final de los días, no perder las ganas de vivir hasta el último segundo, el último suspiro y del amor incondicional que debemos tener por nuestra familia.

A mi abuelito Juan, por enseñarme de humildad y que ahora desde el cielo al lado de mi hermana sé que estarán felices por este logro mío.

A mis papás Jane y Wilmer por su amor y el apoyo incondicional desde siempre.

A Mauricio mi hermano por permitirme soñar y no perder la fe y esperanza.

## **Agradecimiento**

A la Universidad Nacional Federico Villarreal por ser mi casa de estudios, a la Facultad de Ingeniería Geográfica Ambiental y Ecoturismo por la formación profesional de Ingeniero Geógrafo.

A mi asesora Mg Gladis Rojas, quien ha sido mi mano derecha, me ha guiado en este proceso, es cierto no ha sido fácil sin embargo con su ayuda ha parecido menos complicado.

A mis padres por el esfuerzo, la dedicación y por ese gran trabajo que han hecho para poder formarme y darme la oportunidad de cumplir mis metas.

A mi tía Vilma por la confianza, cariño y los buenos deseos para conmigo en cada una de las etapas que hasta ahora he vivido.

A mi tía Emi por todo el amor que me ha dado y por vivir mis triunfos como si fueran los de ella.

A Pablo, por sus consejos, apoyo, motivación para levantarme de caídas que me ha dado la vida y por esas crudas palabras que me han hecho ver realidades.

A toda mi familia y amigos, quienes confiaron y creen en mí.

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción y Formulación Del Problema .....	3
1.1.1 Problema General .....	5
1.1.2 Problemas específicos .....	5
1.2. Antecedentes.....	6
1.2.1 Antecedentes Internacionales .....	6
1.2.2 Antecedentes Nacionales.....	10
1.2.3 Antecedentes Locales.....	13
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivo General .....	14
1.3.2 Objetivos Específicos .....	14
1.4. Justificación .....	15
1.5. Hipótesis .....	16
1.5.1 Hipótesis General .....	16
1.5.2 Hipótesis Específicos .....	17
<b>II. Marco teórico .....</b>	<b>18</b>
2.1. Bases Teóricas .....	18
2.1.1 Sistema de Información Geográfica .....	18

2.1.2	Catastro.....	24
2.1.3	Pasivos Ambientales .....	28
2.2.	Base legal.....	49
III.	Método .....	52
3.1.	Tipo de Investigación .....	52
3.2.	Ámbito Temporal y Espacial .....	53
3.2.1.	Temporalidad .....	53
3.2.2.	Ámbito Espacial .....	53
3.3.	Variables Del Proyecto .....	54
3.4.	Población y Muestra .....	55
3.4.1	Población.....	55
3.4.2	Muestra.....	55
3.5.	Materiales e Instrumento .....	55
3.5.1	Insumos Cartográficos.....	55
3.5.2	Equipos.....	57
3.5.3	Software .....	57
3.6.	Procedimiento .....	57
3.6.1	Fase I: Preliminar .....	58
3.6.2	Fase II: Campo .....	59
3.6.3	Fase III: Procesamiento.....	59
3.7.	Análisis de Datos .....	60
3.7.1	Procedimiento para el Levantamiento de Información Gráfica y Alfanumérica.....	62

3.7.2	Procedimiento para el Levantamiento de la Información Gráfica .....	74
3.7.3	Procedimiento para el Geo procesamiento de información .....	75
IV.	Resultados .....	77
4.1.	Descripción del Área General de Estudio.....	77
4.2.	Características de la Ex Unidad Minera Lichicocha.....	78
4.3.	Resultados de Procesos.....	97
4.3.1.	Proceso para Identificación de Pasivos Ambientales Mineros en la ex Unidad Minera Lichicocha.....	97
4.3.2	Proceso para Análisis y Sistematización de Fichas.....	105
4.3.3	Proceso para Geoprocesamiento de Información.....	118
4.4.	Modelo Catastral para PAM's .....	133
4.4.1.	Proceso Secuencial para la Obtención de Resultados.....	136
V.	Discusión de Resultados.....	146
VI.	Conclusiones .....	150
VII.	Recomendaciones.....	151
VIII.	Referencias .....	152

## Índice de Tablas

Tabla 1 Distribución Departamental del PAM's – 2018.....	37
Tabla 2 Variables de la Investigación.....	54
Tabla 3 Insumos cartográficos.....	56
Tabla 4 Topología de los PAM's de la EUM Lichicocha.....	76
Tabla 5 Rutas y Distancias.....	81
Tabla 6 Pasivos Ambientales Mineros en la ex Unidad Minera Lichicocha.....	83
Tabla 7 Tipos de Pasivos Ambientales Mineros en la ex Unidad Minera Lichicocha.....	85
Tabla 8 Subtipo de Pasivos Ambientales Mineros en la ex Unidad Minera Lichicocha.....	85
Tabla 9 Muestreo Geoquímico.....	91
Tabla 10 Resultado de Análisis de Metales.....	92
Tabla 11 Resultado Muestreo Geotécnico.....	93
Tabla 12 Representación Topológica I de los PAM's de la EUM Lichicocha.....	111
Tabla 13 Áreas de Pasivos Ambientales Mineros en la ex Unidad Minera Lichicocha.....	111

## Índice de Figuras

Figura 1 Entidades que conformar el SNCP.....	27
Figura 2 Instituciones que Trabajan con INGEMMET.....	28
Figura 3 Pasivos Ambientales Mineros en el Perú 2006-2019.....	36
Figura 4 Distribución de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú 2018.....	37
Figura 5 Distribución de Pasivos Ambientales por Componente.....	39
Figura 6 Bocamina.....	40
Figura 7 Chimenea.....	40
Figura 8 Trinchera.....	41
Figura 9 Media Barreta.....	41
Figura 10 Tajo.....	42
Figura 11 Tajeo Comunicado.....	42
Figura 12 Pique.....	43
Figura 13 Rampa.....	43
Figura 14 Distribución por Labor Minera.....	44
Figura 15 Desmonte de Mina.....	45
Figura 16 Relave.....	45
Figura 17 Material de Desbroce.....	46
Figura 18 Escoria.....	46
Figura 19 Pilas de Lixiviación.....	47
Figura 20 Distribución por Residuo.....	47
Figura 21 Otros Residuos.....	48
Figura 22 Distribución por Infraestructura.....	48
Figura 23 Distribución por Sustancias Químicas.....	49
Figura 24 Proceso Cuantitativo.....	52

Figura 26 Población y Muestra.....	55
Figura 27 Fases del Proyecto.....	58
Figura 28 Fases del Proyecto.....	60
Figura 29 Etapas del Proyecto.....	61
Figura 30 Fichas de Información General para la Ex Unidad Minera.....	63
Figura 31 Ficha de Información para el Pasivo Ambiental Minero.....	66
Figura 32 Criterio Número de Ficha.....	68
Figura 33 Criterio ID.....	69
Figura 34 Criterio Tipo de Componente.....	69
Figura 35 Criterio Ubicación de la EUM.....	70
Figura 36 Criterio Tipo de Mineral.....	70
Figura 37 Criterio Estado y Tipo de Minería.....	71
Figura 38 Criterio Estudio Social - Ambiental.....	72
Figura 39 Criterio Características del PAM.....	73
Figura 40 Criterio Situación del Entorno.....	73
Figura 41 Criterio Inspección.....	74
Figura 42 GPS Garmin.....	75
Figura 43 Mapa de Ubicación Provincial.....	79
Figura 44 Mapa de Ubicación Distrital.....	80
Figura 45 Ruta de Accesibilidad a la Zona de Estudio.....	82
Figura 46 Mapa de la EUM Lichicocha.....	86
Figura 47 Mapa de Ubicación de PAM's en la EUM Lichicocha.....	87
Figura 48 Mapa de Unidad Hidrográfica.....	89
Figura 49 Levantamiento Alfanumérico - Indirecto.....	98
Figura 50 Software Aplicados en el Proyecto.....	98
Figura 51 Modelo de Base de Datos.....	99

Figura 52 Vehículo de Campo .....	100
Figura 53 Carretera de Acceso a la Zona de Estudio.....	100
Figura 54 Carretera de Acceso a la Zona de Estudio.....	101
Figura 55 Nevado Rajuntay .....	101
Figura 56 Levantamiento de Coordenadas .....	102
Figura 57 Levantamiento de Información .....	102
Figura 58 Llenado de Fichas.....	103
Figura 59 Mayor Altura Registrada.....	104
Figura 60 Ganadería .....	104
Figura 61 Cuerpos de Agua .....	105
Figura 62 Información Alfanumérica .....	106
Figura 63 Fichas F-001 Llenadas en Campo .....	107
Figura 64 Fichas F-002 Llenadas en Campo .....	108
Figura 65 Base de Datos.....	109
Figura 66 Mineralogía de PAM's en la EUM Lichicoha .....	110
Figura 67 Mapa de Ubicación de PAM's EUM.....	113
Figura 68 Base de Datos de Información Gráfica .....	114
Figura 69 Modelo de Ficha Resumen de PAM.....	115
Figura 70 Ficha Resumen de PAM – Código Errado .....	116
Figura 71 Ficha Resumen GEOPAM .....	117
Figura 72 Carpeta con Información de Fichas Resumen – Desmonte Minero .....	118
Figura 73 Uso del software Arcgis .....	119
Figura 74 Ubicación de Zona.....	119
Figura 75 Georreferenciación en Arcgis .....	120
Figura 76 Data Cartográfica a usar.....	120
Figura 77 Data Importada.....	121

Figura 78 Tabla de Contenidos.....	122
Figura 79 Shapes a usar.....	122
Figura 80 Información de Tabla de contenido – Desmonte de Mina .....	123
<i>Figura 81 Información de tabla de contenidos – Bocamina.....</i>	123
Figura 82 Información de Tabla de contenido – Trinchera.....	124
Figura 83 Carpetas de Data Oficial .....	124
Figura 84 Vista de Data Importada.....	125
Figura 85 Data de Shapes Oficial.....	126
Figura 86 Vista de Información Geopocesada.....	127
Figura 87 Archivo KMZ.....	128
Figura 88 Búsqueda por Carpeta.....	128
Figura 89 Búsqueda por ID .....	129
Figura 90 Edición de Simbología.....	129
Figura 91 Vista en Google Earth.....	130
Figura 92 Interfaz con Arcgis .....	130
Figura 93 Vista en Arcgis OnLine.....	131
Figura 94 Features y/o Mapas enArcgis Online .....	131
Figura 95 Revisión de Contenido – Forma 1.....	132
Figura 96 Revisión de Contenido – Forma 2.....	132
Figura 97 Vista de proyecto en Arcgis Online.....	133
Figura 98 Esquema Gráfico para la Elaboración del Modelo Propuest.....	134
Figura 99 Esquema Gráfico del Modelo Catastral Propuesto.....	135
Figura 100 Aplicación de Ficha F-001-1/ 13620-A .....	136
Figura 101 Aplicación de Ficha F-001-2 / 13620-A.....	137
Figura 101 Aplicación de Ficha F-001-3 /13620-A .....	138
Figura 103 Aplicación de Ficha F-002 / 13620-A.....	138

Figura 104 PAM ID 13620.....	139
Figura 105 Sistematización de Fichas /13620-A.....	140
Figura 106 Ficha GEOPAM /13620-A.....	142
Figura 107 Tabla de Contenido en Arcgis /13620-A.....	144
Figura 108 Interfaz en Google Earth /13620-A .....	145
Figura 109 Interfaz en Arcgis Online /13620-A.....	145

## Resumen

El presente trabajo de investigación “Propuesta de Modelo Catastral para Pasivos Ambientales Mineros, aplicando Sistema de Información Geográfica, distrito de Marcapomacocha, Yauli-Junín, tiene por objetivo proponer un modelo catastral de pasivos ambientales mineros con aplicación de un sistema de información geográfica a partir de un diseño de base de datos que permita representar el proceso de identificación de cada pasivo, con fines de gestión y planificación del territorio. Para la metodología usada se tuvo como base el inventario realizado por el ministerio de energía y minas para posteriormente reafirmar, analizar y geo procesar la información con fin de obtener una data eficiente. La metodología que se ha planteado consiste en realizar el levantamiento de información gráfica y alfanumérica para ello se ha elaborado una ficha catastral para la identificación de pasivos ambientales mineros, información que será completada con información directa e indirecta. Teniendo la información obtenida a partir de los metodologías y después de sistematizar las fichas catastrales se obtendrá una base de datos que se usará en el geo procesamiento con el software ArcGis generando así nuestro modelo catastral de pasivos ambientales mineros que será usada como una herramienta útil y eficaz cuyo fin es facilitar información, permitiendo así la interactividad del usuario y su contenido, esta herramienta será útil para los gobiernos regionales, locales, pequeños mineros, sectores de agricultura, turismo, ambiente entre otros donde laboran profesionales quienes buscan realizar el análisis de información de territorio con el fin planificación , conservación , gestión del territorio e inversión.

**Palabras claves:** Catastro, Sistema de Información Geográfica, Pasivos Ambientales Mineros

## Abstract

The present research work "Proposal for a Cadastral Model for Mining Environmental Liabilities, applying the Geographic Information System, Marcapomacocha district, Yauli-Junín, aims to propose a cadastral model of mining environmental liabilities with application of a geographic information system from of a database design that allows to represent the identification process of each liability, for the purposes of management and planning of the territory. The methodology used was based on the inventory carried out by the Ministry of Energy and Mines to later reaffirm, analyze and geoprocess the information in order to obtain efficient data. The methodology that has been proposed consists of collecting graphic and alphanumeric information. For this, a cadastral file has been prepared for the identification of mining environmental liabilities, information that will be completed with direct and indirect information. Having the information obtained from the methodologies and after systematizing the cadastral records, a database will be obtained that will be used in the geo-processing with the ArcGis software, thus generating our cadastral model of mining environmental liabilities that will be used as a useful tool and whose purpose is to provide information, thus allowing the interactivity of the user and its content, this tool will be useful for regional and local governments, small miners, sectors of agriculture, tourism, environment among others where professionals who seek to perform information analysis work of territory for the purpose of planning, conservation, management of the territory and investment.

**Key words:** Cadastre, Geographic Information System, Mining Environmental Liabilities

## I. Introducción

Hoy en día el sistema de información geográfica es la plataforma para el catastro ya que es una herramienta que permitirá la integración de base de datos, en consecuencia, toda actividad relacionada con el espacio puede ser trabajada con sistema de información geográfica, actividades que pueden ser en sectores diversos como; agricultura, minería, ganadería, comercio, industria, entre otros.

Para nuestro país el sector minero es de gran importancia, la minería es el principal rubro económico que genera divisas a nivel mundial, genera infinidad de beneficios económicos al igual que impactos negativos ambientales y sociales, sin embargo, la extracción de este recurso nos deja y ha dejado pasivos ambientales mineros en adelante llamados PAM's.

En tal sentido la falta de información catastral del territorio no permite o dificulta a las entidades como gobiernos regionales, municipalidades y demás entidades relacionadas a remediación, conservación, minería, obtener una adecuada gestión, planificación y organización.

Por ello el presente trabajo tiene como principal objetivo proponer un modelo catastral para pasivos ambientales mineros con aplicación de un sistema de información geográfica a partir de un diseño de base de datos que permita representar el proceso de identificación de cada pasivo, con fines de gestión y planificación del territorio.

Este proyecto de investigación se desarrolló en 7 capítulos cuales se explica a continuación:

En el capítulo I se describe la problemática, importante porque a partir de ella se presenta el objetivo del proyecto de investigación, asimismo se da revisión a los antecedentes locales, nacionales e internacionales, es decir estudios que guarden relación con este proyecto de investigación.

En el capítulo II se realiza la revisión de bases teóricas, bases legales e institucionales, lo mencionado como se indica es información base para este proyecto por ello se hace mención de definiciones y marco legal e institucional.

En el capítulo III se explica diseño metodológico de la investigación, el nivel y enfoque del mismo, explicaremos el enfoque cuantitativo mediante un proceso secuencial que definirá cada una de las fases hasta lograr los resultados; este proceso comienza con la primera fase que es la idea ; donde se planteará lo que se va a proponer para continuar con la fase 2; donde se menciona el problema existente que da razón a realizar nuestra propuesta, seguido se continua con la fase 3 que es revisión de estudios, libros y toda fuente que tenga relación con el tema propuesto, el proceso continua con las fases posteriores hasta llegar a la fase 9 que es análisis de datos de todo lo investigado (información gráfica y alfa numérica ) para finalizar con la fase 10 que será la elaboración del reporte de resultados.

Asimismo, se explica el espacio temporal y espacial del proyecto, la población que es compuesta por los pasivos ambientales mineros que están localizados en el distrito de Marcapomacocha, la muestra que corresponde a los 30 PAM's de la ex unidad minera Lichicocha, para terminar con este capítulo hacemos mención a los instrumentos utilizados sean equipos y software, importantes para la elaboración del modelo propuesto.

En el capítulo IV se presenta las características generales del área de estudio cual es la ex unidad minera Lichicocha, también se explica los procesos que se tiene que realizar para la obtención del modelo propuesto cuales son: proceso de identificación de pasivos ambientales mineros, proceso para la sistematización de fichas, proceso para geoprociamiento de información para finalmente tener el resultado previsto.

Asimismo mencionar que estos procesos están divididos en fases; la primera es la fase preliminar donde se recopila y selecciona información, también se elabora la estructura de la base de datos que se usará para las fichas catastrales y modelo de inventario catastral; la segunda fase corresponde a la de campo, se visita la ex unidad minera Lichicocha para levantamiento de información gráfica y alfanumérica; la tercera y última etapa es la de geoprocesamiento, como su nombre lo dice se procesará toda información en los software previamente seleccionados para este trabajo, permitiéndonos así la rápida ubicación con información relevante e importante del pasivo ambiental minero.

Finalmente se realiza el interfaz con los programas informáticos Google Earth y ArcGis Online, esto para facilitar al usuario la información que este trabajo propone para fines diversos como ambiental, social, territorial o inversión; uso que ayudará a su buena gestión y planificación.

### **1.1. Descripción y Formulación Del Problema**

El Catastro es una herramienta importante y principal para el desarrollo de un país ya que como propósito tiene ubicar y describir las características relativas a las propiedades de un país o un distrito, permitiendo realizar gestiones y planificaciones para mejora de su desarrollo territorial.

Hoy en día el sistema de información geográfica es la plataforma para el catastro ya que es una herramienta que permitirá la integración de base de datos, en consecuencia, toda actividad relacionada con el espacio puede ser trabajada con sistema de información geográfica, actividades que pueden ser de diversos sectores como agricultura, minería, ganadería, comercio, industria, etc. Para nuestro país el sector minero es de gran importancia, la minería es el principal rubro económico que genera divisas a nivel mundial, genera infinidad de beneficios económicos

al igual que impactos negativos ambientales y sociales, la extracción de nuestro recurso mineral nos ha dejado muchos pasivos ambientales mineros en adelante llamados PAM's, que son instalaciones o remanentes producidos de las operaciones mineras que hoy en día se encuentran abandonadas, cuales pueden representar un riesgo potencial para la salud y el ecosistema, problemática que muchas veces es presentada en artículos informativos o proyectos de investigación como es el de contaminación del ecosistema y su impacto en la salud de los pobladores en San Mateo. (Díaz Cartagena, 2016)

Son muchos los antecedentes históricos que reflejan el trabajo de la minería en Latinoamérica, trabajo que se mantuvo ajena en materia ambiental y social durante un largo periodo de tiempo, la existencia de más de ocho mil pasivos ambientales mineros, ubicados en los diferentes departamentos cuales necesitan ser remediados o reaprovechados, pasivos que precisan de una adecuada gestión ambiental y social. El distrito de Marcapomacocha desde tiempos pasado ha tenido relación directa con la minería, hoy es considerado de gran importancia para su rehabilitación al encontrarse dentro de la cuenca del río Rímac. Según el proyecto de ley propone se declare de interés público la remediación de los pasivos ambientales mineros de la cuenca del Rio Rímac, también que se priorice la identificación de todos los pasivos ambientales mineros que se encuentren dentro el área de la cuenca . (Republica C. d., 2017)

En tal sentido la falta de información catastral del territorio no permite o dificulta a las entidades como gobiernos regionales, municipalidades y demás entidades relacionadas a remediación, conservación, minería, obtener una adecuada gestión, planificación y organización.

Por ello es importante e inevitable plantear una propuesta de modelo catastral para pasivos ambientales mineros, de tal manera que podamos con ello motivar el desarrollo

ambiental, social y económico, a través de diversos tipos de usos, sea para gestión ambiental, gestión empresarial y territorial.

En nuestro país el Ministerio de Energía y Minas trabaja el inventario de pasivos ambientales mineros, inventario que es información base ya que será nuestra fuente primaria para la realización del modelo catastral para pasivos ambientales mineros; como se menciona párrafos arriba existen más de 8 mil pasivos ambientales mineros por lo que para este proyecto consideraremos como muestra la ex Unidad Minera Lichicocha ubicada en el Distrito de Marcapomacocha, en la zona de estudio se halla 30 PAM's que no cuentan con una correcta identificación, por ello es necesario establecer un modelo catastral adecuado y adaptable a posteriores trabajos o estudios que permitan caracterizar, minimizar y dar solución a diversas problemáticas como de salud, ambiental y territorial.

### ***1.1.1 Problema General***

- ¿De qué manera la falta de un modelo catastral para pasivos ambientales mineros con aplicación de sistema de información geográfica no permite una buena gestión y planificación del territorio?

### ***1.1.2 Problemas específicos***

- ¿Cómo se diseñará una base de datos para la identificación de pasivos ambientales mineros de manera rápida y confiable que permita una buena gestión y planificación del territorio?
- ¿Cómo el análisis y representación de procesos favorece a la aplicación de un sistema de información geográfica para la identificación de pasivos ambientales mineros para fines de gestión y planificación del territorio?
- ¿Hasta qué punto la aplicación de sistema de información geográfica ayuda a la

representación e identificación de pasivos ambientales mineros favoreciendo a procesos gestión y planificación del territorio?

## **1.2. Antecedentes**

### ***1.2.1 Antecedentes Internacionales***

Pedrero, L. E. M., & Tapia, J. A. R. (2011), en su publicación “Aplicación de los Sistemas de Información geográfica para la toma de decisiones. Caso CONAGUA”, menciona que:

El documento presenta los primeros resultados de la investigación que aborda la necesidad de integrar sistemas de información en la operación de la dirección local estado de México de la comisión nacional del agua ante la carencia de procesos, áreas y técnicos coordinados, lo que genera errores en la toma de decisiones. El objetivo de la investigación es el diseño de los elementos que integren a un cuerpo técnico y una plataforma informática de sistemas de información geográfica, para dar soporte a la alta dirección. La metodología que se usa para la creación del sistema de información geográfica consiste en estructurarlos con base a programas cuales pueden ser combinados de diversas formas para satisfacer las necesidades de una amplia variedad de usuarios, es importante mencionar que la información generada por las tecnologías y técnicas de la percepción remota son una fuente fundamental y básica de datos para un SIG. Esto se relaciona principalmente con estudios e inventarios de recursos naturales, sobre todo con el fin de tener información fidedigna, actualizada y con suficiente detalle también esta información puede ser usada tanto para los procesos de seguimiento como para los de actualización y toma de decisiones.

Rodríguez, R. (2011), en su trabajo “Transformación de pasivos ambientales mineros (PAM) en activos mineros, ambientales o sociales (amas)”, concluye que:

La presente investigación relata que la transformación de un pasivo ambiental minero (PAM) en activos mineros, ambientales o sociales (AMAS) requiere como elemento primordial la generación de un beneficio económico, ambiental o social siendo lo adecuado que en el proceso de transformación se combinen tres aspectos integrando de esta manera los actores del desarrollo sostenible. En el proceso de transformación de un PAM en AMAS se distinguen diferentes campos de actuación: reutilización de los residuos mineros y estériles, construcción de parques temáticos y museos de la minería, reutilización y cambio de uso de las infraestructuras, creación de parques y recalificación del terreno minero para uso agrícola, industrial o urbano.

El objetivo de este trabajo es mostrar la tendencia actual en el terreno de transformación de los PAM en AMAS para ello se ilustra con casos concretos de diferentes actuaciones que muestran la variedad de usos y aplicaciones que se puede obtener si se realiza una rehabilitación de los PAM y el desarrollo adecuado de una ordenación minero ambiental de las zonas afectadas por las actividades de la industria extractiva.

Yacaman Cure, M. A., & Rosas Ardila, J. P (2014), en su proyecto “Protocolo de diagnóstico y propuesta de mejora del sistema informático de catastro minero en Colombia de la Agencia Nacional de Minería”, explica que:

Mediante la siguiente el estado colombiano a través de la Agencia Nacional de Minería pretende tener control sobre los territorios en los que se realiza la explotación minera para lo cual requiere contar con información de cada una de ellas, para ellos busca establecer un protocolo de diagnóstico y propuesta de mejora que permita la actualización del sistema de información geográfica del catastro minero. Un catastro minero integra las funciones reguladoras, institucionales y tecnológicas de la administración de los derechos mineros y constituye la piedra

angular para la buena gestión de los recursos minerales en un país como Colombia. Además, debe centrarse simultáneamente en proteger y garantizar tanto los derechos de los titulares como los del estado. Para conseguir este equilibrio, es esencial que el catastro minero adopte decisiones transparentes, objetivas y no discrecionales, con el fin de modernizar la gestión sectorial, atraer inversiones para mejorar la contribución de la minería en la economía, el desarrollo socioeconómico del país y la protección del medio ambiente por esta razón, se crea la necesidad de mejorar el sistema información geográfica de catastro minero en Colombia de la agencia nacional de minería.

Ruiz, R. A., Pérez, E. O., & Pastor, I. O. (2010), en su artículo “Los sistemas de información geográfica aplicados a la evaluación ambiental en la planificación de infraestructuras de transporte”, menciona que:

El presente artículo aborda un análisis de cómo se integran los aspectos ambientales en la toma de decisiones sobre infraestructuras de transporte en España y del papel que juegan los Sistemas de Información Geográfica en ese proceso. En primer lugar, se realiza una breve descripción del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en España, ley de impacto ambiental, tipos de proyectos en los que se aplica, plazo y se enlaza con la evaluación ambiental en el proceso de planificación mediante una descripción también breve, de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) como herramienta para la evaluación ambiental en fases iniciales de la toma de decisiones. A continuación, se expone la capacidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramientas para el análisis de la información territorial y por tanto su utilidad para la evaluación de impactos ambientales, analizando las fases de la planificación de infraestructuras en las cuales son útiles los SIG, comenzando en la EAE y aumentando la escala para analizar la fase de estudio informativo en la que se realiza la EIA en grandes

infraestructuras lineales. Los SIG se utilizan en todas las etapas de preparación de evaluaciones ambientales debido a las capacidades para la integración de datos espaciales.

Mi, R., & NTEX, P. L. (1998), en su libro “Aproximación bibliográfica a los sistemas de información geográfica aplicados a la ordenación del territorio y los recursos naturales”, expone que:

Existe una gran variedad de definiciones sobre los sistemas de información geográfica. En definitiva, son herramientas informáticas capaces de sintetizar el espacio, lo que las convierte en un conjunto de instrumentos de gran utilidad para la gestión de los recursos naturales y del territorio. Estos sistemas intentan dar una respuesta adecuada a los problemas que genera el espacio a través de una serie de mecanismos de análisis, que permite llevar a cabo políticas de ordenación y gestión de espacios. Los sistemas de información geográfica permiten crear modelos de evaluación, apoyados en el proceso de valoraciones de alternativas para ayudar a la elección de las mejores opciones de entre las planteadas. Así mismo ofrecen importantes funcionalidades, bien para determinar donde se van a localizar una serie de actividades, con el objeto de realizar una cartografía significativa, desde el punto de vista ecológico, minero, social y/o ambiental, por ello los beneficios que aporta la integración de los sistemas de información geográfica en la planificación y el estudio de los recursos naturales son muy poderosas para el desarrollo del país.

Pérez de Arce Jaramillo (2019), en su proyecto “Pasivos Ambientales Mineros en Chile, lineamientos para priorización y remediación”, expone que:

Este proyecto nos habla de una minería responsable o minería verde, aceptable por la sociedad, es una minería que debe garantizar a las futuras generaciones la capacidad de satisfacer sus propias necesidades aportando significativamente al crecimiento económico y al

desarrollo social con el menor impacto medioambiental posible y ganando una herencia positiva a las comunidades, países y territorio en los que opera después del cese de la minería activa habiendo ejecutado un cierre responsable y sustentable y dejando a cambio otros bienes perdurables de valor en lo posible equivalente a los extraídos. Si la condición formulada se cumple se podrá decir que la minería es un aporte al desarrollo sustentable y para que ello se materialice debe mejorar su desempeño ambiental, económico y social transparentando sus indicadores y haciéndose cargo de los pasivos que genera y ha generado a lo largo de sus accionar.

### ***1.2.2 Antecedentes Nacionales***

Espinoza Quiroz, L. L. (2019), en su tesis “Aplicación de un sistema de información geográfica para la identificación de pasivos ambientales del subsector hidrocarburos en el Perú para el año 2013”, concluye que:

El trabajo en mención ha tenido de objetivo evaluar el sistema de información geográfica en cada una de sus etapas como son el de modelar los procesos, diseñar el modelo de la base de datos y diseñar un sistema de información geográfica que sea aplicable para la identificación de pasivos ambientales del subsector hidrocarburos en el Perú para el año 2013.

Con ello se pretende implementar un modelo de gestión de información de pasivos ambientales del Subsector Hidrocarburos, tomando en cuenta su distribución geográfica, y aprovechando las nuevas tecnologías disponibles en el mercado como los son los sistemas de información geográfica haciendo que sea una estrategia de gestión para los procesos de identificación de pasivos ambientales del subsector hidrocarburos.

Ministerio de Energía y Minas (2006), en su “Informe Preliminar, Inventario de Pasivos Ambientales Mineros”, concluye que:

Menciona que la minería tiene efectos ambientales que deben ser previstos, evaluados y remediados. Desde el inicio de las actividades mineras, hasta después del cierre de las operaciones se perciben los efectos de la minería en su entorno y esto es reconocido por la legislación peruana. El ministerio señala que la mayoría de los pasivos constituye una herencia de la vieja minería hasta el año 1993 por la ausencia de una normatividad en materia ambiental para las actividades mineras. A partir de ese momento, se implantó un proceso de control y prevención de afectación ambiental, que obliga a los responsables de los proyectos mineros a presentar un estudio de impacto ambiental, que debe ser aprobado antes del inicio de actividades. Para dar una solución a este problema, se proponen alianzas estratégicas entre las empresas mineras y las comunidades aledañas, con el objeto de buscar una remediación en forma coordinada y conjunta. Inicialmente, mediante el proyecto de eliminación de pasivos ambientales, que se ejecutó años atrás fueron identificados 611 pasivos ambientales. Para la actualización de este inventario, la Dirección General de Minería, que tiene como instancias operativas a las Direcciones Regionales de Energía y Minas, coordinó con la dirección general de asuntos ambientales mineros y el instituto nacional de concesiones y catastro minero para realizar el inventario de pasivos ambientales mineros, para el trabajo se realizaron charlas y procedimientos para recoger la información continuando así con la actualización de los inventario de pasivos ambientales mineros y su remediación.

Lázaro Barreto, M. R. (2015), en su tesis “Análisis de peligros y vulnerabilidades para la gestión del riesgo de desastres, utilizando el sistema de información geográfica (SIG) en la localidad de Acopampa-Carhuaz, Ancash”, expone que:

El presente trabajo de investigación, tiene por objetivo analizar los peligros y vulnerabilidades para la gestión del riesgo de desastres en la localidad de Acopampa - Carhuaz,

utilizando el sistema de información geográfica, con la finalidad de promover así la identificación, análisis y planteamiento de acciones tendentes a prevenir y reducir las condiciones de riesgo; para la elaboración del presente trabajo se realizó la encuestas con apoyo de fichas técnicas en todas las viviendas de la zona de estudio, para identificar los peligros y evaluar la vulnerabilidad física; se han elaborado diferentes mapas temáticos en la zona urbana de distrito de Acopampa con datos actualizados cuales da de resultado , se logran identificar dos tipos de peligros: sismos e inundaciones .Para finalizar se realizaron capacitaciones técnicas constructivas y de gestión de riesgo de desastres y planes de prevención en la comunidad.

Baldovino Fernandini, A., Becerra Noblecilla, W., & Condori Nina, E. (2016), en su trabajo de investigación “Producción de cartografía básica para el desarrollo regional en el marco del plan bicentenario Perú 2021”, indica que:

El objetivo de la producción cartográfica es proporcionar un insumo básico para el desarrollo nacional las cartas o mapas representan actualmente una herramienta para la ubicación y la elaboración más precisa de proyectos de desarrollo (en aspectos de infraestructura, caminos y viviendas), así como para el ordenamiento territorial (que mejora la gestión de recursos naturales y planificación urbana y rural) incluso para solucionar los problemas originados por la interacción humana sobre el territorio. En lo que se refiere al desarrollo nacional, los gobiernos regionales, conscientes de que el conocimiento al detalle de su territorio es clave para los proyectos de desarrollo y organización territorial, así como para la gestión de desastres, vienen ejecutando proyectos de inversión pública para la producción cartográfica en sus regiones, impulsados en un inicio por el gobierno central más razones coyunturales que de planificación estratégica. El Plan Bicentenario Perú 2021 ha definido por primera vez en nuestra historia ejes estratégicos, así como objetivos nacionales y específicos para alcanzar el desarrollo

como estado moderno dentro de estos ejes se presenta la necesidad de materializar proyectos de desarrollo, vivienda, transporte y organización territorial a nivel nacional y regional; siendo necesario para todo su diseño la producción de cartografía básica que compete al IGN.

Defensoría del Pueblo (2015), en su informe “Un llamado a la Remediación, Avances y Pendientes en la gestión estatal frente a los pasivos ambientales mineros e hidrocarburífero”, menciona que:

El informe redacta que las actividades mineras e hidrocarburíferas generan riesgos significativos a la sociedad, estos surgen a consecuencia de los trabajos de extracción y traslado de minerales, petróleo y gas así como por impactos que el desarrollo de dichas acciones, pueden generar en el ambiente y en la propiedad de terceros por ello se requiere que las empresas que realicen estas actividades cumplan con las exigencias ambientales necesarias para cautelar el ambiente y restaurar lo afectado se concluye que el objetivo del informe mencionado es evaluar la gestión estatal frente a los pasivos ambientales mineros y de hidrocarburos con el propósito de formular recomendaciones que contribuyan a los peruanos y peruanas a vivir en un ambiente equilibrado y adecuado del mismo modo resalta la importancia del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, el interés y la preocupación de la población sobre el cuidado de los mismos que en muchos casos tiene sustento en experiencias de un inadecuado aprovechamiento, reflejado en pasivos ambientales.

### ***1.2.3 Antecedentes Locales***

García Alania, Sandro (2018), en su tesis “Remediación de los pasivos ambientales mineros generados por la ex unidad minera Lichicocha Activos Mineros S.A.C. con fines de disminuir los lixiviados a la subcuenca del río Santa Eulalia y cuenca del río Rímac”, expone que:

El objetivo de la presente investigación es evaluar si la remediación de los pasivos ambientales mineros generados por la ex unidad minera Lichicocha Activos Mineros S.A.C. disminuirá los lixiviados a la sub subcuenca del río Santa Eulalia y cuenca del Río Rímac. Con la presente investigación se da a conocer la remediación de los pasivos ambientales mineros generados por la ex unidad minera Lichicocha Activos Mineros S.A.C. lo cual se demostrará la disminución y mitigación de los lixiviados a la subcuenca del río Santa Eulalia y cuenca del río Rímac.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo General***

- Proponer un modelo catastral para pasivos ambientales mineros con aplicación de sistema de información geográfica a partir de un diseño de base de datos que permita representar el proceso de identificación de pasivos ambientales mineros con fines de gestión y planificación del territorio.

#### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- Diseñar una base de datos para la identificación de pasivos ambientales mineros que permita promover una buena gestión y planificación de manera rápida y confiable.
- Analizar y representar el proceso de identificación de pasivos ambientales mineros para la aplicación de un sistema de información geográfica para fines de gestión y planificación del territorio.
- Aplicar el sistema de información geográfica para la representación e identificación de pasivos ambientales mineros que favorezcan la buena gestión y planificación del territorio.

#### **1.4. Justificación**

Los motivos que llevaron a realizar el presente trabajo son por la carencia de un modelo catastral para pasivos ambientales mineros en nuestro país, modelo que es muy importante para la gestión y planificación de nuestro territorio, si bien en la actualidad existe un inventario de pasivos ambientales mineros, modelo que debería ser mejorado en la identificación, caracterización y evaluación con fines de oportunidades de ordenamiento y desarrollo territorial.

También debemos mencionar el riesgo que representan los pasivos ambientales mineros a la salud, pueden generar la presencia de minerales en la sangre y a la vez afectar las vías respiratorias.

Los PAM's representan riesgos para el medio en el que vivimos, generan agentes contaminantes que dañan el agua, aire, suelo, puede acabar con la vida de seres vivos que habitan en el ecosistema, puede provocar inestabilidad física, derrumbes o deslizamientos, dañar cultivos, paisajes dependiendo de la temperatura, geografía y otros factores en donde se encuentran.

Los conflictos sociales que resultan con las comunidades alrededor de los proyectos mineros sean áreas de influencia directa o indirecta, conflicto que día tras día se intensifican a raíz de la falta de atención a estos pasivos ambientales mineros.

Los resultados de este trabajo permitirán a la población y autoridades crear una visión de desarrollo con fines de gestión y planificación en el territorio, fines que pueden ser diversos de acuerdo a la institución y la necesidad.

Para este proyecto trabajaremos como muestra a los pasivos ambientales mineros de la ex Unidad Minera Lichicocha ubicada en el distrito de Marcapomacocha ya que desde tiempo

pasado ha tenido relación directa con la minería y hoy considerado de gran importancia para su rehabilitación al encontrarse dentro de la cuenca del río Rímac.

Por ello se considera necesario establecer un modelo de identificación catastral para pasivos ambientales mineros que sean adecuados y de fácil uso para el usuario, tener en cuenta que el personal a trabajar el llenado de fichas debe estar previamente capacitado en conocimientos de PAM's ya que corresponde se tenga noción del trabajo a realizar, tener en cuenta que la información a llenar en la ficha es información directa (in situ) e indirecta (informes, estudios ya realizados), para ello la investigación preliminar donde se pretende hallar informes con respecto a monitores ambientales, bilógicos; mineralogía para que sean un soporte y alimente la información de nuestras fichas.

También se considera que este modelo presentado será adaptable para el uso de futuros trabajos, estudios que quieran caracterizar los pasivos ambientales mineros, estudios relacionados a afectación en grados o intensidades de impactos salud o temas diversos que el profesional con especialidad vaya a trabajar.

En consecuencia, el presente proyecto modelo catastral para pasivos ambientales mineros es una herramienta de fácil y rápido uso para el usuario, permitiendo así el desarrollo de actividades con fines de gestión y planificación del territorio.

## **1.5. Hipótesis**

### ***1.5.1 Hipótesis General***

- La propuesta de un modelo catastral para pasivos ambientales mineros con aplicación de un sistema de información geográfica a partir de un diseño de base de datos y procesos permitirá promover buena gestión y planificación de territorio.

### ***1.5.2 Hipótesis Específicos***

- El Diseño de una base de datos permite la identificación rápida y confiable de pasivos ambientales mineros para promover buena gestión y planificación de manera rápida y confiable.
- El análisis y representación de procesos favorece a la aplicación de un sistema de información geográfica que permite, la identificación de pasivos ambientales mineros para fines de gestión y planificación del territorio.
- Aplicando el sistema de información geográfica se favorece a la buena gestión y planificación del territorio.

## II. Marco teórico

### 2.1. Bases Teóricas

#### 2.1.1 *Sistema de Información Geográfica*

“Sistema de información geográfica (o Gis simplemente) como denominación de base de datos computarizada que contiene información espacial. Conceptos semejantes, tales como base de datos georreferenciados o base de datos espaciales” (Cebrian & Mark, 1986)

“El sistema de información geográfica se presenta como una tecnología aplicada a la resolución de problemas territoriales, una herramienta que añade valor a la información y que puede comportarse simultáneamente como sistema de información y sistema de apoyo a las decisiones” (Bosque Sendra, 1994).

“Un Sistema de Información Geográfica (SIG) se puede definir como aquel método o técnica de tratamiento de la información geográfica que nos permite combinar eficazmente información básica para obtener información derivada. Para ello contaremos tanto con las fuentes de información como con un conjunto de herramientas informáticas (hardware y software) que nos facilitarán esta tarea; todo ello enmarcado dentro de un proyecto que habrá sido definido por un conjunto de personas y controlado así mismo por los técnicos responsables de su implantación y desarrollo. En definitiva, un SIG es una herramienta capaz de combinar información gráfica (mapas) y alfanumérica (estadísticas) para obtener una información derivada sobre el espacio”(Domínguez Bravo, 2000).

Puebla, J. G. (1997). Los sistemas de información geográfica constituyen uno de los campos más dinámicos y novedosos de aplicación de la informática, que intenta capturar en su modelo de datos la realidad y no una imagen determinada de ésta a través de la información alfanumérica, las características de un lugar de interés, junto con su posición espacial (dónde

están) y sus relaciones espaciales ( qué cerca está, qué carreteras conectan, etc.)este tipo de preguntas combinadas es común en muchas áreas de actividad de planeamiento y gestión. Los sistemas de información geográfica tienen dos componentes fundamentales:

Un modelo de datos en que se almacenan las características de los objetos de forma similar o como se almacenan en una base de datos convencional, junto con información posicional (coordenadas) y las relaciones con distintos objetos.

Una colección de funciones que nos permite interrogar a la base de datos y obtener respuestas, bien en base a listados o imágenes.

### **A. Componentes del sistema de información geográfica**

Los SIG son elementos fundamentales integrados que brindan soporte informativo al usuario al hacer consultas de forma interactiva de información, generándose datos específicos sobre diversas ubicaciones de las zonas, datos en forma de mapas, datos numéricos entre otros. Es preciso destacar que el sistema se le debe computar información para que este realice estos procedimientos mediante procesos definidos como datos, igualmente debe contar con el personal adecuado, contar con visualización y el factor organizativo, los cuales mencionamos a continuación.

#### **▪ Datos y Modelo de Datos**

Los datos SIG simbolizan los elementos procedentes dentro del contexto real, como uso de los suelos, altitudes de los sectores o terreno, así como también las carreteras. Se puede señalar que, como elementos esenciales los datos, son aquellos que dan sentido a la información geográfica del sistema, transformándose en obligatorios. Desde esta perspectiva, los datos geográficos son los que permiten profundizar en las características y en el conocimiento de las propiedades previstas a utilizar en el sistema (Olaya, 2011).

Modelo de datos Vectorial, es el modelo de datos más clásico en el que se distinguen tres tipos de entidades básicas: puntos, líneas y polígonos. Los arcos se conectan en nodos y los polígonos están compuestos por arcos, de forma que todas las entidades mantienen relaciones topológicas: los arcos que están conectados a un nodo, el arco que constituye la frontera común entre dos polígonos, etc. Cada entidad tiene, además, un registro asociado en la base de datos. Este tipo de datos es muy flexible ya que para cada tipo de datos se puede asociar una estructura por ejemplo si tuviésemos la base de datos de una ciudad podríamos aplicar el modelo siguiente.

Modelo de datos Raster, las estructuras vectoriales son muy adecuadas para ciertos tipos de información, redes de suministro, divisiones administrativas, redes de transporte, tipos de cultivo, etc. Es decir, variables que tienen una definición geométrica clara. Sin embargo, hay otras variables que tienen una definición continua: la temperatura, el relieve, la contaminación van variando de forma continua para ellas se utiliza la representación raster, una representación de datos raster divide el espacio en cuadrículas del tamaño que defina el usuario y a cada cuadrícula se le asigna un valor este tipo de representación tiene la ventaja de poder acercarse a la variable que deseamos representar tanto como queramos, a más precisión, mayor es la ocupación de espacio en disco y aunque existen algoritmos de compresión la representación raster siempre ocupa más espacio que la vectorial.

- **Proceso**

El proceso, son todas aquellas acciones involucradas en la recolección de información e introducción de esta al sistema, definiendo el diseño tomando en cuenta la operatividad y la calidad. Por otra parte, para la efectividad del SIG se debe contar con el personal capacitado, así como programas y equipos actualizados para ejecución, organización, planificación y supervisión, partiendo de la calidad de los datos, como garantía de la calidad final del sistema.

- **Visualización.**

La visualización implica que, este sistema puede representar de forma gráfica, permitiendo la mejor interpretación de la información, ayudando a tomar decisiones con prontitud y con la inmediatez de tiempo requerido. Admite también la presencia de ciertos patrones sistemáticos, los cuales son en la mayoría de los casos más fáciles de estudiar cuando se observan de forma visual, ayuda a ver la situación desde otra perspectiva. Cuando se habla de la geografía, la información visual ayuda a encontrar muchas alternativas de solución ante una misma realidad; debe tenerse presente que está a su vez, a través del tiempo se ha trabajado con mapas e imágenes que permite a la persona desarrollar su imaginación y creatividad. Debe señalarse que, un mapa puede ser interpretado como una imagen visual (Olaya, 2011).

- **Tecnología**

En su investigación titulada “Sistema de información geográfica”, sostiene lo siguiente:

El SIG, posee una parte conectada al área tecnológica el software, el cual permite manipular gran cantidad de datos. Estas softwares han ido mejorando con el tiempo haciéndose más ágiles, con mayor capacidad, existen aplicaciones denominadas básicas, las cuales sólo permiten visualizar, análisis, cierta cantidad de datos y análisis muy sencillos; sin embargo, se cuenta también con otros más sofisticados, desarrollados más en un campo en particular, en este contexto entran los SIG, los cuales requieren de un software específico que permita realizar todas las actividades que se necesitan para poder cumplir con los objetivos, además de garantizar la eficacia y eficiencia del SIG, como la visualización cartográfica, elaboración de mapas, partiendo de las especificaciones de la región, etc. (Olaya, 2011).

Es importante acotar que, este sistema puede adecuarse a una gran cantidad de programas y software, puede incluso utilizarse en sistemas combinados y conectados en redes, debe

mencionarse que los equipos en físico o hardware conforman el conjunto de elementos requeridos para dar inicio a un SIG, a su vez, se requieren de otras herramientas que permitan almacenar grandes cantidades de información, así como analizarla y convertirla en información geográfica (Codazzi., 2004).

- **Factor Organizativo**

Es imprescindible para implementar un SIG, un equipo de trabajo con suficiente organización, planificación entre todos sus componentes. Evidentemente, la interrelación entre sus componentes marcará la diferencia, para garantizar la calidad del sistema, esta postura cada día cobra más fuerza, esto se relaciona con la complejidad del sistema y los requerimientos de uso, lo cual permite el establecimiento de parámetros para obtener los resultados esperados (Olaya, 2011).

- **Personal**

El personal es esencial para cualquier tarea, en este caso específico, es necesario que posean el conocimiento necesario, en diversas áreas, la tecnológica para manejar el sistema y coordinar las interrelaciones entre los elementos. Asimismo, la experiencia es indispensable, para el abordaje de la situación, por ejemplo, tomar decisiones acertadas, disminuir riesgos de fallas, evitar errores. También debe contar con personal de apoyo que maneje el área de la cartografía y mapas, en conjunto se lograría elevar el nivel del producto final. Es necesario acotar que, el especialista puede elevar el potencial del diseño, implementando múltiples herramientas para agilizarlo (Codazzi., 2004)

## **B. Aplicaciones del sistema de información geográfica**

La capacidad de tratar de forma conjunta las propiedades de los objetos junto con su localización espacial es de uso general y en realidad resulta más difícil discernir en qué campos

no sedan de utilidad que sus campos de aplicación de hecho, están siendo aplicados en actividades muy diferentes.

Estudios y Análisis, son el campo original de aplicación, estudios como el impacto ambiental, la planificación urbanística, los estudios de viabilidad, la utilización de recursos naturales, hacen un uso extensivo de los Sistemas de información geográfica.

Inventarios y Catastros, la capacidad de almacenar las entidades espaciales (parcelas) junto con sus atributos (propietario, uso, etc.) convierten a los SIG en la tecnología idónea para servir como soporte a los grandes inventarios: catastro, cultivos, censos, etc. De hecho, actualmente la mayoría de estos inventarios están siendo realizados con la ayuda de los SIG y las administraciones públicas se han convertido en los principales usuarios.

Servicios Públicos, las compañías de servicios públicos (Electricidad, Teléfonos, Abastecimiento de aguas, Saneamiento) tienen que gestionar grandes redes sobre el territorio operaciones como mantenimiento, reparaciones, calidad de servicio, o inclusive la atención a clientes, se basan en tecnología SIG.

Geomarketing, es una de las últimas áreas de aplicación de los SIG, operaciones como la expansión de una cadena de franquicias o las especializaciones de una red bancaria tienen un fuerte componente geográfico.

Ocio, la popularización de la informática, con el ubicuo PC y las nuevas redes de información que ya llegan a muchos hogares, han llevado su utilización como plataforma de aplicaciones de ocio, desde las más lúdicas (juegos) hasta ser el soporte de guías turísticas, y todas estas aplicaciones tienen un componente geográfico que, aunque actualmente se resuelve mediante imágenes más o menos estáticas, es previsible que utilicen tecnología SIG en un futuro cercano.

### **2.1.2 Catastro**

“El Catastro es un inventario público de datos, metódicamente recopilados, relativos a las propiedades de un país o de un distrito, basado en la medición de sus contornos”. (Kauffmann Jurg y Steudler, 2014).

“El catastro es un sistema de información de tierras basado en el predio, para el desarrollo económico, social, la administración de tierras, planeación urbana y regional, monitoreo ambiental y desarrollo sostenible, concepto que es mencionado por que la federación internacional de geómetras (FIG) y las Naciones Unidas dan una definición moderna y vanguardista del catastro.” (Ochoa, 2009)

“El catastro es el inventario de los inmuebles que conforman el territorio de un municipio, así como de la infraestructura y equipamiento de los mismos, estructurado por el conjunto de registros o padrones inherentes a la edificaciones, descripción, cartografía y valuación masiva de estos para fines fiscales y usos multitudinarios, procurando la actualización permanente de las características cualitativas y cuantitativas de la tierra y de las construcciones que en ella se asienten”. (Briceño, 2005)

Ley N° 28294, indica que el catastro es el inventario físico de los predios orientado a un uso multipropósito, y se encuentra constituido por la suma de predios contiguos que conforman el territorio de la República, a los cuales se le asigna un Código Único Catastral con referencia al titular o titulares del derecho de propiedad del predio.

#### **A. Sistema Catastral.**

Catastro en el Perú se encuentra trabajándose en diferentes instituciones quienes se encargan desde sus diferentes visiones institucionales y de acuerdo el tipo de propiedad que se

desarrolla para cada predio. Tienen por finalidad regular la utilización de los recursos en las entidades de la Administración Pública, promoviendo la eficiencia y eficacia en su uso.

En dicho contexto identificamos la existencia de tres modelos de gestión del catastro que se encuentran vigentes y desarticulados:

Un modelo de gestión descentralizada, que está conformado por los Gobiernos locales y regionales, porque de acuerdo con las normas legales actualmente vigentes, el catastro de los predios urbanos y rurales depende exclusivamente de las decisiones individuales de las gestiones municipales distritales; las que no han establecido mecanismos de seguimiento, monitoreo, o control para llevar a cabo esta actividad. Aun cuando por Ley Orgánica de Municipalidades – Ley N°27972 y por Ley N° 28294, se determina que el catastro de toda una jurisdicción (tanto urbana como rural) es de responsabilidad exclusiva de las municipalidades distritales, en la práctica, esta actividad no se lleva a cabo, por ello la intervención del Estado a través de sus sectores con competencias nacionales al que hemos denominado modelo de gestión sectorial. Por otro lado, en el caso de los Gobiernos Regionales asumen su participación en el desarrollo del catastro rural (exclusivamente de predios con potencial agrícola) según disposición contenida en la Ley N° 27867.

Un modelo de gestión sectorial a cargo de distintas entidades públicas tales como el Ministerio de Cultura, SERFOR, INGEMMET, COFOPRI, SBN, Ministerio de Educación, Ministerio de Salud, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) entre otras, quienes a iniciativa propia realizan inventarios de información territorial para sus propios fines, esto último como consecuencia de la ausencia de catastro por parte de las municipalidades distritales. En el caso del MINAGRI efectúa trabajos conjuntos con los Gobiernos regionales respecto a los predios rurales de uso agrícola y las comunidades

campesinas y nativas. Actualmente, el MINAGRI viene desarrollando el Proyecto de Inversión Pública “Catastro, Titulación y Registro de Tierras Rurales en el Perú, Tercera Etapa - PTRT3” a través de la Unidad de Gestión de Proyectos Sectoriales (UEGPS) y en coordinación con los gobiernos regionales.

Un modelo de gestión nacional a cargo del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial (SNCP) que dicta las normas técnicas y manuales para los predios urbanos y rurales, de estricto cumplimiento para los entes generadores de catastro.

La política nacional establece un Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial (SNCP), con tres órganos según Ley N°28294, el Consejo Nacional de Catastro, la Secretaría Técnica y las Comisiones Consultivas; a fin de promover e impulsar el desarrollo del Catastro. (Ley del Catastro 28294, 2004)

El modelo de catastro se fundamenta en teoría de la calidad total, considerando “el conjunto de características (inherentes o asignadas, cualitativas, cuantitativas, físicas, sensoriales, comportamentales, temporales, ergonómicas o funcionales), propias del producto o servicio que se brinda a los usuarios y que cumple con los requisitos y normas establecidas”. Calidad basada en sistema de gestión de calidad (SGC), con elementos interrelacionados: procesos, estructuras, personas, procedimientos y recursos asignados, cuyo propósito final es la mejora continua del desempeño laboral, certificada con ISO 9001:2008, norma internacional.

#### **B. Consejo Nacional de Catastro.**

El Consejo Nacional de Catastro es el encargado de aprobar la política Nacional del SNCP y las normas respecto a su ejecución, así como la política referida a la integración catastral, y tiene la facultad de emitir las directivas que fuesen necesarias para su implementación. El Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial – SNCP, se

encuentra conformado por el Consejo Nacional de Catastro el cual se encuentra integrado por la SUNARP, COFOPRI, INGEMMET, ICL, SBN, AMPE, IGN. La presidencia del Consejo Nacional de Catastro la tiene la SUNARP, por mandato legal.

### Figura 1

*Entidades que conformar el SNCP*



### C. Catastro Minero.

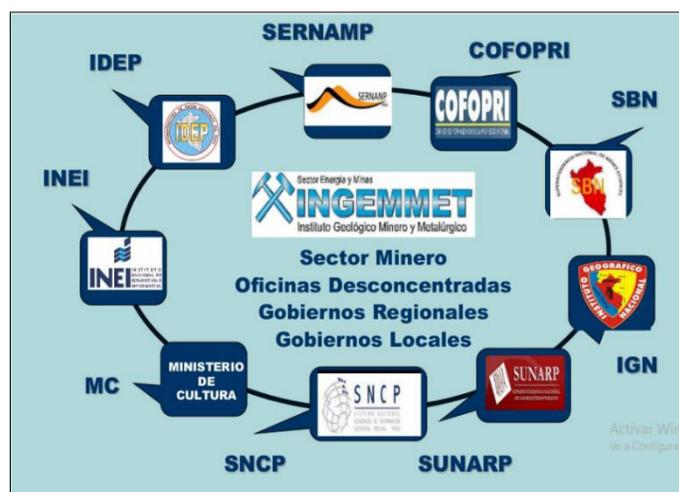
Se define como un inventario de áreas mineras (concesiones mineras y áreas restringidas a la actividad minera); que cuenta con respaldos en forma gráfica y alfanumérica en una base de datos digital y tiene como elemento más importante los polígonos mineros que están definidos por las coordenadas de los vértices de las áreas mineras.

El catastro minero en el Perú es administrada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET cuya misión es otorgar títulos de concesiones mineras, administrar el catastro minero nacional y el derecho de Vigencia y penalidad con transparencia y seguridad jurídica; así mismo, mediante la investigación, procesar, administrar y difundir eficientemente la información geo científica del territorio nacional, a fin de promover la inversión, apoyar la

planificación del desarrollo y contribuir en la búsqueda de una mejor calidad de vida para los peruanos. INGEMMET es una institución que trabaja de mano con otras instituciones del estado.

## Figura 2

### *Instituciones que Trabajan con INGEMMET*



Nota. Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2008).

### 2.1.3 Pasivos Ambientales

“Se puede definir a los pasivos ambientales como aquellas situaciones ambientales que representan un gran riesgo para el medio en el que vivimos. Generan grandes cantidades de agentes contaminadores que dañan el agua, el aire, el suelo y a la vez, alteran la calidad de vida de las personas por lo general, estos se producen cuando una actividad minera, gasífera o petrolera abandona el lugar en donde operaba sin reparar los daños ocasionados al medio ambiente. La pesca, agricultura, residuos municipales e incluso, nuestras actividades diarias, también son fuentes generadoras de pasivos ambientales”. (Russi, 2002)

“Los pasivos ambientales son impactos negativos generados por las actividades productivas o de servicios abandonadas con o sin responsable identificable y en donde no se

haya realizado un cierre de actividades regulado y certificado por la autoridad correspondiente al ministerio del ambiente”(Ambiente, 2012).

#### **A. Pasivos Ambientales Mineros(PAM's)**

Los Pasivos Ambientales Mineros son obligaciones financieras que tienen las personas naturales y jurídicas para la reparación de los daños que han causado al medio ambiente o por incumplimiento de la legislación ambiental se tiene entonces que los Pasivos Ambientales Mineros son dichas obligaciones financieras para la reparación de los daños causados al entorno por la actividad minera e impactos ambientales provocados por ella, así como por el incumplimiento de la legislación minera y ambiental al respecto existente” (Ponce Seoane & Díaz Comesañas, 2011).

“Pasivos ambientales mineros son sitios, faenas o instalaciones mineras, incluyendo sus residuos, abandonados o paralizados que puedan constituir un riesgo significativos para la vida o salud de las personas o el medio ambiente. Si bien no se habla en esta definición sobre “daño”, se debe entender como característica el ser cierto de tal forma que si no se remedia se producirá daños a las personas en su salud o ambiente”. (Moreno & Chaparro Ávila, 2008) .

“Son aquellos impactos negativos generados por las operaciones mineras abandonadas con o sin dueño u operador identificables y en donde no se haya realizado un cierre de minas regulado y certificado por la autoridad correspondiente”. (Yupari, 2003)

Pasivos ambientales mineros Son aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, abandonados o inactivas que constituye un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, ecosistema circundante y la propiedad. (Ley 28271 - Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera)

## **B. Pasivos Ambientales Mineros Legislación Internacional**

Según (Angela, 2016) en su trabajo, estudio sobre lineamientos, incentivos y regulación para el manejo de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM), incluyendo cierre de faenas mineras indica que:

En el estado plurinacional de Bolivia no existe una definición oficial para los PAM's, pero si se encuentra una definición para los pasivos ambientales en términos generales, es el conjunto de impactos negativos perjudiciales para la salud y medio ambiente, ocasionado por determinadas obras y actividades existentes en un determinado periodo de tiempo.

En Chile el “Pasivo Ambiental Minero es toda faena minera cerrada o paralizada, incluyendo sus residuos, que constituyen un riesgo significativo para la vida o salud de las personas, o para el medio ambiente, así declarado por el Servicio Nacional de Geología y Minería”.

En Colombia actualmente no existe una definición única y oficial en referencia a los PAM's, sin embargo en los últimos años se han llevado a cabo diferentes esfuerzos para definir a los PAM's como una obligación que se origina en pérdidas significativas de bienestar o riesgos inminentes para las personas, que se presentan como consecuencia del detrimento de los recursos naturales renovables, cuando éste detrimento supera los niveles social, técnica o legalmente aceptables y ha sido causado por una actividad minera.

## **C. Pasivos Ambientales Mineros en el Perú.**

(Ley 28271 - Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera), indica que en nuestro país desde el año 2004, mediante la Ley N° 28271 – Ley que regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera, se reguló el tratamiento de los pasivos ambientales mineros con la finalidad de remediar los impactos a través de su identificación, la atribución de

responsabilidades, así como el financiamiento para su reducción y/o eliminación en las zonas afectadas.

Así mismo nos otorga la definición de pasivos ambientales mineros como aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, abandonados o inactivas que constituye un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, ecosistema circundante y la propiedad. Los pasivos ambientales mineros se clasifican en:

- Pasivo ambiental minero abandonado: Pasivos que se encontraban localizados fuera de una concesión vigente a la fecha de entrada en vigencia de la Ley N° 28271.
- Pasivo ambiental minero inactivo: Aquellos pasivos que a la fecha de vigencia de la Ley N° 28271, se encontraban localizados en concesión vigente, en áreas, labores o instalaciones que estaban sin operar durante dos años o más.

### **E. Impactos de los Pasivos Ambientales Mineros en el Perú**

Como toda actividad productiva, la minería produce impactos. El término impacto ambiental se puede entender como la alteración positiva o negativa de la calidad ambiental, provocada o inducida por cualquier actividad. (Ambiente, 2012)

Según la dirección general de calidad ambiental del MINAM, el impacto ambiental hace referencia a cualquier cambio, modificación o alteración de los elementos del medio ambiente o de las relaciones entre ellos, causada por una o varias acciones (proyecto, actividad o decisión). El sentido del término no involucra ninguna valoración del cambio, la que depende de juicios de valor.

Los Impactos ambientales de los pasivos ambientales mineros son los siguientes:

- Contaminación de Agua. El agua se considera contaminada cuando se altera su composición de tal forma que resulta menos apta para cualquier o todas las funciones y propósitos para los que sería apropiada en su estado natural. Alteraciones tales como: propiedades físicas, químicas y biológicas, asimismo, la descarga de sustancia líquidas, gaseosas o sólidas que producirán alteraciones en las aguas, siendo un peligro para la salud pública, la ganadería, la agricultura y la fauna acuática.
- La contaminación de agua se debe a la liberación de contaminantes tóxicos contenidos en los residuos mineros y desde las obras mineras, los tajos abiertos, los socavones entre otros. Existen diferentes fuentes y mecanismos de liberación de estos contaminantes, el potencial de liberación de estos elementos y el riesgo asociado depende de las condiciones específicas del sitio, incluye el diseño, la operación de la extracción, del procesamiento de la extracción, gestión de residuos, calidad de medidas de mitigación, aspectos ambientales como el clima y la cercanía de los posibles receptores (Muqui, 2015)
- Contaminación del Suelo. Remoción incontrolada de la capa vegetal y deforestación, en la fase extractiva de la explotación de cielo abierto; puede abarcar considerables extensiones. Los procesos erosivos incontrolados producen cambios en el paisaje, asimismo, alteración en el drenaje, absorción de contaminantes transportados por vía aérea y luego depositados en el suelo. (Brack Egg, 2008)
- Contaminación del Aire. Se entiende por contaminación del aire la dispersión de sólidos en suspensión emitidos en cualquiera de las etapas de producción y el cierre. Así como los humos tóxicos que aniquilan la vegetación, afectan a la agricultura y la salud humana. (Brack Egg, 2008)

- Impacto en la Salud Humana. .Patologías respiratorias, oftalmológicas y problemas nerviosos (stress) en la población circundante, generados por ruidos, vibraciones, polvo y cambios del paisaje. (Brack Egg, 2008)
- Impacto en los Seres Vivos. Migración y extinción de especies de animales, introducción de nuevas especies vegetales por programas de reforestación. (Brack Egg, 2008)
- Impactos Socioeconómicos. Puede ser impactado tanto directa como indirectamente por los proyectos mineros. Se puede incluir a las diferentes etnias y comunidades nativas compitiendo por recursos ambientales, es decir la tierra y el agua que pueden ser reducidos en cantidad como resultado del proyecto minero. (Brack Egg, 2008).

#### **F. Identificación de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú**

Según el informe Preliminar de Actualización del inventario de Pasivos ambientales Mineros, nos relata lo siguiente:

Desde el año 1995, se han desarrollado diversos proyectos relacionados a la identificación y remediación de los pasivos ambientales mineros como el Proyecto PRODES (Proyecto Desarrollo Sostenible), Proyecto Mantaro, Proyecto EPA (Eliminación de Pasivos Ambientales) y el convenio con el FONAM (Fondo Nacional del Ambiente).

El proyecto PRODES se creó en el año 1995 con el fin de identificar los pasivos ambientales mineros, dicho proyecto realizó el diagnóstico ambiental de 16 cuencas hidrográficas del Perú con actividad minera, mediante los Estudios de Evaluación Ambiental Territorial (EVAT).

El Proyecto Mantaro se inició el año 1997 para el Control de la Contaminación Ambiental de Origen Minero Metalúrgico en la Cuenca del Río Mantaro (Sub Proyecto Mantaro), el cual tuvo la finalidad de identificar alternativas de solución a los problemas

ambientales del río Mantaro, uno de los objetivos del Proyecto Mantaro fue la realización de un Inventario de Minas Abandonadas en la Cuenca del Río Mantaro en el tramo comprendido entre Cerro de Pasco y Cobriza en febrero de 1997.

El Proyecto EPA (Eliminación de Pasivos Ambientales) se inició en enero del 2001 a cargo de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM). Tuvo como finalidad realizar estudios y obras para la rehabilitación de áreas afectadas por pasivos ambientales históricos originados por actividades mineras y energética en base a estos estudios se identificaron 611 pasivos ambientales mineros en el 2003.

En el año 2005, el MINEM suscribió un convenio con el FONAM (Fondo Nacional del Ambiente). Quien está encargado de obtener y administrar el financiamiento para la remediación ambiental de pasivos ambientales a cargo del Estado.

Finalmente en el año 2006, mediante R.M. N° 290-2006-MEM/DM se aprobó el inventario inicial de pasivos ambientales mineros como lo exige el artículo 6 del Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera, el cual indica que el Ministerio de Energía y Minas, a través de la Dirección General de Minería, está facultado para realizar todas las acciones que resulten necesarias para la identificación de los pasivos ambientales mineros, la elaboración y actualización del inventario y la determinación de los responsables de las medidas de remediación ambiental correspondiente. En dicho inventario inicial se identificaron un total de 850 pasivos ambientales mineros, que fueron resultado de los proyectos mencionados.

El artículo 3 de la Ley N° 28271, establece que la identificación, elaboración y actualización del inventario de los pasivos ambientales mineros son efectuadas por el órgano técnico competente del Ministerio de Energía y Minas; de acuerdo al cronograma establecido en la Fase I del Plan de Manejo de Pasivos Ambientales Mineros, la Dirección Técnica Minera de la

Dirección General de Minería ha efectuado la actualización del Inventario de los Pasivos Ambientales Mineros ubicados en las cuencas hidrográficas Alto Huallaga, Alto Marañón, Cabanillas, Crisnejas, Illpa, Jequetepeque, Llaucano, Mantaro, Perene, Rímac, San Juan y Santa; Que, realizadas las visitas de campo a las cuencas hidrográficas indicadas y desarrollado el trabajo en gabinete correspondiente, la Dirección Técnica Minera de la Dirección General de Minería ha emitido el Informe N° 032-2018-MEMDGM/DTM/PAM en el que señala que se han identificado nuevos pasivos ambientales mineros se han actualizado otros identificados anteriormente y se han excluidos del Inventario existente, ciertos pasivos ambientales mineros, resultando necesario actualizar dicho Inventario. R.M. N° 224-2018-MEM/DM (2018).

Respecto penúltima actualización del inventario de PAM's realizada por el MINEM en el año 2018, se han identificado ocho mil setecientos noventa y cuatro (8794) pasivos mineros a nivel nacional; de los cuales el 29 % se encuentran en gestión de remediación y/o reaprovechamiento y el 19 % cuenta con un Plan de Cierre de Pasivos Aprobado.

FONAM (Fondo Nacional del Ambiente), afirma que el sector minero es un importante contribuyente en el país; el año 2017 representó alrededor del 10% del Producto Bruto Interno (PBI). En la actualidad el sector minero genera empleo directo e indirecto a casi 1.4 millones de personas, siendo que, si se suma a esta cifra las personas que dependen de estos trabajadores, entonces, la sexta parte de la población encuentra su sustento diario en este importante subsector.

Sin embargo, hoy en día se puede observar la presencia de conflictos entre desarrolladores de proyectos mineros y las comunidades/poblaciones del área de influencia de los proyectos. Se considera que, la principal causa de esos conflictos es la preocupación de los lugareños por sus tierras, las aguas y el ambiente, que son casi siempre los únicos recursos en que basan su sustento. Según el último reporte mensual de la Defensoría del Pueblo (diciembre

2018), de los 113 conflictos socio ambientales activos y latentes registrados, el 64.6% (73 casos) corresponde a conflictos relacionados a la actividad minera; le siguen los conflictos por actividades hidrocarburíferas con 13.3% (15 casos).

Al respecto, el Estado viene promoviendo el crecimiento de las actividades minero – energética fomentando la prevención y mitigación de los impactos ambientales y sociales, para lo cual el FONAM participa activamente como aliado del estado a fin de lograr un desarrollo sostenible del país.

### Figura 3

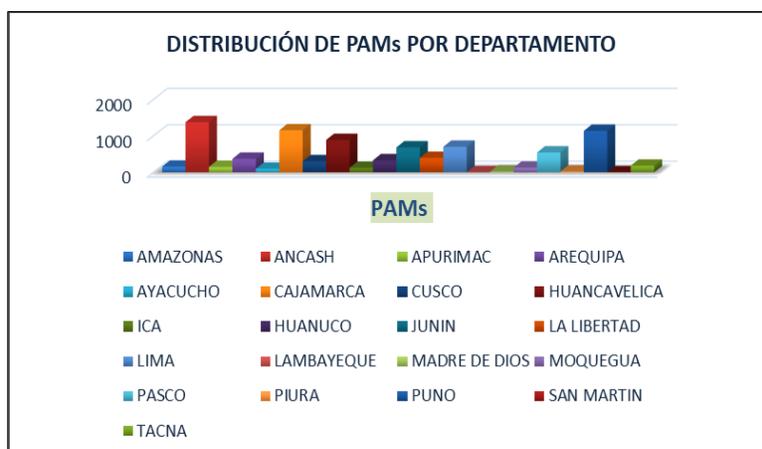
*Pasivos Ambientales Mineros en el Perú 2006-2019*



*Nota.* El número de PAM's ha ido aumentando desde el año 2006 hasta el año 2016, sin embargo, en el año 2018 se muestra una ligera disminución de PAM's. Basado en la Resolución Ministerial 290-2006-MEM-DM (Minas M. d., 2006).

**Figura 4**

*Distribución de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú 2018*



*Nota.* Según el Ministerio de Energía y Minas los departamentos de Áncash, Cajamarca, Puno y Huancavelica son los departamentos con mayor cantidad de pasivos ambientales mineros en nuestro país.

**Tabla 1**

*Distribución Departamental del PAM's – 2018*

Departamento	PAM
Amazonas	157
Ancash	1378
Apurímac	149
Arequipa	372
Ayacucho	98
Cajamarca	1156
Cusco	304
Huancavelica	889

Ica	123
Huanuco	332
Junín	687
La libertad	398
Lima	703
Lambayeque	4
Madre de Dios	22
Moquegua	128
Pasco	545
Piura	24
Puno	1140
San Martín	1
Tacna	184
<b>Total, General</b>	<b>8794</b>

*Nota:* Según el Ministerio de Energía y Minas al 2018 existen 8794 PAM's donde el departamento de Ancash es quien tiene la mayor cantidad de pasivos ambientales mineros. . Basado en la Resolución Ministerial 290-2006-MEM-DM (Minas M. d., 2006).

Tipos de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú .El Ministerio de Energía y Minas considera 5 tipos de componentes de PAM's cuales son:

- Labor minera : Es cualquier hueco excavado para explotar un yacimiento.
- Residuo Minero: Es el residuo sólido, acuoso o en pasta producido por la industria extractiva.
- Infraestructura: Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarias para

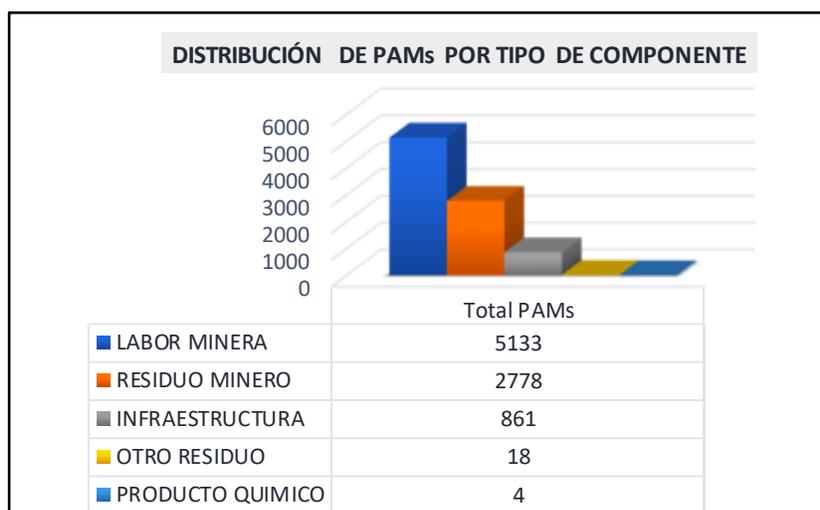
el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.

- Otro Residuo: Comprende residuos de construcción, chatarra, etc.
- Producto Químico: Son sustancias químicas almacenadas o derramadas como:

aceites y combustibles, aceites, grasas industriales, etc.

## Figura 5

*Distribución de Pasivos Ambientales por Componente*



*Nota.* La mayor cantidad de pasivos ambientales mineros corresponden a labor minera. Basado en la Resolución Ministerial 290-2006-MEM-DM (Minas M. d., 2006).

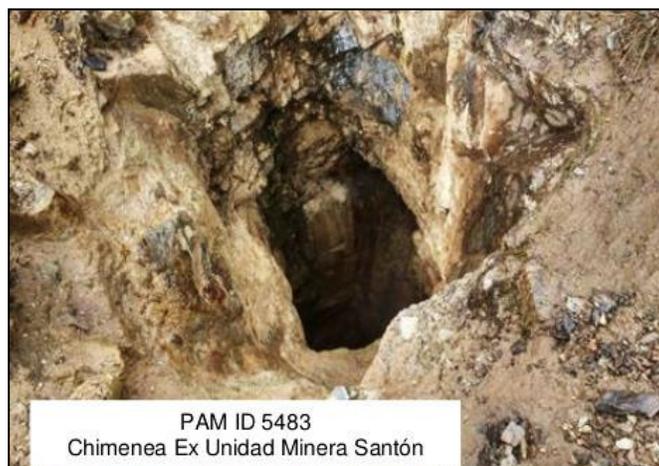
### A. Labor Minera

Una labor minera es cualquier hueco excavado para explotar un yacimiento. Una mina es el conjunto de todas esas labores, especialmente cuando es subterránea. La técnica de aprovechar un yacimiento mediante minería se conoce como Laboreo de Minas.

**Figura 6***Bocamina*

*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

Chimenea, es una excavación vertical o inclinada construida desde un nivel inferior a una superior con la finalidad del paso del personal, para transportar material y para ventilar los lugares de trabajo.

**Figura 7***Chimenea*

*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

Trinchera, excavación en la superficie del terreno más o menos profunda que se realiza normalmente con fines de reconocimiento o exploración.

### Figura 8

#### *Trinchera*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

Media Barreta, son labores mineras dirigidas hacia abajo y cuentan con dimensiones menores a las bocaminas y de poca profundidad.

### Figura 9

#### *Media Barreta*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

Tajo, es el espacio vacío dejado por la explotación de minerales a cielo abierto, este ha quedado generalmente delimitado por caminos de acceso y plataformas de circulación de los camiones.

### Figura 10

*Tajo*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

Tajeo Comunicado, labor minera de explotación que comunica a superficie.

### Figura 11

*Tajeo Comunicado*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

Pique, es una labor vertical o sub vertical, muy utilizada en minería subterránea que sirve de comunicación entre la mina subterránea y la superficie. Su finalidad es el traspaso de mineral, subir o bajar al personal, material, equipos, abastecimiento de agua y todo lo necesario para el desarrollo de la mina.

### Figura 12

#### *Pique*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

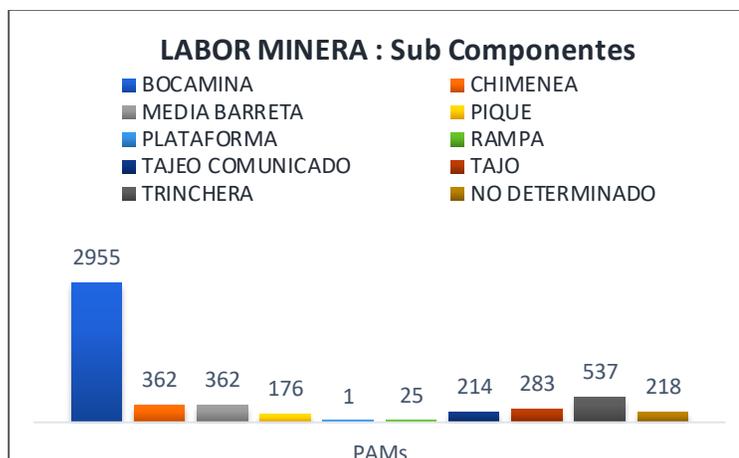
Rampa, excavación inclinada para permitir el ingreso y salida de una labor minera subterránea.

### Figura 13

#### *Rampa*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

**Figura 14***Distribución por Labor Minera*

*Nota:* Existen mayor cantidad de bocaminas ya que es considerada principal y de mayor uso para el ingreso a minas subterráneas. Basado en la Resolución Ministerial 290-2006-MEM-DM (Minas M. d., 2006).

## **B. Residuo Minero**

Es el residuo sólido, acuoso o en pasta, producido por la industria extractiva, compuesta por todos los establecimientos y empresas que practican la extracción en superficie o subterránea de recursos minerales.

Desmonte de Mina, es el área ocupada por los materiales extraídos del interior de la mina o del área de explotación de la minería superficial, que no contiene valores extraíbles.

## Figura 15

### *Desmante de Mina*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

Relave, es un conjunto de desechos de las operaciones mineras usualmente constituido por una Mezcla de rocas molidas, agua y minerales sin valor.

## Figura 16

### *Relave*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

Material de Desbroce, material del proceso de remoción de la roca sobre yacente al depósito mineral para exponer el mineral.

### **Figura 17**

#### *Material de Desbroce*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

Escoria, son un subproducto de la fundición (uso de altas temperaturas) de los metales.

### **Figura 18**

#### *Escoria*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

Pilas de Lixiviación, es un método metalúrgico de extraer el mineral con la adición de reactivos químicos.

## Figura 19

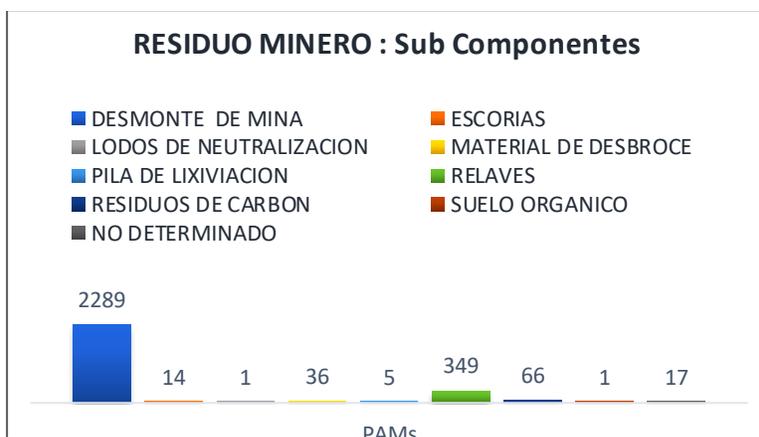
### *Pilas de Lixiviación*



*Nota.* Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Minas M. d., Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú, 2017).

## Figura 20

### *Distribución por Residuo*



*Nota:* Existe una mayor número en sub componentes desmontes de mina y relaves en consecuencia de la actividad minera antigua e ilegal, tiempo donde o había reglamento que obligara al desarrollo de cierre de minas. Basado en la Resolución Ministerial 290-2006-MEM-DM (Minas M. d., 2006).

### C. Otros Residuos

**Figura 21**

*Otros Residuos*



*Nota:* Como sub tipo de componente en otros residuos es encabezado por chatarra propiamente debida al concepto de ella que son trozos de metal de desecho encontrados en las diferentes etapas y procesos de la actividad minera . .

Basado en la Resolución Ministerial 290-2006-MEM-DM (Minas M. d., 2006)

### D. Según el tipo Infraestructura

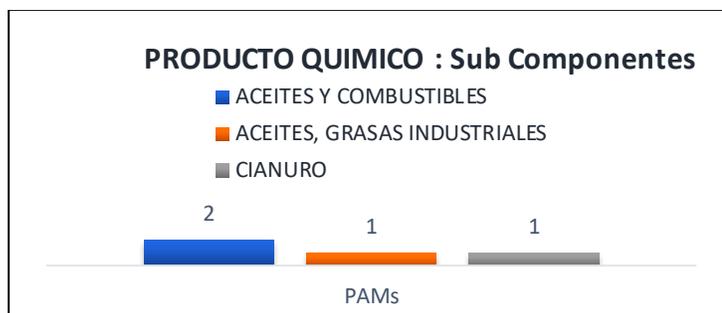
**Figura 22**

*Distribución por Infraestructura*



*Nota:* La mayor cantidad de sub componentes corresponde a campamentos, oficinas y talleres ya que son infraestructuras que evidentemente existen por su importancia en toda actividad minera . Basado en la Resolución Ministerial 290-2006-MEM-DM (Minas M. d., 2006).

#### ▪ Sustancias Químicas Almacenadas

**Figura 23***Distribución por Sustancias Químicas*

*Nota:* Los aceites y combustible es lo que más predomina en este sub tipo de pasivo y es debido a sustancias que son derramadas o almacenadas. Basado en la Resolución Ministerial 290-2006-MEM-DM (Minas M. d., 2006).

## 2.2. Base legal

Ley N° 28271 - Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera. Ley aprobada el 02 de julio del 2004, Modificada por la Ley N° 28526 publicada el 25- 05- 2005, tiene por objeto regular la identificación de los pasivos ambientales de la actividad minera, la responsabilidad y el financiamiento para la remediación de las áreas afectadas por éstos, destinados a su reducción y/o eliminación, con la finalidad de mitigar sus impactos negativos a la salud de la población, al ecosistema circundante y la propiedad.

Artículo 3.- Identificación e inventario de Pasivos Ambientales. La identificación, elaboración y actualización del inventario de los pasivos ambientales mineros, serán efectuadas por el órgano técnico competente del Ministerio de Energía y Minas. Los titulares mineros con concesión vigente, brindarán las facilidades de acceso e información requeridas.

Mediante resolución ministerial N° 224-2018-MEM/DM de fecha junio de 2018, Actualizan inventario inicial de pasivos ambientales mineros con el fin de regular los impactos de la actividad minera y eliminar sus efectos negativos sobre la salud pública, la flora y la fauna.

#### Artículo 4.- Identificación de los responsables de los Pasivos Ambientales

El Ministerio de Energía y Minas a través de su órgano técnico competente identificará a los responsables de las operaciones mineras que abandonaron depósitos de residuos, labores o Instalaciones mineras, generando pasivos ambientales en sus diversas modalidades. También identificará a los titulares de la concesión minera inactivos que mantienen el derecho de concesión y vigencia minera hasta la actualidad y arrastran pasivos ambientales.

Ley N°27867 - Ley Orgánica de Gobiernos Regionales.

Artículo 4.- Finalidad. Los gobiernos regionales tienen por finalidad esencial fomentar el desarrollo regional integral sostenible, promoviendo la inversión pública y privada y el empleo y garantizar el ejercicio pleno de los derechos y la igualdad de oportunidades de sus habitantes, de acuerdo con los planes y programas nacionales, regionales y locales de desarrollo.

Artículo 5.- Misión del Gobierno Regional. La misión de los gobiernos regionales es organizar y conducir la gestión pública regional de acuerdo a sus competencias exclusivas, compartidas y delegadas, en el marco de las políticas nacionales y sectoriales, para contribuir al desarrollo integral y sostenible de la región.

Artículo 6.- Desarrollo regional El desarrollo regional comprende la aplicación coherente y eficaz de las políticas e instrumentos de desarrollo económico social, poblacional, cultural y ambiental, a través de planes, programas y proyectos orientados a generar condiciones que permitan el crecimiento económico armonizado con la dinámica demográfica, el desarrollo social equitativo y la conservación de los recursos naturales y el ambiente en el territorio regional,

orientado hacia el ejercicio pleno de los derechos de hombres y mujeres e igualdad de oportunidades.

Ley N°30156 - Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Artículo 4.- Finalidad. El ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, señala que tiene por finalidad normar y promover el ordenamiento, mejoramiento, protección e integración de los centro poblados, urbanos y rurales, como sistema sostenible en el territorio nacional.

Decreto Supremo N° 022-2016-Vivienda. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Sostenible.

En consideración al Sub capítulo IV lo siguiente:

Artículo 112.- Catastro urbano rural y minero. Los catastros urbano, rural y minero como inventarios técnicos y descriptivos de la propiedad y las actividades económicas, constituyen fuente de información para la planificación, la gestión urbana y la tributación local, teniendo carácter de insumo para el servicio público. El catastro urbano, también incluye los estudios sismológicos y de suelos que genera el Instituto.

### III. Método

#### 3.1. Tipo de Investigación

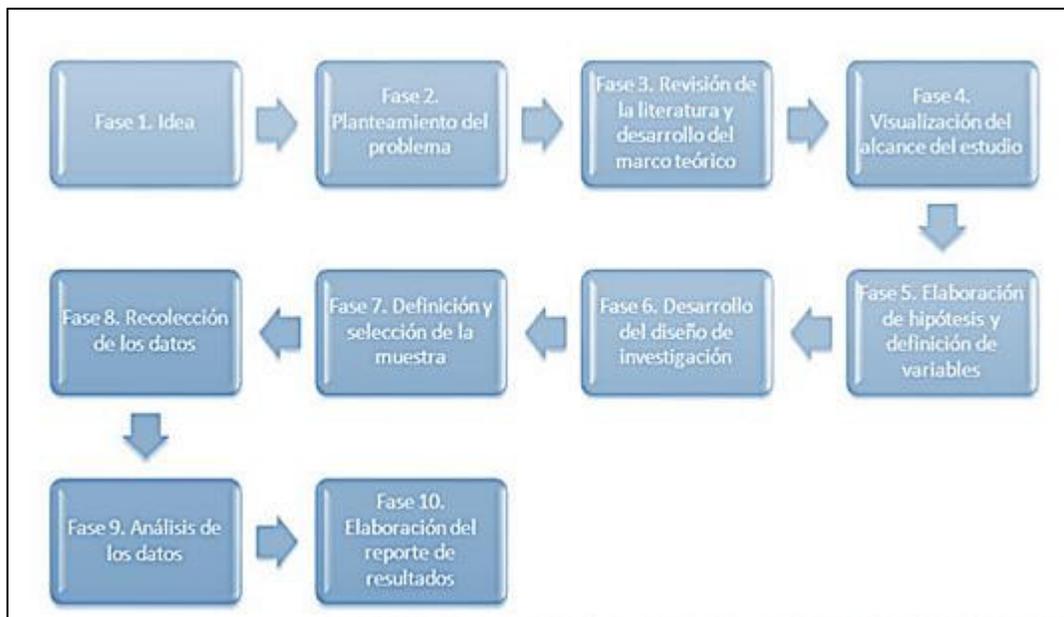
El diseño metodológico de la investigación es no experimental por que no se realiza manipulación en las variables y los datos recolectados, desarrollados y evaluados son en un tiempo determinado.

El nivel de la investigación es aplicativo, porque se hizo uso de la aplicación de un sistema de información geográfica para desarrollar el modelo catastral para pasivos ambientales mineros.

El Enfoque de la Investigación es cuantitativo, porque a partir de la idea que se tiene para el proyecto, seguimos procesos secuenciales para definir cada fase hasta llegar a los resultados.

#### Figura 24

##### *Proceso Cuantitativo*



## **3.2. Ámbito Temporal y Espacial**

### **3.2.1. Temporalidad**

Se realiza la investigación en el marco temporal de elaboración de la presente TESIS 2018-2020. Se utiliza información que corresponde a la actualización de inventario de pasivos ambientales mineros 2018, publicada el 12 de junio del año en mención mediante, Resolución Ministerial N° 224-2018-MEM/DM.

Mencionar que existe una nueva actualización de PAM's que corresponden al año 2019, sin embargo, el motivo que nos lleva a utilizar como referente la actualización del año 2018 es porque en dicho año se observa una ligera disminución con respecto al número total de pasivos ambientales mineros.

### **3.2.2. Ámbito Espacial**

El presente proyecto se ubica en el distrito de Marcapomacocha, provincia de Yauli, departamento de Junín.

### 3.3. Variables Del Proyecto

**Tabla 2**

*Variables de la Investigación*

Variable Independiente	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
Modelo Catastral para Pasivos Ambientales Mineros	Catastro de PAM's	Inventario de PAM's	Número de PAM's	Ficha de inventario de PAM's	
			Tipos de PAM's	Formato de fichas PAM's	
			Sub Componentes de PAM's	Excel	
	SIG	Sistematización Gráfica y Alfanumérica	Geoprocesamiento de Información	Gráfico: puntos, línea y polígono	GPS
				Alfanumérica :fichas	Cartografía Base
				Características y atributos de las entidades representadas	Google Earth ArcGis

### 3.4. Población y Muestra

#### 3.4.1 Población

Compuesta por los pasivos ambientales mineros localizados en el distrito de Marcapomacocha.

#### 3.4.2 Muestra

30 pasivos ambientales mineros ubicados en la ex unidad minera Lichicocha - Marcapomacocha.

### Figura 25

#### *Población y Muestra*



### 3.5. Materiales e Instrumento

Los materiales que se utilizaron para esta investigación fueron:

#### 3.5.1 Insumos Cartográficos

Contiene información técnica y básica para el manejo e interpretación de los productos Cartográficos obtenida de los geos servidores gratuitos de las distintas instituciones públicas.

**Tabla 3***Insumos cartográficos*

Shapes	Escala	Fuente	Método de Incorporación
Límites: regional, provincial y distrital	1:100 000	Instituto Geográfico Nacional - IGN	Formato digital .shp
Red vial	1:100 000	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones - MTC	Formato digital .shp
Límites municipales	1:100 000	Instituto Geográfico Nacional - IGN	Formato digital .shp
Comunidades Campesinas	1:100 000	Instituto Geográfico Nacional - IGN	Formato digital .shp
Hidrografía	1:100 000	Instituto Geográfico Nacional - IGN	Formato digital .shp
Sitios arqueológicos	1:14 000 000	Ministerio de Cultura- INC	Formato digital .shp

### 3.5.2 Equipos

Para la elaboración de la investigación se utilizaron los siguientes:

- GPS Garmin
- Laptop HP Core i5
- Disco Duro Toshiba (Almacenamiento de información)
- Impresora
- Cámara Fotográfica: Utilizado para la toma de fotos en el área de estudio.

### 3.5.3 Software

Para la elaboración de la investigación se utilizaron los siguientes:

- ArcGis 10.3: Es un programa completo e importante cual me permitirá recopilar, organizar y administrar la información adquirida para la elaboración del modelo catastral de pasivos ambientales mineros. También necesario para elaborar los mapas correspondientes a la tesis.
- Google Earth: Es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital, dicho programa me fue útil para la observación en situación actual en la zona de estudio.
- Microsoft Word 2017: Programa utilizado para la generación del documento.
- Microsoft Excel 2017: Programa utilizado para organizar datos y generación de las fichas catastrales y tablas.
- Pdf Acrobat: Programa usado para mostrar documentos de forma electrónica independiente del software o hardware donde se visualiza.

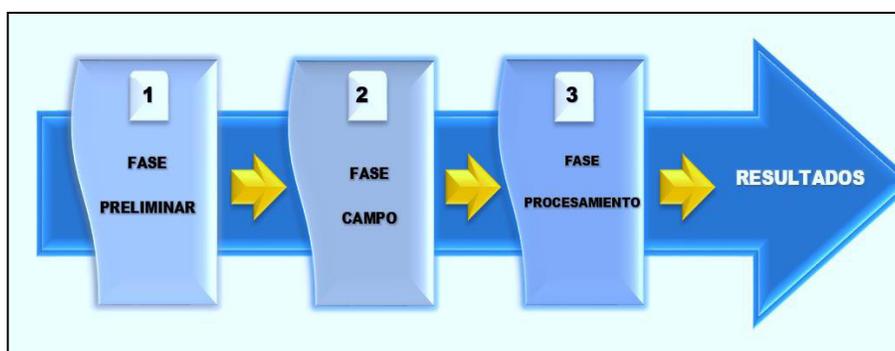
## 3.6. Procedimiento

El proceso metodológico para el desarrollo del presente proyecto consta de 3 fases generales (fase preliminar, fase de campo y fase de procesamiento), fases que inician con la revisión de teoría para después realizar una serie de procedimientos hasta llegar al resultado que se pretende.

A continuación, se describen las fases del proyecto:

## Figura 26

### *Fases del Proyecto*



### **3.6.1 Fase I: Preliminar**

En esta primera etapa se realizó lo siguiente:

- Para la elaboración del presente proyecto se inició con la revisión del marco legal y la normativa vigente.
- Se realizó el acopio de la información de tipo bibliográfico y cartográfico para conocer el ámbito de estudio.
- Se revisó información existente de pasivos ambientales mineros en el distrito de Marcapomacocha.
- Se recopiló información existente referente a monitoreo ambientales, biológicos,

mineralógicos realizados en la ex unidad minera Lichicocha, información que de ser encontrada se usara para completar las fichas.

- Se seleccionaron los softwares que usaremos en el proceso de creación del modelo catastral de pasivos ambientales mineros que en adelante llamaremos GEOPAM.
- Se elaboró la estructura de la base de datos.
- Se realizó el cronograma que nos ayudará a organizar las actividades a realizar.

### **3.6.2 Fase II: Campo**

En esta etapa se realizó la toma de información faltante y se corroboró datos existentes.

- Se revisó la ruta de acceso a la ex Unidad Minera.
- Se visitó la Ex Unidad Minera Lichicocha para corroborar el número de componentes y estado en el que se encuentra los pasivos ambientales mineros.
- Se realizó el registro fotográfico en el área de estudio.
- Se realizó el llenado de la ficha de identificación de pasivos ambientales mineros, los datos llenados en los campos son datos de percepción en el momento.

### **3.6.3 Fase III: Procesamiento**

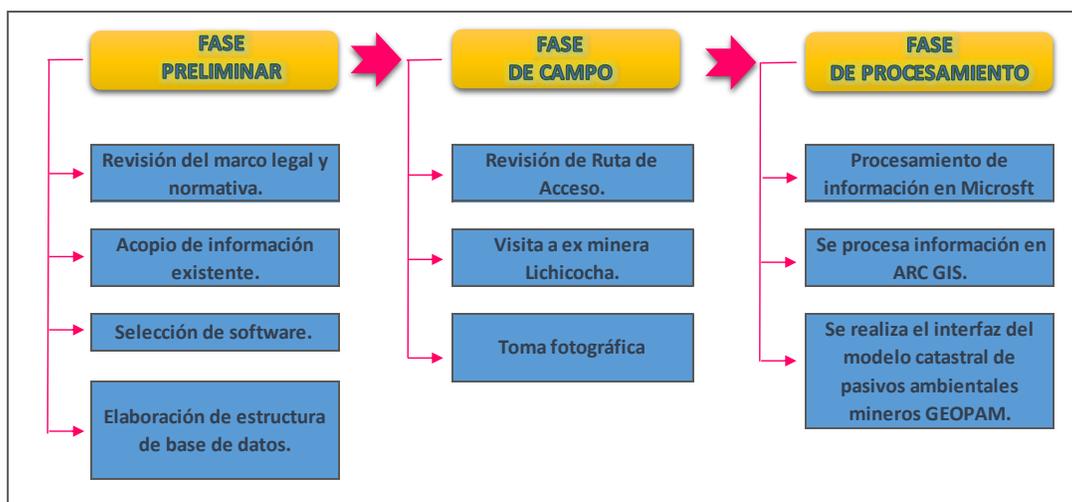
Para esta etapa lo siguiente:

- Con los datos obtenidos en la etapa preliminar y la etapa de campo, se procedió a generar la base de datos y con la tecnología GIS se procedió a generar mapas temáticos para ellos se realizó lo siguiente:
  - Teniendo la información selecta se realiza el proceso de llenado de tablas en Microsoft Excel.
  - Se procesa en Microsoft Excel las fichas de modelo de identificación de pasivo ambiental minero (fichas generales, fichas por PAM's y fichas resumen).

- Se procesa información en ARC GIS.
- Se realiza el interfaz con google Earth y ArcGis Online.
- Se realiza el interfaz con google Earth y ArcGis Online.

**Figura 27**

*Fases del Proyecto*



### 3.7. Análisis de Datos

Para el análisis se utilizó datos de contenido cartográfico de varias Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) entre

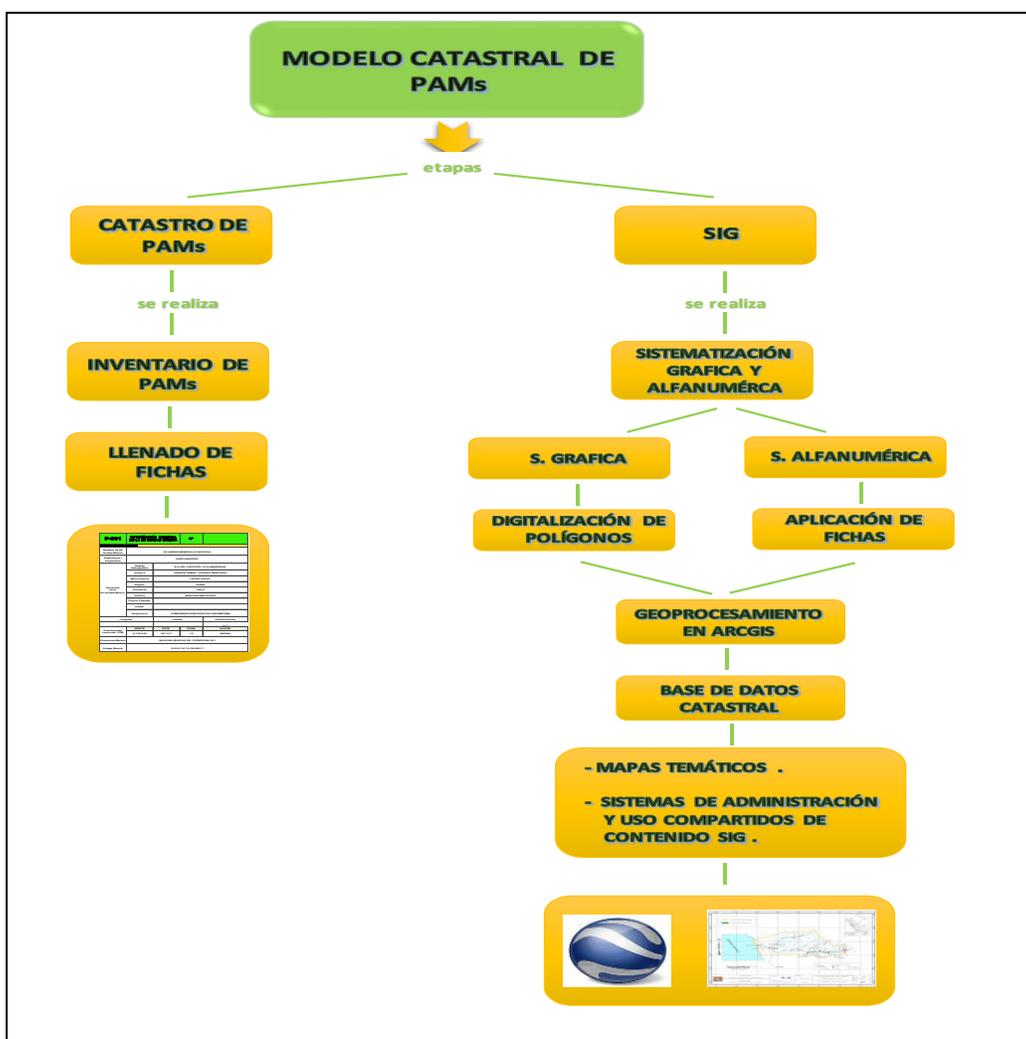
Actualmente existe un inventario de pasivos ambientales mineros realizados por el ministerio de energía y minas, el inventario que tenemos como referencia para la ubicación de los pasivos corresponde al año 2018 donde señala que en la ex unidad minera Lichicocha, perteneciente al distrito de Marcapomacocha existen 17 ID es decir 17 componentes, sin embargo con mayor revisión de otros verificamos que existen 30 pasivos ambientales mineros, es decir 17 componentes que son disgregados a sub componentes haciendo el total de 30 PAM's;

información que posteriormente se verificará previa visita a campo ( ex unidad minera Lichicocha ).

Para la elaboración de la información que se usará en el presente trabajo se elabora una metodología para levantar la información gráfica y alfanumérica y seguir una serie de procedimientos para la sistematización de estas, a continuación, se explica el procedimiento:

**Figura 28**

*Etapas del Proyecto*



### ***3.7.1 Procedimiento para el Levantamiento de Información Gráfica y Alfanumérica***

La metodología aplicada consta de dos procesos, generación de información gráfica y generación de información alfanumérica, para ambos procesos se realizaron metodologías directas e indirectas, parte de la información considerada fue tomada de estudios realizados para saber del mineral existente, también del inventario realizado por el MINEM para conocer el nombre y titular de la ex unidad minera; la otra parte de información es recogida en campo, con uso de GPS y por visualización de la realidad, lo mencionado se explica a continuación:

Para la elaboración de la información catastral de los pasivos ambientales mineros se decidió elaborar dos fichas (ficha de información de la ex unidad minera y ficha del pasivo ambiental) para la elaboración se consideraron campos que son importantes y fundamentales para obtención información a continuación los siguientes campos:

F-001: Ficha de información general de la ex unidad minera:

Contiene los siguientes campos:

- Identificación de mina (nombre de la ex unidad minera, empresario o propietario).
- Ubicación de la ex unidad minera (ubicación política, coordenadas, latitud, longitud, altitud, concesión minera, código minero).
- Tipo de mineral.
- Estado y tipo de Minería.
- Estudios Básicos Social y Ambiental (relieve, flora, fauna, cuerpos de agua, uso de agua, áreas de conservación, sitios arqueológicos, procesos geodinámicos, evidencia de conflictos sociales).

Las fichas presentadas fueron visadas por la asesora de este proyecto.

Figura 29

Fichas de Información General para la Ex Unidad Minera

<b>F-001</b>		<b>INFORMACIÓN GENERAL DE LA EX UNIDAD MINERA</b>		<b>N°</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN DE MINA</b>					
Nombre de Ex Unidad Minera					
Empresario / Propietario					
Ubicación de la Ex Unidad Minera	Region Hidrográfica				
	Cuenca				
	Microcuenca				
	Región				
	Provincia				
	Distrito				
	Centro Poblado				
	Anexo				
	Referencia				
Longitud		Latitud		Altitud (msnm)	
Coordenadas centroide UTM	NORTE	ESTE	ZONA	DATUM	
Concesión Minera					
Código Minero					

TIPO DE MINERAL				
METÁLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO METÁLICA <input type="checkbox"/>	SUSTANCIA/S		
ESTADO Y TIPO DE MINERIA				
Estado	ABANDONADO <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PARALIZADO <input type="checkbox"/>	
Tipo de Operación	Mina Subterránea	Mina Superficial	Exploración	Aluvial
	Cantera	Lavadero	Planta de Procesamiento	Otro: .....
ESTUDIOS BÁSICOS SOCIAL - AMBIENTAL				
Entorno Geológico				
Relieve				
Flora	Terrestre		Acuática	
	SI		SI	
Fauna	Terrestre		Acuática	
	SI		SI	
Cuerpos de Agua				
Uso del Agua				
Áreas de conservación				
Sitios Arqueológicos o turísticos				
Procesos Geodinámicos presentes en el entorno				
Evidencia de conflicto Social				
SITUACIÓN DEL ENTORNO				
OBSERVACIONES AMBIENTALES				
OBSERVACIONES SOCIALES				
INCIDENCIAS				
FECHA				
INSPECTOR			FIRMA	

F-002: Ficha de información PAM's.

Contiene los siguientes campos:

- ID
- Tipo de componente
- Código de componente
- Sub tipo de componente
- Código de sub tipo de componente
- Ubicación del PAM (longitud, latitud, altitud, coordenadas, ubicación política y geográfica)
- Características del PAM (Nivel de riesgo, estado, área, sustancia mineral)
- Accesibilidad
- Sustancias Peligrosas
- Impactos ambientales
- Problemas de seguridad para las personas

**Figura 30***Ficha de Información para el Pasivo Ambiental Minero*

<b>F-002</b>	<b>PAM</b>		<b>ID</b>	
Tipo de Componente :			Código de Componente	
Sub Tipo de Componente:			Código de sub componente	
Longitud		Latitud		Altitud (msnm)
Coordenadas centroide UTM	NORTE	ESTE	ZONA	DATUM
Ubicación de PAM	Región Hidrográfica			
	Cuenca			
	Microcuenca			
	Departamento			
	Provincia			
	Distrito			
	Comunidad Campesina			
	Anexo			
Referencia				

<b>Características del PAM</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>		
	<b>Estado del PAM</b>		
	<b>Área del PAM</b>		
	<b>Sustancia Mineral</b>		
<b>Accesibilidad</b>	<b>Inundada</b>	<b>SI / NO</b>	<b>Color del agua y Ph:</b>
	<b>Efluentes</b>	<b>SI / NO</b>	<b>Color del agua y Ph:</b>
<b>Sustancias Peligrosas</b>	<b>Mercurio / Cianuro / Ácido Sulfúrico</b>		<b>Otros:</b>

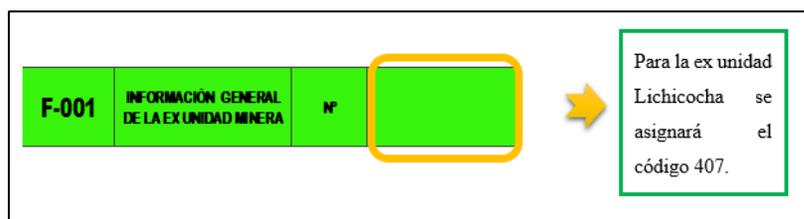
<b>Impactos Ambientales</b>	
<b>Problemas de seguridad para las personas</b>	
<b>Observaciones Ambientales</b>	
<b>observaciones Sociales</b>	
<b>Incidencias</b>	
<b>FECHA</b>	
<b>INSPECTOR</b>	<b>FIRMA</b>

Criterio para el llenado de las fichas

- Número (N°): Representará el número de orden de la ex unidad minera, este número lo obtenemos del listado que se ha realizado a partir del inventario general de pasivos ambientales mineros, inventario perteneciente al MINEM.

### Figura 31

*Criterio Número de Ficha*



- ID: Representará el código asignado por el ministerio de energía y minas a cada uno de los pasivos ambientales mineros.
- Código de componente: Es el código ID.
- Código de Sub Componente: Se considerará el código asignado por el MINEM, en caso de encontrar un nuevo pasivo ambiental minero dentro del área que ya ha sido inventariado, el código corresponderá al ID acompañado de una letra mayúscula (A, B ... O A-1, A-2, de acuerdo al pasivo a encontrar).

**Figura 32***Criterio ID*

ID	<input type="text"/>
Código de Componente	<input type="text"/>
Código de sub componente	<input type="text"/>

- Tipo de Componente: Puede ser Labor minera, infraestructura, producto químico, residuo minero, otro residuo.
- Tipo de Sub Componente: Puede ser bocaminas, trincheras, tajo, desmonte, relave, chimeneas, campamentos, otros; de acuerdo al tipo de componente que pertenezca.

**Figura 33***Criterio Tipo de Componente*

F-002	PAM
Tipo de Componente :	
Sub Tipo de Componente:	

- Ubicación de la ex unidad minera: Corresponde a la ubicación política y geográfica, para el llenado de datos de concesión minera y código minero se utiliza información del Geocatmin (Portal de catastro minero del Perú realizado por el MINEM).

**Figura 34***Criterio Ubicación de la EUM*

Ubicación de la Ex Unidad Minera	Región Hidrográfica			
	Cuenca			
	Microcuenca			
	Región			
	Provincia			
	Distrito			
	Centro Poblado			
	Anexo			
	Referencia			
Longitud		Latitud		Altitud (msnm)
Coordenadas centroide UTM	NORTE	ESTE	ZONA	DATUM
Concesión Minera	<input type="text"/>			
Código Minero	<input type="text"/>			

- Tipo de Mineral: Este campo se marcará según corresponda sobre el tipo de minería.

Las sustancias se registrarán el tipo de roca o mineral que fue extraído para metales es recomendado usar símbolos según indica en la tabla periódica de elementos químico mientras que para sustancias no metálicas se recomienda usar los nombres comunes.

**Figura 35***Criterio Tipo de Mineral*

TIPO DE MINERAL			
METÁLICA	<input checked="" type="checkbox"/>	NO METÁLICA	<input type="checkbox"/>
		SUSTANCIA/S	<input type="text"/>

▪ Estado y Tipo de Minería: Corresponde al estado de la mina (abandonado o paralizado) en la mayoría de casos es abandonado y el tipo de operación (subterráneo, superficial, cantera, planta de procesamiento).

### Figura 36

*Criterio Estado y Tipo de Minería*

ESTADO Y TIPO DE MINERÍA				
Estado	ABANDONADO		PARALIZADO	
Tipo de Operación	Mina Subterránea	Mina Superficial	Exploración	Aluvial
	Cantera	Lavadero	Planta de Procesamiento	Otro: .....

▪ Estudios básicos Social – Ambiental: En este campo el llenado será con información existente con respecto a cada campo (ambiental, biológico, cultural, social), de no existir información alguna se considerará lo que se visualiza.

- El entorno geológico se completará con información de litología del sustrato.
- El uso del agua será completado de acuerdo al uso alrededor de la mina abandonada, considerando existencia de actividades agrícolas, ganaderas, industrial u otros.
- Procesos geodinámicos presentes en el entorno, son procesos que pueden tener consecuencias distintas, estas pueden ser inducidos o naturales generadas por la actividad minera.

**Figura 37***Criterio Estudio Social - Ambiental*

<b>ESTUDIOS BÁSICOS SOCIAL - AMBIENTAL</b>		
Entorno Geológico		
Relieve		
Flora	<b>Terrestre</b>	<b>Acuática</b>
	<b>SI</b>	<b>SI</b>
Fauna	<b>Terrestre</b>	<b>Acuática</b>
	<b>SI</b>	<b>SI</b>
Cuerpos de Agua		
Uso del Agua		
Áreas de conservación		
Sitios Arqueológicos o turísticos		
Procesos Geodinámicos presentes en el entorno		
Evidencia de conflicto Social		

- Características del PAM:
  - Nivel de Riesgo: Puede ser bajo, medio o alto; según grado de contaminante e impactos a causar, dicha información será recogida del inventario de pasivos ambientales mineros realizados por el MINEM.
  - Estado del PAM: Puede ser exploración, remediación o post remediación; la información correspondiente a este campo será la que se encuentre en el inventario de pasivos ambientales mineros de estar no actualizado será llenado según se esté observando u otro estudio reciente.
  - Área del PAM: Corresponde al área que se halla delimitado, área donde se pueda

visualizar el límite territorial del PAM en caso este no sea visualizado se considerará como punto y no polígono.

- Sustancia Mineral: Dato que se completará considerando la información de estudios existentes, de no contar se dejará en blanco.

### Figura 38

#### *Criterio Características del PAM*

<b>Características del PAM</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>	
	<b>Estado del PAM</b>	
	<b>Área del PAM</b>	
	<b>Sustancia Mineral</b>	

- Situación del entorno e Incidencias: Las fichas tendrán campos para su llenado respectivo, llenado que será in situ como indica el campo serán las observaciones e incidencias que considere el personal que esté realizando el llenado de las fichas.

Los impactos ambientales pueden ser contaminación de aguas, degradación de cubierta vegetal, generación de polvo entre otros.

- Observaciones sociales corresponde a problemas de seguridad a las personas, también a la situación del entorno.

### Figura 39

#### *Criterio Situación del Entorno*

<b>SITUACIÓN DEL ENTORNO</b>	
<b>OBSERVACIONES AMBIENTALES</b>	
<b>OBSERVACIONES SOCIALES</b>	
<b>INCIDENCIAS</b>	

- Todas las fichas serán firmadas por la persona que realice en llenado de fichas, a quien adelante se llamará inspector de campo. También se llenará el campo de fecha realizado el levantamiento.

### **Figura 40**

#### *Criterio Inspección*

FECHA	
INSPECTOR	FIRMA

#### **3.7.2 Procedimiento para el Levantamiento de la Información Gráfica**

- La información obtenida para este procedimiento será información directa e indirecta.
- Para el levantamiento indirecto usaremos el Google Earth, ubicaremos los espejos de agua, posible carretera, posibles desmontes y relaves mineros.
- Para el levantamiento de información de este proyecto se usa el GPS navegador (el uso del instrumento para trabajos de este tipo dependerá del financiamiento de quien vaya a realizar el levantamiento), se recogerá puntos de acuerdo al pasivo que encontremos es decir si observamos límites territoriales rodearemos el área para formar el polígono, de otro modo solo tomara puntos fijos, puntos de ubicación.
- Recogidos los puntos se pasa a procesar la información.

**Figura 41***GPS Garmin*

### ***3.7.3 Procedimiento para el Geo procesamiento de información***

- Para el geoprocesamiento usaremos el modelo vectorial, la topología trabajada será de puntos, poli líneas y polígonos.
- Para este proyecto, considerando también la muestra de pasivos ambientales mineros en la ex unidad minera Lichicocha, pasivos mineros que en la actualidad se encuentran en etapa de post cierre. Debemos mencionar que las labores mineras serán representadas topológicamente con puntos ya que estas labores como se menciona párrafo arriba se encuentran ya remediados y no se observa límite territorial alguno para su respectiva sectorización de área labor.
- Con respecto al residuo minero serán representado topológicamente como polígono, propio que se visualiza límite de área en consecuencia se puede sectorizar poligonalmente.

**Tabla 4***Topología de los PAM's de la EUM Lichicocha*

Tipo de PAM	Sub tipo de PAM	Topología
Labor minera	Bocamina , trinchera , pique	Punto
Residuo minero	Desmonte minero	Polígono

## **IV. Resultados**

### **4.1. Descripción del Área General de Estudio**

El Distrito de Marcapomacocha es uno de los diez distritos de la Provincia de Yauli, ubicada en el Departamento de Junín, bajo la administración del Gobierno Regional de Junín, en la sierra central del Perú. Abarca una superficie de 888,56 kilómetros cuadrados. Se encuentra aquí el nevado Rajuntay (5 450 msnm) y el nevado Mishipiñahui (5 250 msnm) de la Cordillera Central. Las coordenadas del distrito son: 362776 E, 8 73 8 941 N, Datum WGS 84; Zona 18 Sur y altitud media de 4415 m.s.n.m.

#### **A. Límites:**

- Al Norte: Con el distrito de Santa Bárbara de Carhuacayan.
- Al Este: Con la provincia de Junín.
- Al Sur: Con el distrito de Morococha.
- Al Oeste: Con la provincia de Canta y la provincia de Huarochirí.

#### **B. División Administrativa:**

- El distrito está dividido en cinco anexos:
- Anexo de Corpacancha (a 18 km de Marcapomacocha)
- Anexo de Cuyo (a 10 km de Marcapomacocha)
- Anexo de Sángerar (a 9 Km de Marcapomacocha)
- Anexo de Santa Ana (a 22 Km de Marcapomacocha)
- Anexo de Yántac (a 15 Km de Marcapomacocha)

#### **C. Dato Poblacional:**

Según el último CENSO realizado por el instituto nacional de estadística e informática (INEI), el distrito de Marcapomacocha tiene una población de 1288 habitantes.

**D. Economía Local:**

La población del distrito de Marcapomacocha se dedica básicamente a la ganadería y al comercio, los animales que se crían son los camélidos como la llama, la alpaca, guanacos, ovinos y vacunos de estos animales en mención se comercializa la carne, leche y otros derivados.

**E. Clima:**

En Marcapomacocha, los veranos son fríos y nublados y los inviernos son helados, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -7 °C a 10 °C y rara vez baja a menos de -9 °C o sube a más de 12 °C.

**F. Topografía:**

La topografía en un radio de 3 kilómetros de Marcapomacocha tiene variaciones enormes de altitud, con un cambio máximo de altitud de 639 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 4.521 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene variaciones enormes de altitud (1.363 metros). En un radio de 80 kilómetros también contiene variaciones extremas de altitud (5.289 metros).

**4.2. Características de la Ex Unidad Minera Lichicocha****▪ Ubicación**

La ex Unidad Minera Lichicocha se encuentra políticamente en el distrito de Marcapomacocha, provincia de Yauli, región Junín. Las coordenadas del proyecto son: 357 016 E, 8 722 042 N, Datum WGS 84; Zona 18 Sur, a 4810 m.s.n.m.

**Figura 42**

*Mapa de Ubicación Provincial*

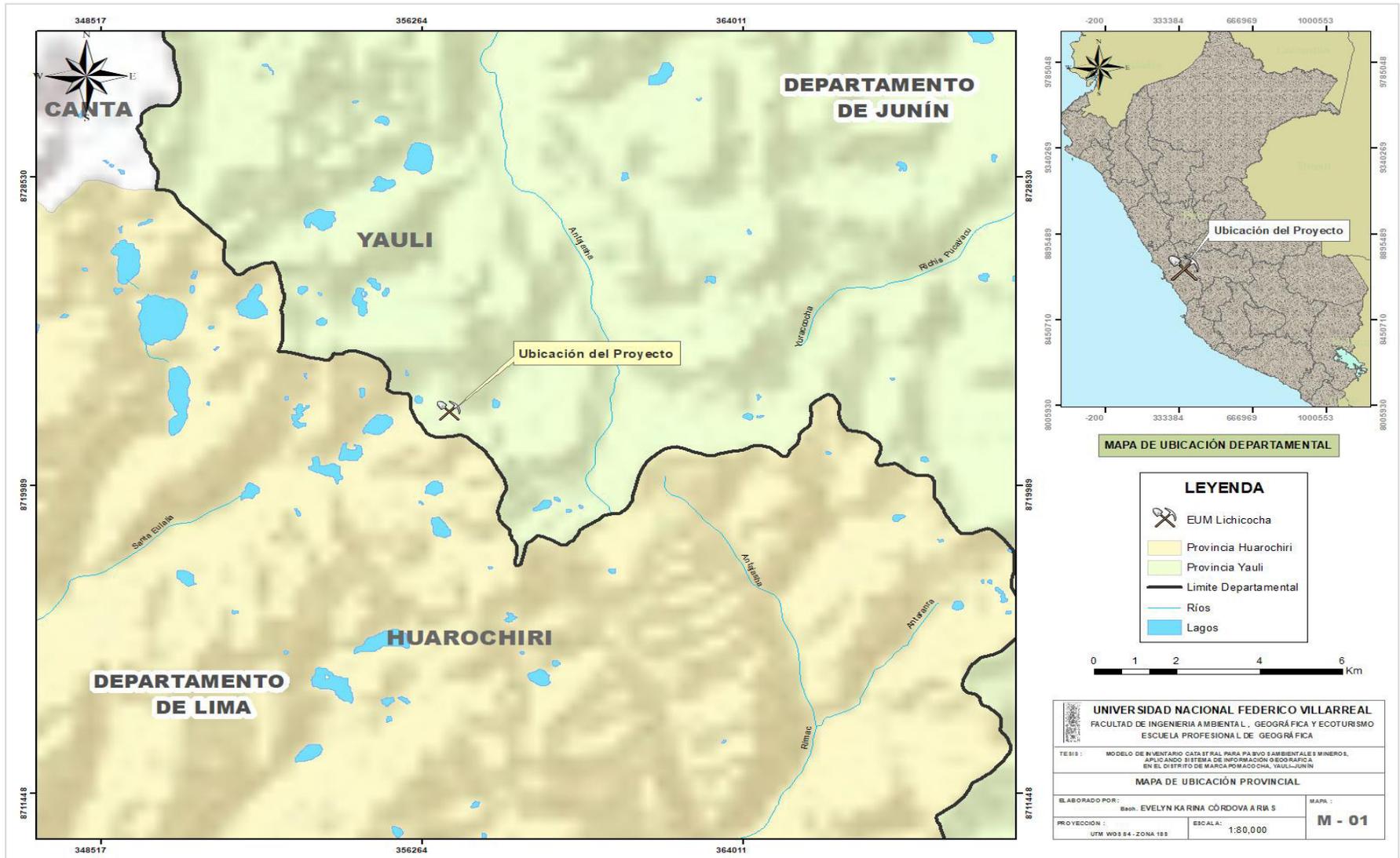
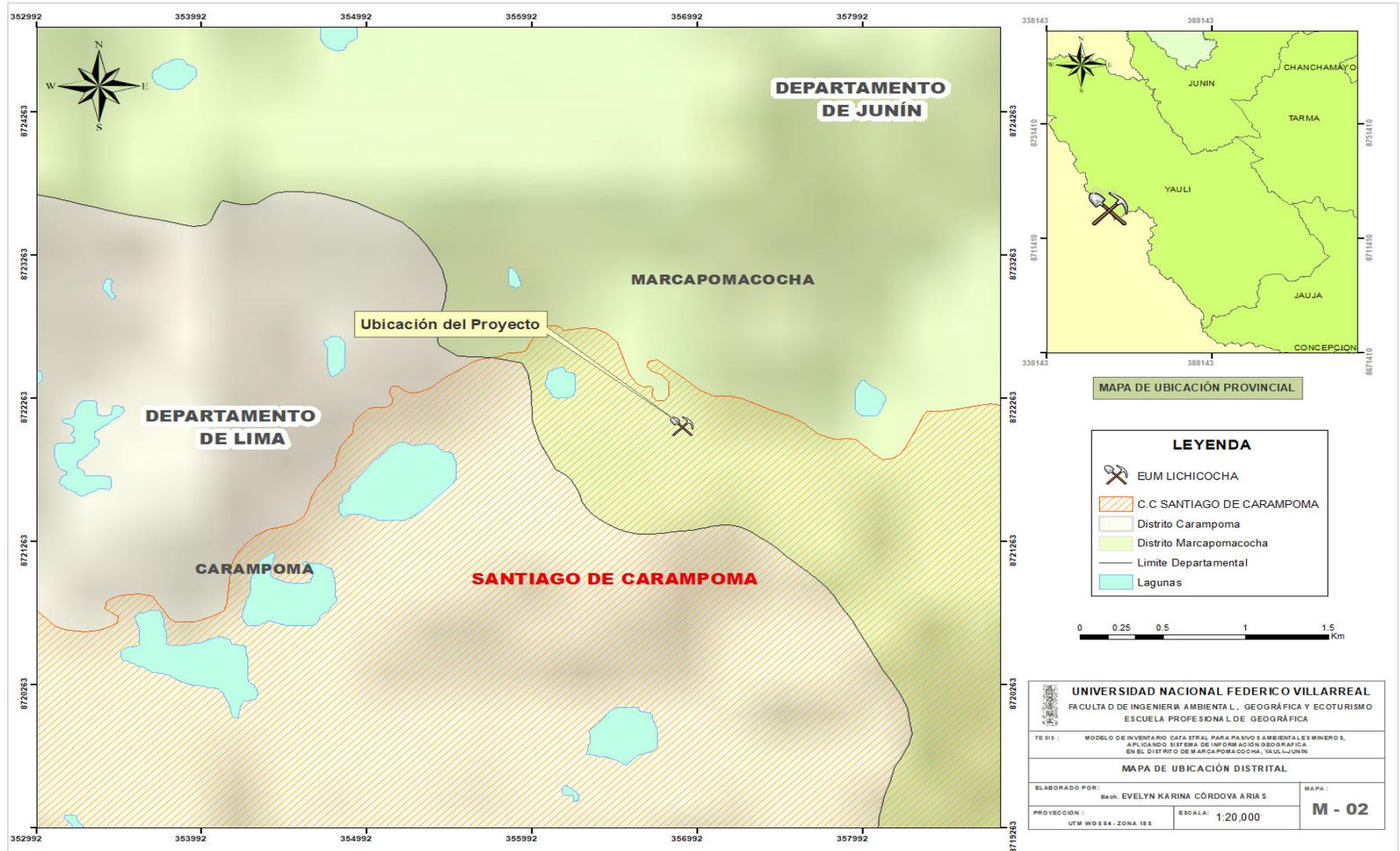


Figura 43

Mapa de Ubicación Distrital



- **Accesibilidad**

El acceso a la zona de estudio es de la Carretera Central hasta la localidad de San Mateo, a 104 km de Lima. Desde Lima hasta la zona en que se ubica la ex U.M. Lichicocha hay una distancia de 153 km.

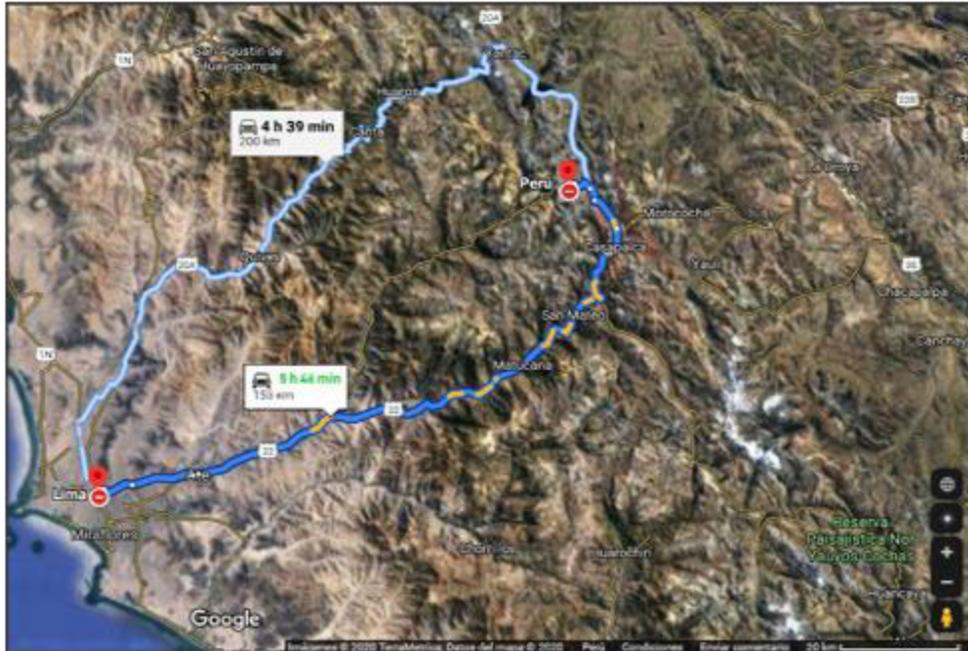
**Tabla 5**

*Rutas y Distancias*

Ruta	Distancia (km)	Vía Utilizada	Tipo de Vía	Tiempo de Viaje (horas)
Lima - San Mateo	104	Terrestre	Asfaltada	4,0
San Mateo - Cruce puente Chinchan	26	Terrestre	Asfaltada	0,46
Cruce puente Chinchan - Lichicocha	23	Terrestre	Afirmado	1,0
Total	153			

## Figura 44

### *Ruta de Accesibilidad a la Zona de Estudio*



*Nota:* Captura sacada de Google Mapas como soporte a la ruta tomada.

#### ▪ **Topografía**

En la ex unidad minera Lichicocha, el área levantada topográficamente abarca 12 ha aproximadamente, comprendiendo 30 pasivos ambientales mineros, que corresponden a los 17 ID principales registrados por MINEM. Siendo su ubicación geográfica  $11^{\circ} 33' 25''$  S y  $76^{\circ} 18' 42''$  W y a una altitud aprox. de 4810 m.s.n.m.

- Los siguientes pasivos mineros son:
  - Siete (07) bocaminas
  - Un (01) pique-bocamina
  - Trece (13) desmontes de mina
  - Nueve (09) trinchera.

Los 30 pasivos mineros mencionados se encuentran también ubicados dentro de dos concesiones mineras diferentes cuales son: C.M Poderosa 001 y C.M Wuayna Qhapac.

**Tabla 6**

*Pasivos Ambientales Mineros en la ex Unidad Minera Lichicocha*

N°	ID	Subcomponente	Tipo de Pasivos
1	9996	9996-A	Trinchera
2	9996	9996-B	Trinchera
3	9996	9996-C	Trinchera
4	9996	9996-D	Trinchera
5	9996	9996-E	Trinchera
6	9997	9997-A	Bocamina
7	9997	9997-B	Trinchera
8	9997	9997-C	Trinchera
9	9997	9997-D	Trinchera
10	9997	9997-E	Trinchera
11	9998	9998	Bocamina
12	10001	10001	Bocamina
13	13621	13621-A	Bocamina
14	13621	13621-B	Pique - Bocamina
15	13624	13624	Bocamina
16	13626	13626	Bocamina
17	13627	13627	Bocamina

---

18	9995	9995	Desmonte de mina
19	9999	9999	Desmonte de mina
20	10000	10000	Desmonte de mina
21	10002	10002	Desmonte de mina
22	13620	13620-A	Desmonte de mina
23	13620	13620-B	Desmonte de mina
24	13620	13620-C	Desmonte de mina
25	13620	13620-D	Desmonte de mina
26	13622	13622	Desmonte de mina
27	13623	13623	Desmonte de mina
28	13625	13625-A	Desmonte de mina
29	13625	13625-B	Desmonte de mina
30	13628	13628	Desmonte de mina

---

**Tabla 7***Tipos de Pasivos Ambientales Mineros en la ex Unidad Minera Lichicocha*

Tipos de PAM's	Número de PAM's	%
Labor Minero	17	57
Residuo Minero	13	43
Total	30	100

*Nota:* El tipo de labor minero equivale a un 14 % más que el de residuo minero en la zona de estudio.

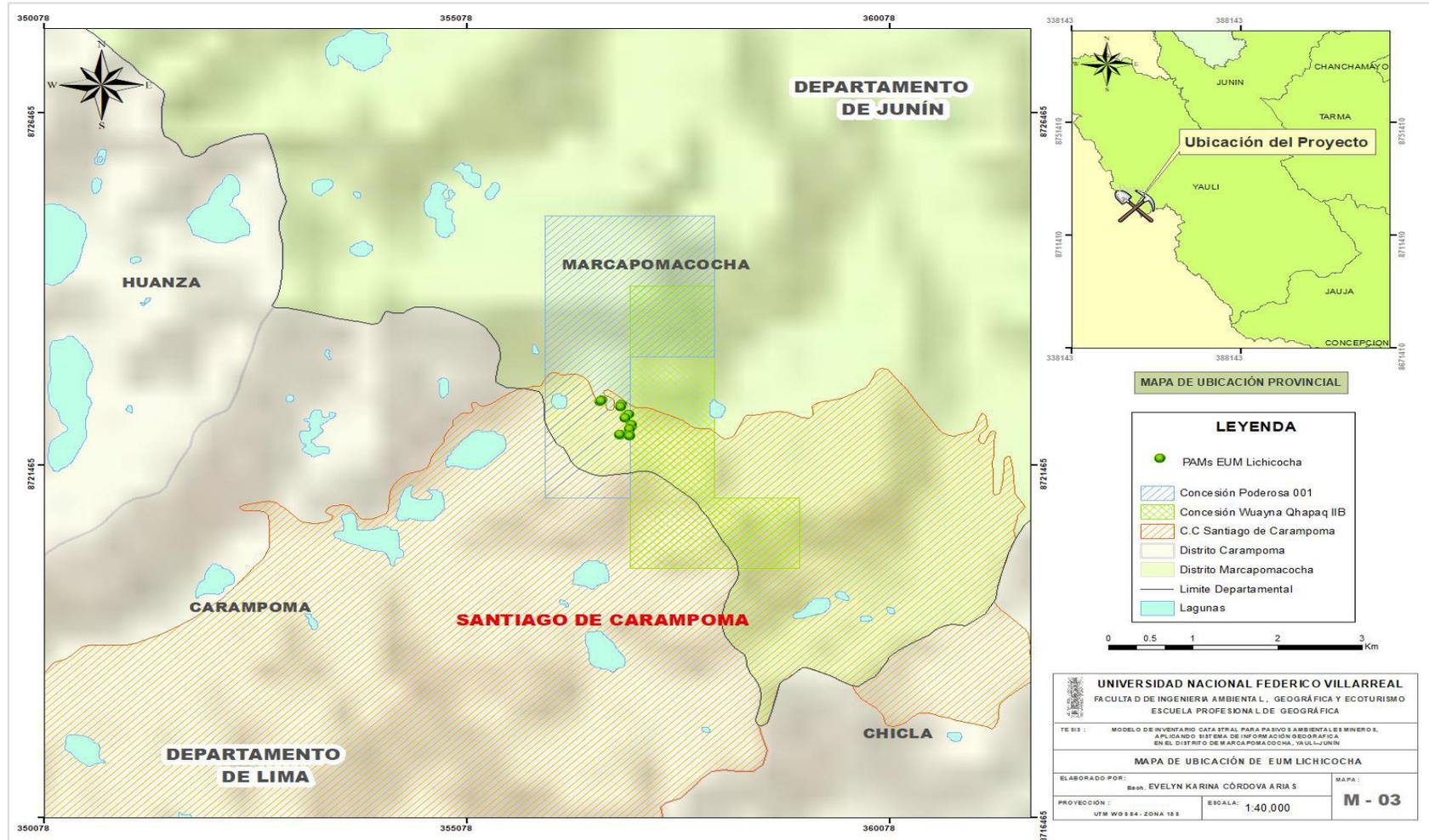
**Tabla 8***Subtipo de Pasivos Ambientales Mineros en la ex Unidad Minera Lichicocha*

Subtipo de PAM's	Número de PAM's	%
Trinchera	9	30
Bocamina	7	23
Pique-Bocamina	1	3
Desmonte de Mina	13	43
Total	30	100

*Nota:* Observamos que el 43 % del sub tipo de PAM's corresponde a Desmonte de mina, esto guarda relación con la tabla anterior presentada ya que el sub tipo en mención pertenece al Tipo de componente Residuo Minero.

Figura 45

Mapa de la EUM Lichicocha





- **Hidrología**

Hidrográficamente la zona de estudio se ubica en dos zonas hidrográficas; una parte de los componentes de la ex U.M. Lichicocha pertenece a la región hidrográfica del Pacífico en la Unidad Hidrográfica Lichis, correspondiente a Cuenca Rímac (137554), subcuenca del río Santa Eulalia, Unidad Hidrográfica 1375544 drenando sus aguas hacia el océano Pacífico.

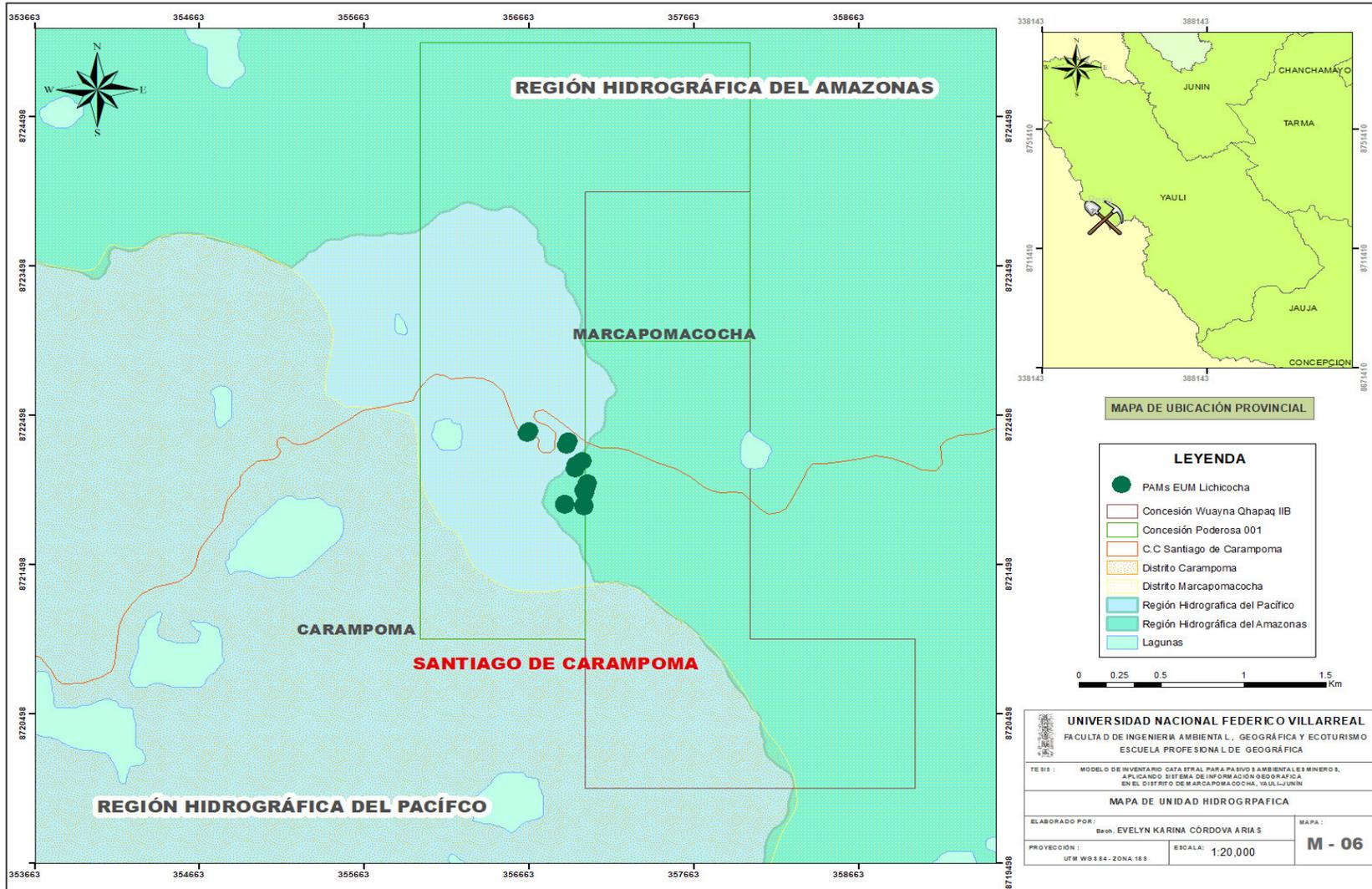
La otra parte de los componentes de la ex U.M. Lichicocha corresponde a la Región Hidrográfica del Amazonas en la Unidad Hidrográfica Jupay perteneciente a Cuenca Mantaro (4996) drenando sus aguas al océano Atlántico.

Vale decir que la zona de estudio de la ex U.M. Lichicocha cuyos componentes se encuentran en la Unidad Hidrográfica Lichis pertenece a la microcuenca Lichis localizada aguas abajo de la laguna Lichis afluente del río Pallca.

A su vez, la zona de estudio de la ex U.M. Lichicocha, cuyos componentes se hallan dentro de la Unidad Hidrográfica Jupay, corresponde a la microcuenca Jupay, situada aguas arriba de la laguna Jupay, afluente de la quebrada Pampa Acuisho.

**Figura 47**

*Mapa de Unidad Hidrográfica*



- **Geoquímica**

El drenaje ácido de roca (DAR) constituye la responsabilidad ambiental y económica más significativa que actualmente afronta la industria minera. El fenómeno del DAR es un proceso natural que resulta de la oxidación de los minerales sulfurados y la consecuente lixiviación de los metales asociados, cuando son expuestos simultáneamente al aire y al agua.

A través del tiempo, la química del Drenaje Ácido de Roca (DAR) tiende a volverse gradualmente ácido. Es por eso la importancia y la gran responsabilidad de determinar el resultado de los análisis que son el parámetro para precisar si las rocas son o no generadoras de acidez.

Para la determinación de estos se tomaron doce (12) muestras representativas del área de la ex U.M. Lichicocha, las cuales fueron enviadas a los Laboratorios de Espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería. (Activos Mineros S.A.C, 2017)

**Tabla 9***Muestreo Geoquímico*

<b>Muestra</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo de Material</b>
1	ML -1	Desmonte de Mina 9995
2	ML - 2	Bocamina 9997A
3	ML - 3	Desmonte de Mina 10002
4	ML - 4	Trinchera 9666A
5	ML - 5	Desmonte de Mina 13620A
6	ML - 6	Desmonte de Mina 13622
7	ML - 7	Bocamina 13621A
8	ML - 8	Bocamina 13624
9	ML - 9	Desmonte de Mina 13625
10	ML - 10	Desmonte de Mina 10000
11	ML - 11	Bocamina 10001
12	ML - 12	Bocamina 13627

*Nota:* Fuente: (Activos Mineros S.A.C)

**Tabla 10***Resultado de Análisis de Metales*

N°	Muestras	Ca	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd	As
1	ML-1	.60	.25	.440	.002	.068	.066	.0003	.0020
2	ML-2	.06	.03	.204	.001	.017	.008	.0001	.0007
3	ML-3	.53	.65	.032	.001	.017	.005	.0002	.0014
4	ML-4	.70	.95	.014	.001	.013	.001	.0002	.0002
5	ML-5	.61	.10	.447	.007	.024	.019	.0003	.0012
6	ML-7	.40	.27	.023	.002	.014	.004	.0002	.0008
7	ML-8	7.80	.71	.016	.001	.013	.001	.0008	.0010
8	ML-10	.70	.28	.050	.018	.056	.015	.0003	.0014
9	ML-12	.50	.80	.047	.001	.007	.004	.0002	.0008
						0			
10	ML-13	.40	.93	.039	.013	.412	.059	.0006	.0001
11	ML-15	.06	.90	.067	.001	.007	.003	.0002	.0001
12	BO-13627	.20	.41	.088	.003	.005	.022	.0006	.0008

*Nota:* Fuente: (Activos Mineros S.A.C)

▪ **Geotecnia**

La información a presentar pertenece al Resumen Ejecutivo para la remediación de PAM's generados por la EUM Lichicocha Activos Mineros SAC.

Los depósitos de desmontes y su fundación han sido investigados mediante un programa de investigaciones geotécnicas consistentes en ejecutar veintitrés (23) excavaciones superficiales entre calicatas y trincheras, doce (12) ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), once (11) ensayos de densidad de campo y la ejecución de ensayos geofísicos los cuales consistieron en ocho (08) líneas de refracción sísmica y seis (06) ensayos MASW. (Activos Mineros S.A.C, 2017)

**Tabla 11**

*Resultado Muestreo Geotécnico*

N°	I D	Calicata	Sondeo	SUCS	$\gamma$	$\gamma$	
					$\delta$ (kg/c m3)	.H. ( %) kg/cm3)	
13625	DM/TR- 1/13625	D-1	GW	Grava bien graduada con arena	1,82	5	1,73
13622	DM/TR- 1/13622	D-1	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla y arena	1,73	3	1,68

13620	DM/TR- 1/13620	D-1	GP- GM	Grava pobremente graduada con limo y arena	1,92	5	1,83
10000	DM/TR- 1/10000	D-1	GW- GC	Grava bien graduada con arcilla y arena	1,83	2	1,79
9999	DM/TR- 1/9999	D-1	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla y arena	1,90	5	1,81
10002	DM/TR- 1/10002	D-1	GW- GC	Grava bien graduada con arcilla y arena	1,77	4	1,70
10002	DM/C- 2/10002	D-2	GC	Grava arcillosa con arena	2,02	6	1,90
9995	DM/TR- 1/9995	D-1	GP - GC	Grava pobremente graduada con arcilla y arena	1,78	3	1,73

---

*Nota:* Fuente: (Activos Mineros S.A.C)

## ▪ Flora y Fauna

En el estudio realizado por Activos Mineros S.A.C. ( 2017) se evalúa la vegetación como parte del componente biológico, a través de toda el área de influencia, caracterizando y evaluando las diferentes unidades vegetales.

A su vez, se registraron 106 especies en el área de estudio, las cuales taxonómicamente se agrupan en 23 familias siendo las más diversas: Asteraceae, Poaceae.

La formación Vegetación de Pajonal (Pa) presenta mayor riqueza con 83 especies.

Del total de especies registradas, siete se encuentran en la lista de protección del DS. N 043-2006-AG: *Azorella compacta*, *Azorella diapensioides*, *Senecio nivalis*, *Senecio nutans*, *Senecio rhizomatus*, todas ellas en la categoría vulnerable (VU), mientras que *Chuquiraga spinosa* y *Ephedra americana* en la categoría de casi amenazado (NT).

Según listas CITES no se tiene especies con categoría de protección.

En el área de estudio se registran cinco especies de carácter endémico para el Perú: *Calamagrostis macbridei*, *Paronichia andina*, *Poa rahuui*, *Senecio gamolepis* y *Valeriana globularis*.

Para el monitoreo de la fauna silvestre del área del estudio se hace indispensable a fin de observar los cambios en las poblaciones de los principales grupos de fauna de la zona, tales como los mamíferos, aves y reptiles que actúan como bioindicadores del grado de intervención del medio.

Para tal sentido, se realizaron los muestreos de las especialidades de mastozoología, ornitología y herpetología, los cuales se presentan a continuación:

Se registró 5 especies de mamíferos mayores, 3 de ellos silvestres y 2 domésticos. Entre los silvestres se registró las especies *Vicugna vicugna*, mediante registro directo y *Lagidium peruanum* y *Conepatus chinga* mediante registro indirecto.

No se aplicó indicadores estadísticos debido al bajo número de individuos registrados.

En relación a especies protegidas, la especie *Vicugna vicugna* se encuentra dentro del Apéndice II de CITES, así como también se halla categorizado como NT (casi amenazado) para IUCN. Las demás especies se encuentran en la categoría LC de IUCN (menor preocupación).

Con respecto a la evaluación de avifauna se puede mencionar lo siguiente:

Se registró 12 especies de avifauna en el área de estudio, las cuales se distribuyen taxonómicamente en 10 familias y 6 órdenes

Se obtuvo que la mayor riqueza fue en la formación vegetal bofedal con 8 especies y 21 individuos, seguido de la formación vegetal Pajonal con 7 especies y 16 individuos; finalmente, la formación vegetal roquedal obtuvo 2 especies y 2 individuos

El mayor índice de diversidad se obtuvo en la formación vegetal bofedal con 1.91 bits/ind. para el índice de Shannon, y el menor valor lo obtuvo la formación vegetal Roquedal con 0.69 bits/ind. La misma tendencia se dio para los índices de Simpson y Margalef pues se obtuvo 0.83 y 2.30, respectivamente, para la formación vegetal Bofedal, y 0.5 y 1.44, respectivamente, para la formación vegetal Roquedal

De las 12 especies registradas, dos especies se encuentran dentro de la categoría de protección del D.S. 004-2014, y son *Podiceps occipitalis* y *Fulica gigantea*; ambas se encuentran en la categoría NT (casi amenazado). De las listas de protección de carácter internacional, todas ellas se hallan en la categoría LC (Preocupación menor) de la UICN, a excepción de

Chroicocephalus serranus y Sporagra atrata, mientras que según CITES una especie (Geranoaetus polyosoma) se encuentra en el Apéndice II.

Con respecto a anfibios y reptiles se puede mencionar lo siguiente:

En la ex Unidad Minera Lichicocha se registró una (01) especie de anfibio: Rhinella spinulosa y una (01) especie de reptil: Liolaemus sp.

No se aplicó indicadores estadísticos debido al bajo número de individuos registrados.

Las especies registradas (Rhinella spinulosa y Tropidurus sp.) no se encuentran en las listas de protección del D.S. 004-2014 MINAGRI, así como en las listas de protección del CITES; sin embargo, se hallan en la categoría LC (menor preocupación) de la lista de UICN.

### **4.3. Resultados de Procesos**

#### ***4.3.1. Proceso para Identificación de Pasivos Ambientales Mineros en la ex Unidad Minera***

##### ***Lichicocha***

##### **A. Etapa Preliminar**

Para poder diseñar el modelo de catastro de pasivos ambientales mineros se buscó toda la información existente de pasivos mineros en general, seguido se seleccionaría una ex unidad minera para trabajar y tener como muestra, esta ex unidad minera sería una unidad minera cercana a Lima para poder supervisar la zona, fácil accesibilidad y que tenga algún estudio geoquímico o ambiental, esto para tener referencia de los metales que podemos encontrar en un relave minero y nos facilite al llenado de nuestras fichas.

**Figura 48**

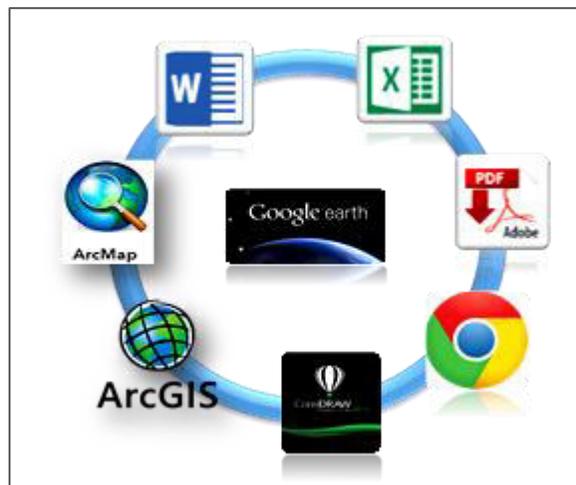
*Levantamiento Alfanumérico - Indirecto*



- A. Se seleccionaron el software que usaremos en el proceso de creación de GEOPAM y el documento a presentar.

**Figura 49**

*Software Aplicados en el Proyecto*

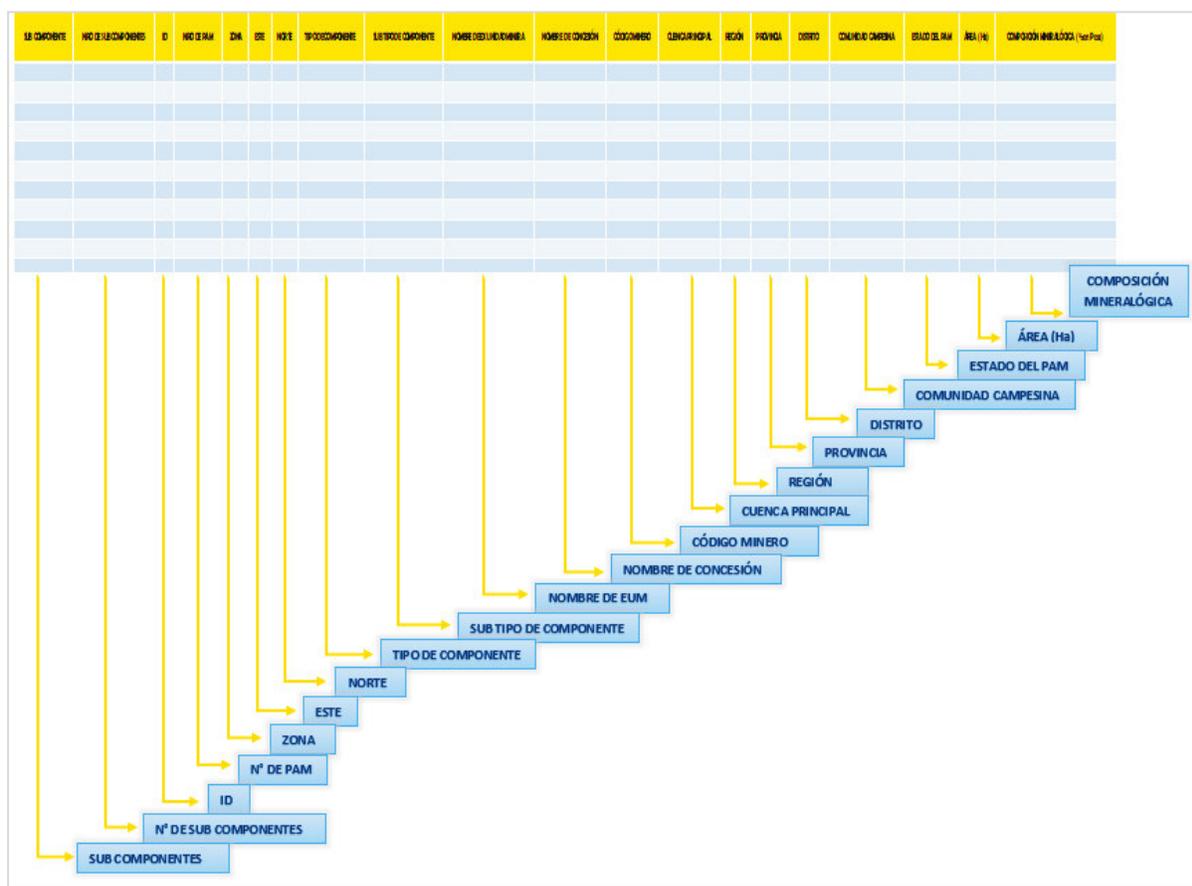


## B. Etapa Procesamiento

Se elaboró en Excel el modelo de base de datos que será completada con la información recogida de campo e información de estudios existentes analizadas previamente.

**Figura 50**

*Modelo de Base de Datos*



## C. Etapa Campo

Se visitó la ex unidad minera Lichicocha para corroborar el número de Pasivos Ambientales Mineros y el estado en el que se encuentran.

Para el levantamiento de información se ha contratado una camioneta 4 x 4 modelo Hilux, ya que para llegar a la zona de estudio necesariamente se tiene que ir con movilidad propia o contratada ya que la ruta de acceso requiere del mismo.

### **Figura 51**

*Vehículo de Campo*



*Nota:* Levantamiento de campo

Se percibe en la fotografía uno de los tramos de la carretera camino a la ex unidad minera Lichicocha, aquí nos encontramos a una altura de 3500 msnm.

### **Figura 52**

*Carretera de Acceso a la Zona de Estudio*



*Nota:* Levantamiento de campo

Se observa en la fotografía otro de los tramos de la carreta camino a la ex unidad minera Lichicocha, aquí nos encontramos a una altura de 4300 msnm.

### **Figura 53**

*Carretera de Acceso a la Zona de Estudio*



*Nota:* Levantamiento de campo

En la fotografía se aprecia el majestuoso Nevado Rajuntay con una altitud de 5,530 msnm. Está situada en los Andes del Perú, en la Región Junín, provincia de Yauli mencionar también que este nevado es un lugar turístico.

### **Figura 54**

*Nevado Rajuntay*



*Nota:* Levantamiento de campo

Se comienza con el levantamiento de coordenadas, se realiza la toma de puntos de cada uno de los pasivos ambientales mineros correspondientes al proyecto de investigación como se observa en la fotografía.

### **Figura 55**

#### *Levantamiento de Coordenadas*



*Nota:* Levantamiento de campo

Como se ha mencionado en capítulos anteriores usaremos como instrumento para levantamiento de información el GPS Garmin, cual fijamos en la presente fotografía.

### **Figura 56**

#### *Levantamiento de Información*



*Nota:* Levantamiento de campo

Como se visualiza en la fotografía presentada también se completa las fichas realizadas, aquí se completarán datos in situ como existencia de ganadería, cuerpos de agua, demás observación e incidentes.

También se observa una pequeña carretera de espacio angosto que no permite el acceso a la camioneta por ende se tiene que seguir el recorrido caminando para así completar la toma de coordenadas.

### **Figura 57**

*Llenado de Fichas*



*Nota:* Levantamiento de campo

En el recorrido caminando el punto o coordenada de mayor altura registrada es de 4829 msnm tal como muestra el GPS en la fotografía.

## Figura 58

### *Mayor Altura Registrada*



*Nota:* Levantamiento de campo

Con la siguiente fotografía confirmamos que existe ganadería en la zona de estudio.

## Figura 59

### *Ganadería*



*Nota:* Levantamiento de campo

Podemos observar en la fotografía uno de los cuerpos de agua encontradas dentro del área de estudio, cuerpos de agua que son fuente de alimento para los ganados de esta zona.

**Figura 60***Cuerpos de Agua*

*Nota:* Levantamiento de campo

**4.3.2 Proceso para Análisis y Sistematización de Fichas****A. Etapa Procesamiento**

Se analiza la información existente (inventario de Pasivos Ambientales Mineros desarrollado por el MINEM), la información recogida en la visita a la ex unidad minera Lichicocha y estudios geoquímicos pertenecientes a la empresa Activos Mineros S.A.C.

En esta etapa una vez ya llenada nuestras fichas llevadas a campo, claramente con información que se ha podido observar pasamos a la revisión de documentos existentes; consideremos que esta información tiene que ser estudios de entidades relacionadas al tema o también de trabajos de investigación ya que será de ayuda para proyectos de gestión y planificación que podrían darse en la zona .En caso no encontrar otros estudios podríamos únicamente considerar lo recogido en campo o dejar vacío .

La información presentada en esta etapa será lo más confiable posible ya que la información presentada será avalada por alguna institución a través de sus estudios a utilizar.

Tener en cuenta que esta etapa es de procesar información levantada en campo (información directa) y estudios realizados (información indirecta), no se realiza estudios ambientales, biológicos mineralógicos ya que son estudios independientes al proyecto presentado.

### Figura 61

#### *Información Alfanumérica*



*Nota:* Etapa preliminar y campo



Figura 63

Fichas F-002 Llenadas en Campo

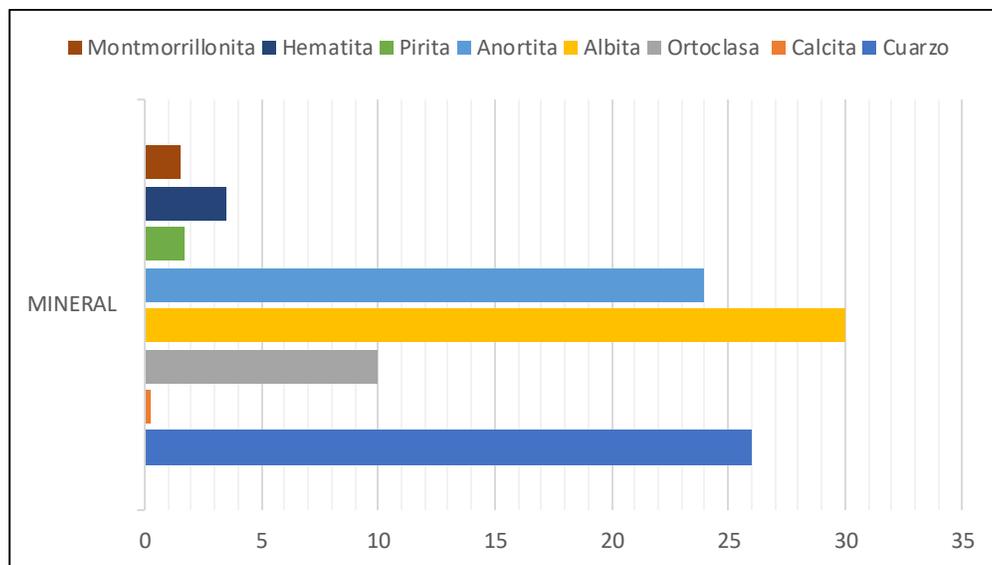
F-002		PAM		ID	13620
Tipo de Componente:	Residuo Minero		Código de Componente	13620	
Sub Tipo de Componente:	Desmonte de mina.		Código de sub componente	13620-A	
Longitud		Latitud		Altitud (msnm)	
76,31193		11,5566		4810 msnm	
Coordenadas centroide UTM	NORTE	ESTE	ZONA	DATUM	
	8722139	356943	18	WGS 84	
Ubicación de PAM	Región Hidrográfica	Amazonas			
	Cuenca	Jupay			
	Microcuenca	Jupay			
	Departamento	Junín			
	Provincia	Yauli			
	Distrito	Marpomacocha			
	Comunidad Campesina	Santiago de Carampoma			
	Anexo	—			
Referencia	←				

Características del PAM	Nivel de Riesgo	Considerado Alto antes de su remoción.
	Estado del PAM	Post Cerro
	Área del PAM	9.474 Ha
	Sustancia Mineral	cuarczo, calcita, ortoclasa, Albita, Anortita, Anta, Hematita
Impactos Ambientales	Impactos por contaminación de sus aguas acidas	
Problemas de seguridad para las personas	ninguno, ya que los componentes se encuentran remediados y en post cerro.	
Observaciones Ambientales	—	
observaciones Sociales	—	
Incidencias	problemas en ruta a causa de la carretera.	



**Figura 65**

*Mineralogía de PAM's en la EUM Lichicocha*



*Nota:* Con el siguiente gráfico explicamos el porcentaje de mineral encontrado en los desmontes de mina, se observa que existe un mayor porcentaje en el mineral Albita con un 30 % y con menos presencia de Calcita con un 0.3%.

También realizamos el procedimiento correspondiente para el levantamiento gráfico de polígonos, la tabla de Excel contendrá vértices, coordenadas y código ID.

Para este proyecto serán consideradas como polígono a todos los desmontes de la ex unidad minera ya que en el momento de levantamiento de información si se observó límite territorial formando así el polígono mencionado, en caso de las trincheras y bocaminas solo serán consideradas como punto.

El modelo de datos usado es vectorial, se usan puntos y polígonos para expresar los pasivos ambientales mineros en la ex unidad minera Lichicocha a continuación se presenta lo siguiente:

**Tabla 12***Representación Topológica l de los PAM's de la EUM Lichicocha*

<b>Tipo de PAM</b>	<b>Subtipo de PAM</b>	<b>Topología</b>
Labor minera	Bocamina , trinchera , pique	17 puntos
Residuo minero	Desmonte minero	13 polígonos
Total		30 datos representados

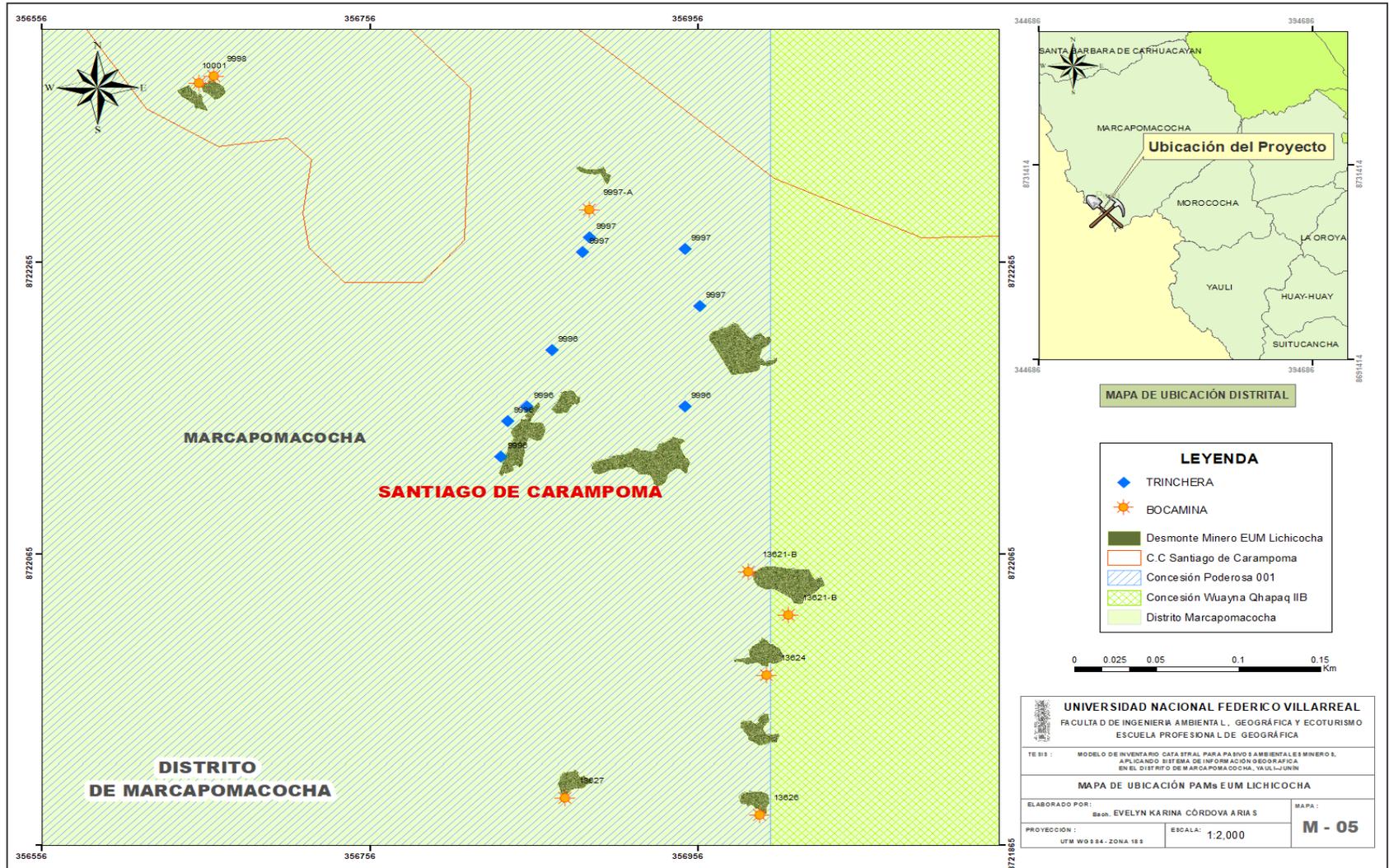
**Tabla 13***Áreas de Pasivos Ambientales Mineros en la ex Unidad Minera Lichicocha*

<b>Sub Componente</b>	<b>Tipo de Componente</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>%</b>
9996-A	Labor Minera	-	-
9996-B	Labor Minera	-	-
9996-C	Labor Minera	-	-
9996-D	Labor Minera	-	-
9996-E	Labor Minera	-	-
9997-A	Labor Minera	-	-
9997-B	Labor Minera	-	-
9997-C	Labor Minera	-	-

9997-D	Labor Minera	-	-
9997-E	Labor Minera	-	-
9998	Labor Minera	-	-
10001	Labor Minera	-	-
13621-A	Labor Minera	-	-
13621-B	Labor Minera	-	-
13624	Labor Minera	-	-
13626	Labor Minera	-	-
13627	Labor Minera	-	-
9995	Residuo Minero	1.010505	2%
9999	Residuo Minero	1.34236447	3%
10000	Residuo Minero	1.459875517	3%
10002	Residuo Minero	8.772449992	18%
13620-A	Residuo Minero	9.474218663	19%
13620-B	Residuo Minero	1.761837827	4%
13620-C	Residuo Minero	5.507612092	11%
13620-D	Residuo Minero	5.507612092	11%
13622	Residuo Minero	7.109191305	14%
13623	Residuo Minero	3.13006919	6%
13625-A	Residuo Minero	1.98794687	4%
13625-B	Residuo Minero	0.028316814	0%
13628	Residuo Minero	2.21470063	4%
<b>Total</b>		<b>49.30670046</b>	<b>100%</b>

Figura 66

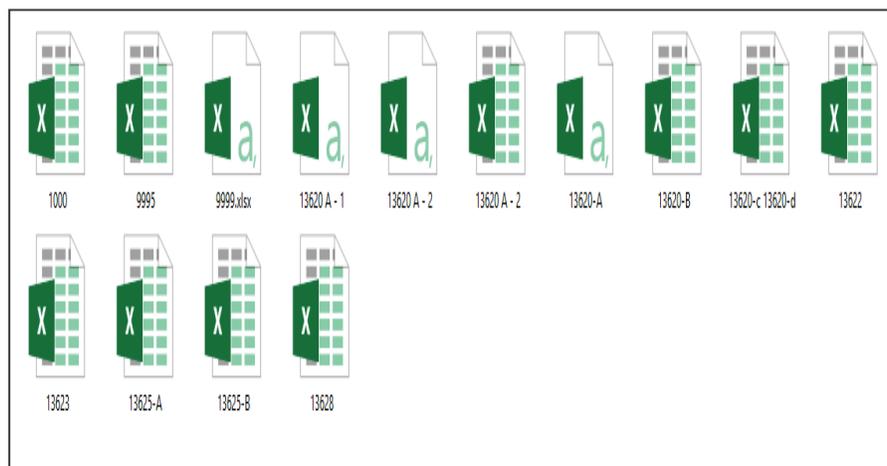
Mapa de Ubicación de PAM's EUM



La ex unidad minera Lichicocha consta de 30 PAM's o componentes, de los cuales los componentes que son representados con áreas corresponde a residuo mineros, es decir desmontes de mina. Los componentes como labor minera no tienen representación de área ya que por definición es conveniente la identificación como un punto para su ubicación

**Figura 67**

*Base de Datos de Información Gráfica*



*Nota:* Resultados Obtenidos, fase de procesamiento.

Se procesa en Microsoft Excel el modelo de buscador de pasivos ambientales minero GEOPAM.

Figura 68

*Modelo de Ficha Resumen de PAM*

 <b>RESUMEN DE PASIVO AMBIENTAL MINERO</b>		
<b>SUB COMPONENTE</b>	<b>ID</b>	<b>N° COMPONENTE</b> <b>N° SUB COMPONENTE</b>
EX UNIDAD MINERA :		
TIPO DE COMPONENTE :		
SUB TIPO DE COMPONENTE :		
ESTADO DEL PAM		ÁREA (Ha)
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (% en Pe so)		
CUENCA PRINCIPAL		
REGIÓN		
PROVINCIA		
DISTRITO		
COMUNIDAD CAMPE SINA		
 <b>IMAGEN NO DISPONIBLE</b>		
COORDENADAS UTM - DATUM WGS 84		

Si el código ingresado es errado al buscador GEOPAM se observa lo siguiente.

### Figura 69

*Ficha Resumen de PAM – Código Errado*

**GEOPAM RESUMEN DE PASIVO AMBIENTAL MINERO**

**SUB COMPONENTE 5492** ID #N/A N° COMPONENTE #N/A N° SUB COMPONENTE #N/A

EX UNIDAD MINERA : #N/A  
 TIPO DE COMPONENTE : #N/A  
 SUB TIPO DE COMPONENTE : #N/A

ESTADO DEL PAM #N/A ÁREA (Ha) #N/A

COORDINACIÓN MINERALÓGICA (Según Paso) #N/A

QUEVEDA PRINCIPAL #N/A  
 REGIÓN #N/A  
 PROVINCIA #N/A  
 DISTRITO #N/A  
 COM UNIDAD CAMPESINA #N/A



**IMAGEN NO DISPONIBLE**

COORDENADAS UTM - DATUM WGS 84

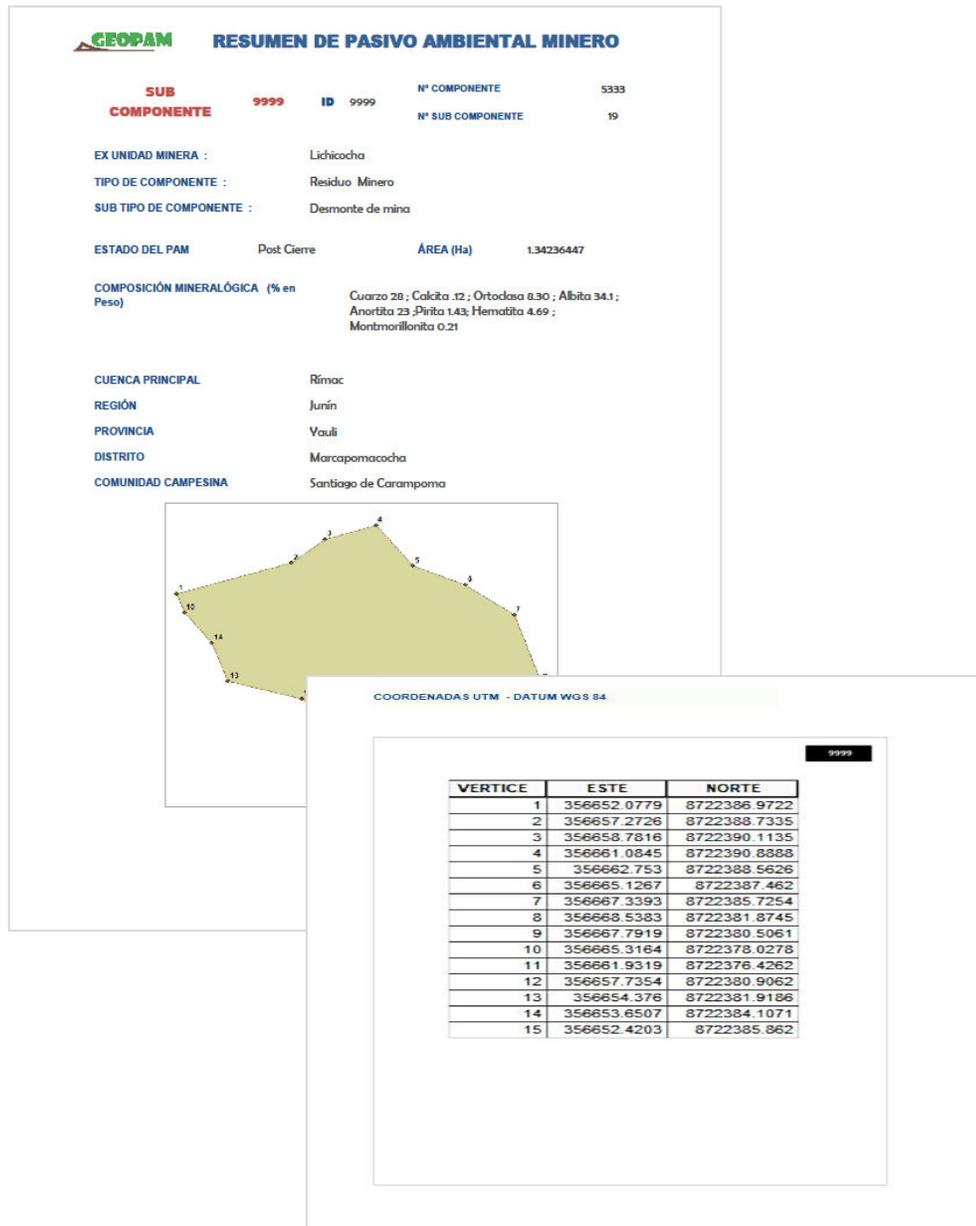


Teniendo el modelo del buscador  
 GEOPAM y la tabla lista con

información selecta se realiza los reportes resumen de la ex unidad minera Lichicocha, unidad minera cual se está trabajando como modelo para resultados. Las fichas de resumen GEOPAM se guardará en formato PDF o imagen.

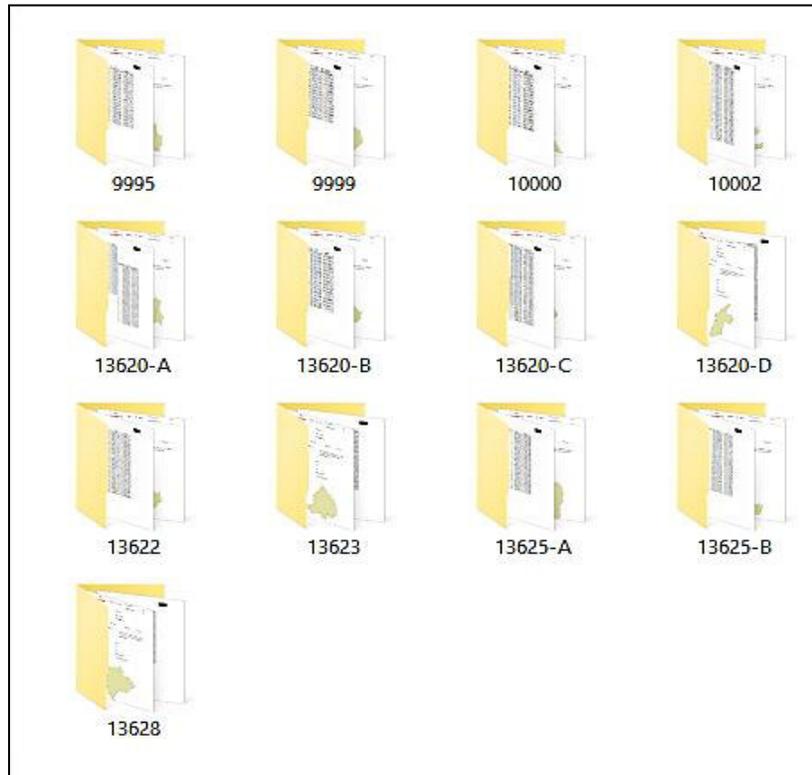
**Figura 70**

*Ficha Resumen GEOPAM*



**Figura 71**

*Carpeta con Información de Fichas Resumen – Desmante Minero*



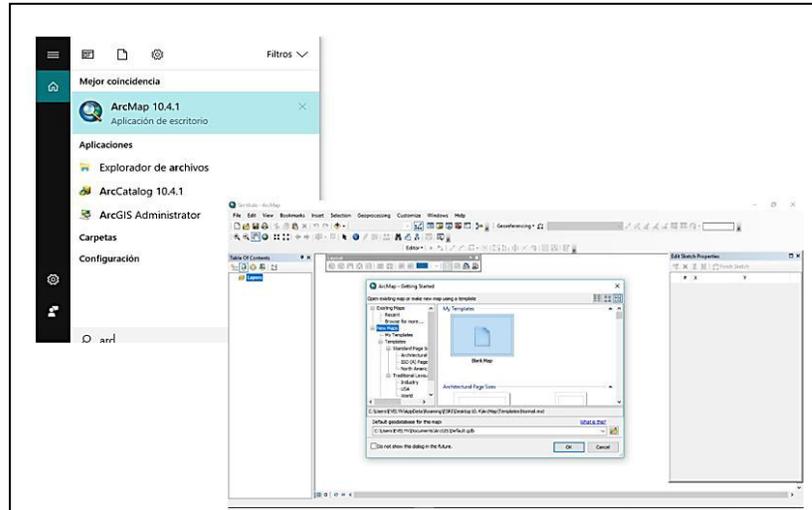
### ***4.3.3 Proceso para Geoprocesamiento de Información***

#### **A. Etapa Procesamiento**

Teniendo la información útil y precisa del buscador GEOPAM, se abre el ArcGis para la generación de mapas y el GEOPAM, cual es nuestro sistema de información geográfica que permitirá el fácil manejo y comprensión de la información de nuestros pasivos ambientales mineros.

**Figura 72**

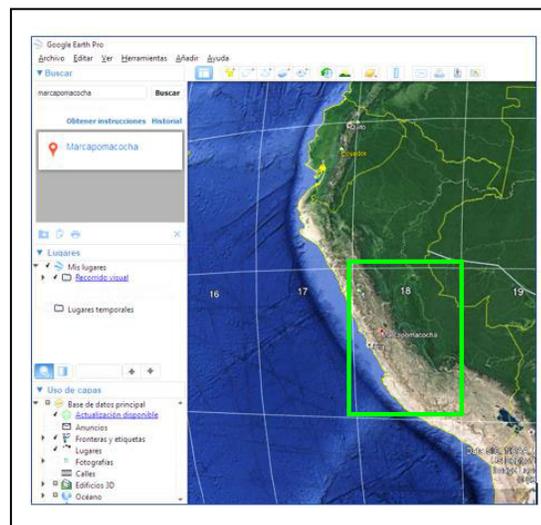
*Uso del software Arcgis*

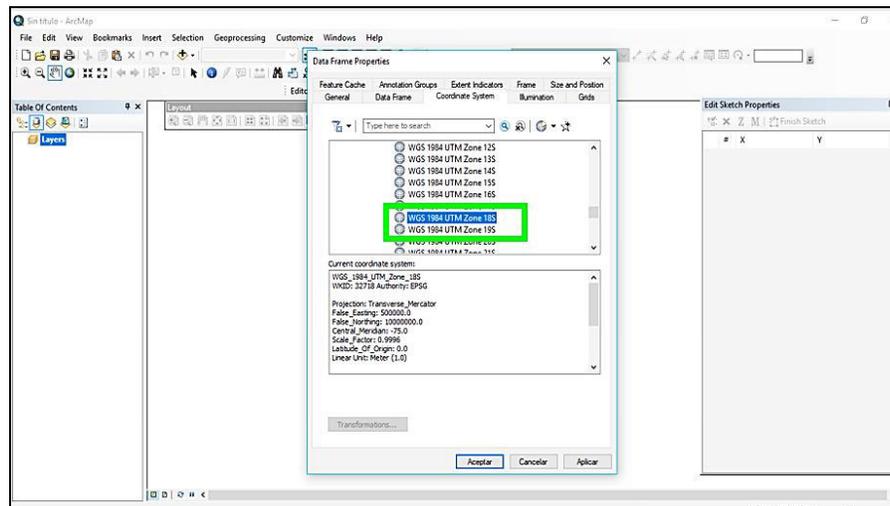


Abierto el software ArcGis lo primero a realizar es la georreferenciación, para los pasivos ambientales mineros de la ex unidad minera Lichicocha, se ha utilizado la zona a cuál corresponde, es decir la zona 18 cual verificamos en Google Earth.

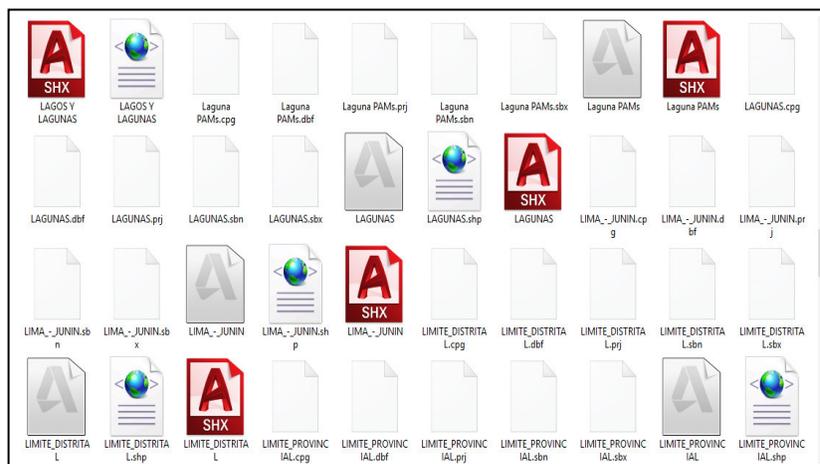
**Figura 73**

*Ubicación de Zona*



**Figura 74***Georreferenciación en Arcgis*

Insertaremos la data cartográfica obtenida por INEI (limites departamentales, provinciales, distritales, comunidad), IGN (red hidrográfica), MTC (red vial) y las que se editaron y procesaron antes de comenzar con el GEOPAM (nuevas vías, lagunas, áreas de desmonte, concesiones, PAM's).

**Figura 75***Data Cartográfica a usar*

Seguidamente se pasa a importar la información procesada, es decir la información trabajada en las hojas de Microsoft Excel usadas para las fichas Resumen GEOPAM.

La data importada al ArcGis corresponde a los pasivos ambientales mineros de la ex unidad Lichicocha, haciendo un total de 30 componentes. Dicha data se puede visualizar en la tabla de contenido general o también al marcar cada uno de los componentes.

## Figura 76

### Data Importada

FID	OBJECTID	SUB_COMPON	NRO_DE_SUB	ID	NRO_DE_PAM	ZONA	ESTE	NORTE	TIPO_DE_CO	SUB_TIPO_D
0	1	9996-A	1	9996	5330	18	356948	8722166	Labor Minera	Trinchera
1	2	9996-B	2	9996	5330	18	356867	8722205	Labor Minera	Trinchera
2	3	9996-C	3	9996	5330	18	356852	8722166	Labor Minera	Trinchera
3	4	9996-D	4	9996	5330	18	356836	8722132	Labor Minera	Trinchera
4	5	9996-E	5	9996	5330	18	356840	8722156	Labor Minera	Trinchera
5	6	9997-A	6	9997	5331	18	356890	8722301	Labor Minera	Bocamina
6	7	9997-B	7	9997	5331	18	356890	8722282	Labor Minera	Trinchera
7	8	9997-C	8	9997	5331	18	356948	8722274	Labor Minera	Trinchera
8	9	9997-D	9	9997	5331	18	356957	8722235	Labor Minera	Trinchera
9	10	9997-E	10	9997	5331	18	356896	8722272	Labor Minera	Trinchera
10	11	9998	11	9998	5332	18	356661	8722393	Labor Minera	Bocamina
11	12	10001	12	10001	5335	18	356652	8722388	Labor Minera	Bocamina
12	13	13621-A	13	13621	5508	18	357011	8722023	Labor Minera	Bocamina
13	14	13621-B	14	13621	5508	18	356987	8722053	Labor Minera	Pique - Bocamina
14	15	13624	15	13624	5511	18	356998	8721982	Labor Minera	Bocamina
15	16	13626	16	13626	5513	18	356994	8721886	Labor Minera	Bocamina
16	17	13627	17	13627	5514	18	356875	8721898	Labor Minera	Bocamina
17	18	9995	18	9995	5329	18	356896	8722328	Residuo Minero	Desmonte de mina
18	19	9999	19	9999	5333	18	356662	8722383	Residuo Minero	Desmonte de mina
19	20	10000	20	10000	5334	18	356650	8722376	Residuo Minero	Desmonte de mina
20	21	10002	21	10002	5336	18	356983	8722196	Residuo Minero	Desmonte de mina
21	22	13620-A	22	13620	5507	18	356943	8722139	Residuo Minero	Desmonte de mina
22	23	13620-B	23	13620	5507	18	356872	8722169	Residuo Minero	Desmonte de mina
23	24	13620-C	24	13620	5507	18	356852	8722149	Residuo Minero	Desmonte de mina
24	25	13620-D	25	13620	5507	18	356840	8722128	Residuo Minero	Desmonte de mina
25	26	13622	26	13622	5509	18	357014	8722047	Residuo Minero	Desmonte de mina
26	27	13623	27	13623	5510	18	356996	8721997	Residuo Minero	Desmonte de mina
27	28	13625-A	28	13625	5512	18	356991	8721897	Residuo Minero	Desmonte de mina
28	29	13625-B	29	13625	5512	18	356992	8721944	Residuo Minero	Desmonte de mina
29	30	13628	30	13628	5515	18	356877	8721909	Residuo Minero	Desmonte de mina

Id con información que se muestra en la Tabla de contenidos y estructura de geodatabase.

**Figura 77***Tabla de Contenidos*

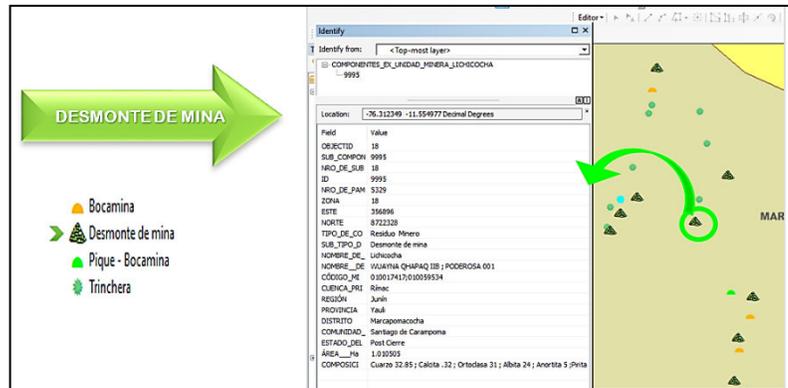
ID
OBJECTID
SUB_COMPON
NRO_DE_SUB
ID
NRO_DE_PAM
ZONA
ESTE
NORTE
TIPO_DE_CO
SUB_TIPO_D
NOMBRE_DE
NOMBRE_DE
CÓDIGO_MI
CUENCA_PRI
REGIÓN
PROVINCIA
DISTRITO
COMUNIDAD_
ESTADO_DEL
ÁREA__Ha
COMPOSICI

**Figura 78***Shapes a usar*

DEPARTAMENTOS.shp
PROVINCIAS.shp
DISTRITOS.shp
COMUNIDADES_CAMPESINAS.shp
LIMITE_DISTRITAL.shp
LIMITE_PROVINCIAL.shp
UNIDAD HIDROGRÁFICA.shp
LAGOS Y LAGUNAS.shp
Rios_Quebradas.shp
COMPONENTES_EX_UNIDAD_MINERA_LICHICOCHA.shp
TRINCHERA.shp
BOCAMINA.shp
DESMONTES.shp
LABOR_MINERA.shp
RESIDUO_MINERO.shp
DESMONTE_DE_MINA_LICHICOCHA.shp
CARRETERA_ENCONTRADA.shp
RED_VIAL_DEPARTAMENTAL.shp

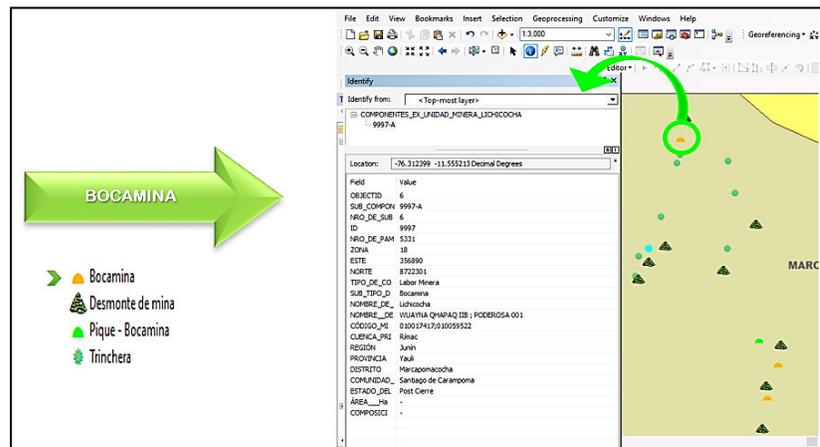
**Figura 79**

*Información de Tabla de contenido – Desmante de Mina*



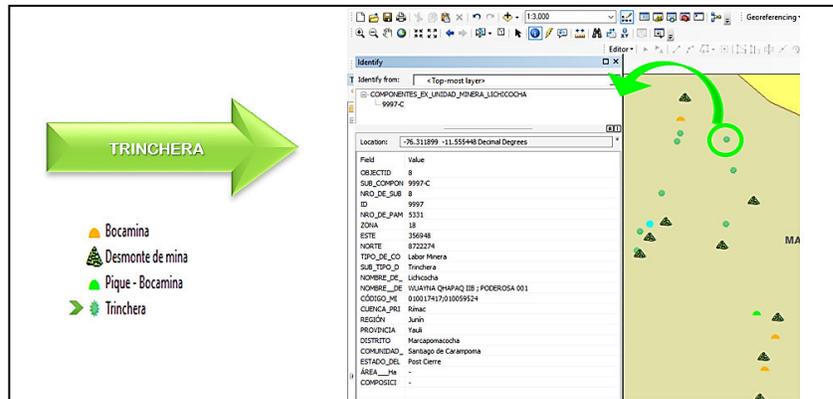
**Figura 80**

*Información de tabla de contenidos – Bocamina.*



**Figura 81**

*Información de Tabla de contenido – Trincheras*

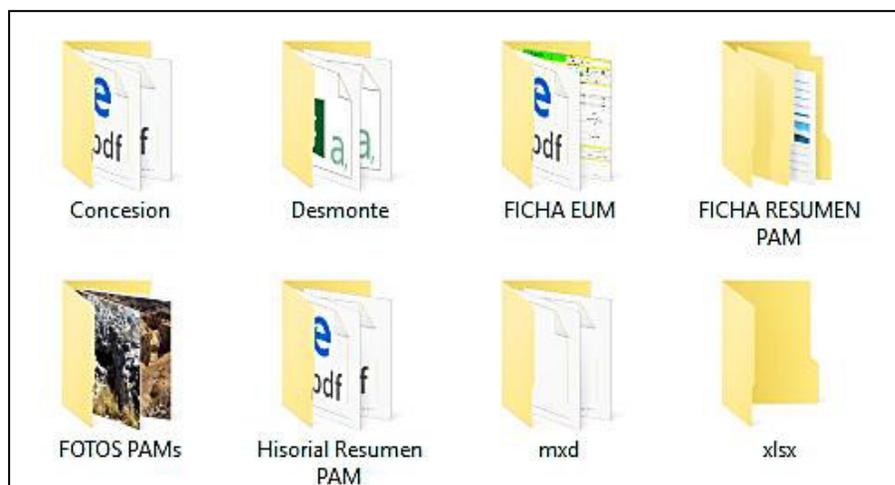


Para la generación de nuestra data oficial del GEOPAM la información a integrar corresponden a los desmontes mineros encontrados en la ex unidad minera Lichicocha.

No se realizarán cambios o ediciones en la data alfanumérica, se integrará información gráfica, fotos y archivos en pdf de las fichas realizadas (ficha de ex unidad minera y ficha resumen de pasivo ambiental minero).

**Figura 82**

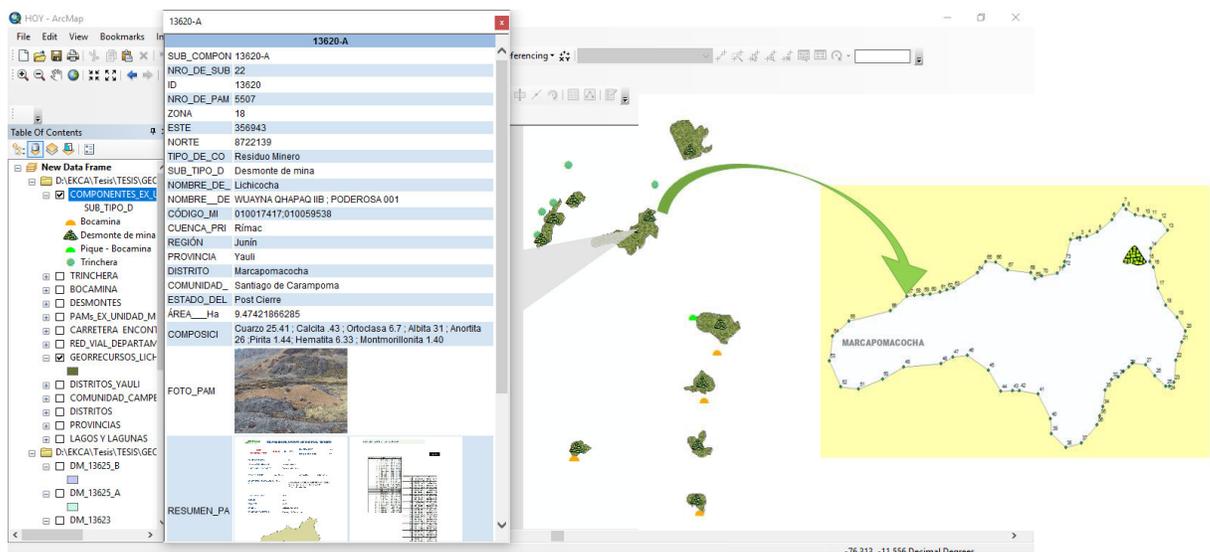
*Carpetas de Data Oficial*



Cada uno PAM's ubicado en el software ArcGis, contendrá una tabla de contenido con toda la información procesada en la base de datos, también se puede observar las fichas resumen de PAM's y de unidad minera.

### Figura 83

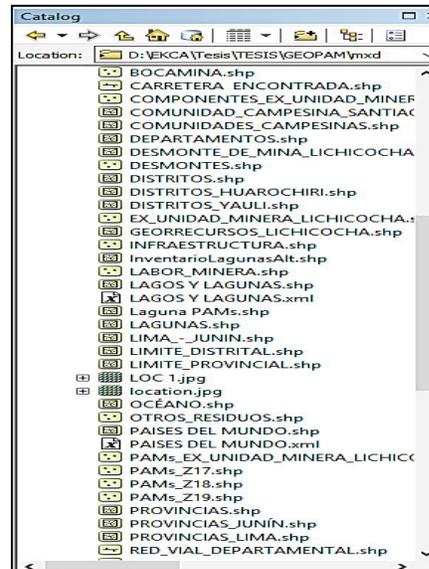
#### *Vista de Data Importada*



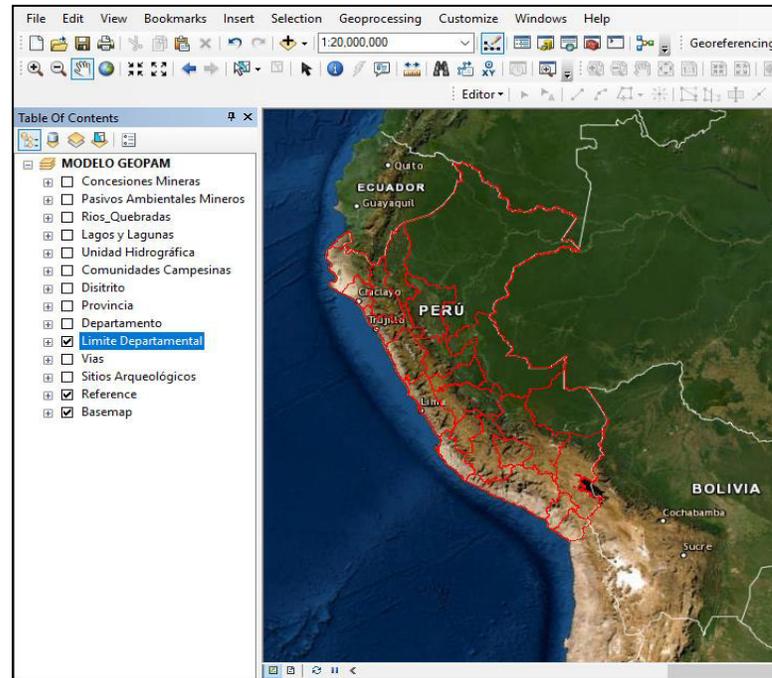
Se crearán shapes con nombres respectivos para un mejor orden, estos shapes corresponden a carreteras, limites distritales, lagos, PAM's y demás que se vaya a usar para la creación de nuestro modelo.

**Figura 84**

*Data de Shapes Oficial*

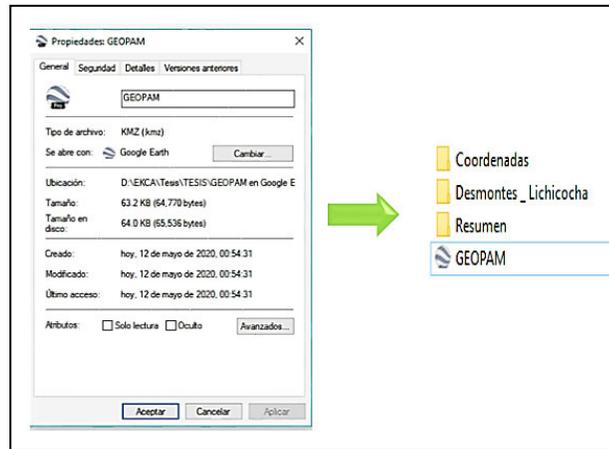


A continuación, mostramos el trabajo geoprocesado de pasivos ambientales mineros donde podemos observar de manera general, es decir observaremos el mapa de nuestro territorio nacional y las capas para su debido uso, capas que pueden ser activadas o desactivadas de acuerdo al usuario apareciendo así la información que el profesional requiera y considere necesario para el trabajo a realizar.

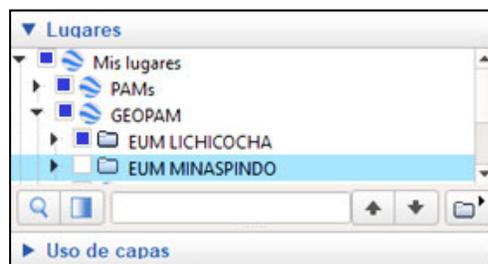
**Figura 85***Vista de Información Geopocesada*

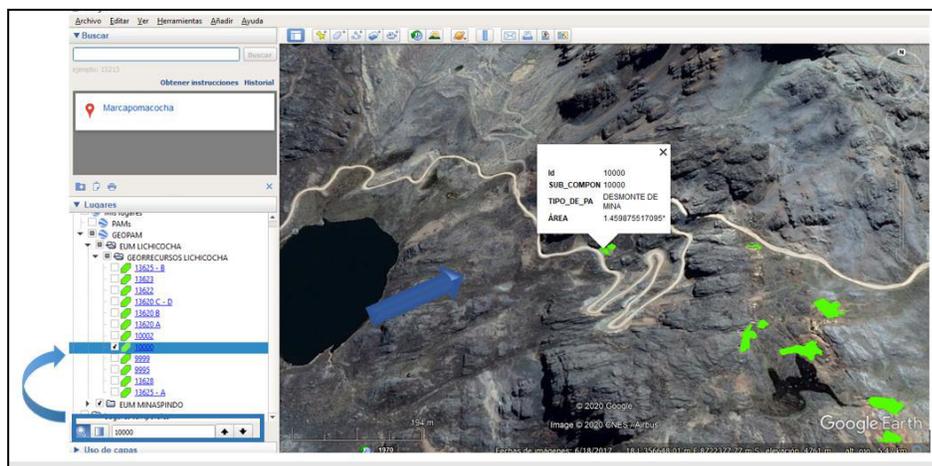
A continuación, podemos realizar el interfaz con Google Earth Pro y ArcGIS online, estos dos servidores son prácticos y fáciles de acceder, es una de las mejores opciones para poder compartir información al usuario.

Para acceder al GEOPAM en Google Earth se debe obtener es el archivo kmz.

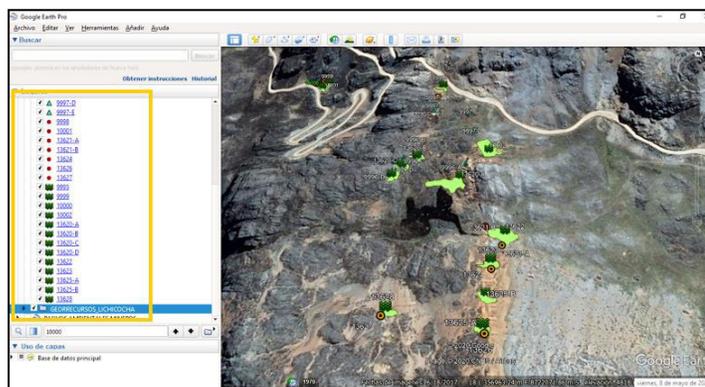
**Figura 86***Archivo KMZ*

Una vez obtenido el kmz buscamos el globo GEOPAM, aquí la búsqueda se puede realizar por carpeta, cada una corresponderá a una ex unidad minera, también puede digitar el numero Id de componente en el buscador y nos ayudará a la búsqueda

**Figura 87***Búsqueda por Carpeta*

**Figura 88***Búsqueda por ID*

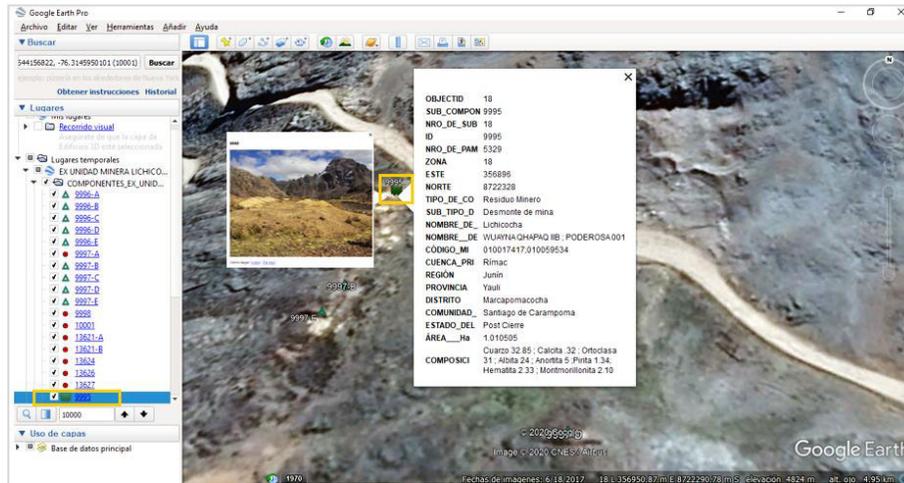
Se realiza la edición de simbología para cada uno de los componentes (trinchera, bocamina y desmante) de la ex unidad minera Lichicocha, esto para un mejor orden y visualización.

**Figura 89***Edición de Simbología*

Al revisar las propiedades o identificación de cada componente ingresado, se observa una tabla con información de cada una de estas; información igual a la que hemos observado en ArcGis o en nuestras tablas de Excel.

**Figura 90**

*Vista en Google Earth*

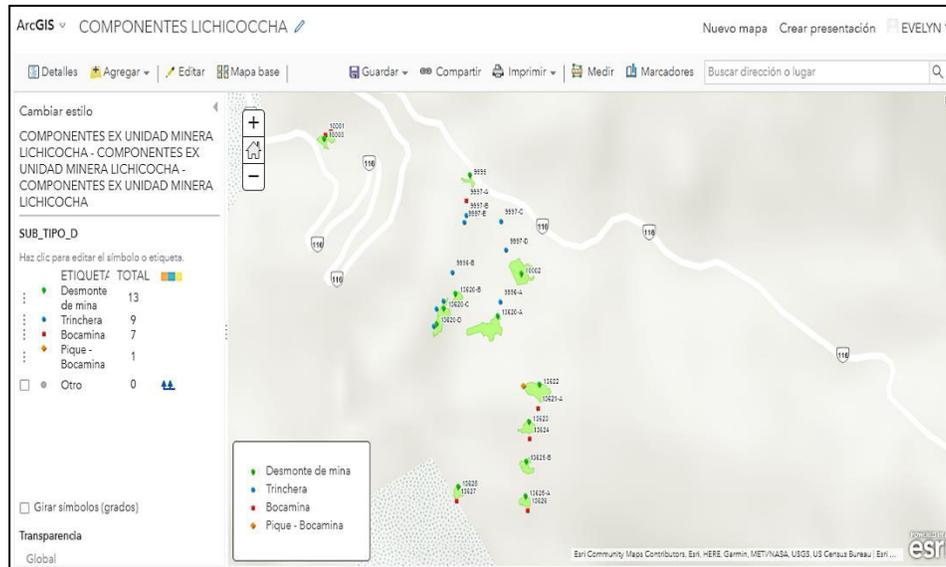


También podemos realizar el interfaz con ArcGis online, se importará la información y se podrá editar o modificar datos para mejor visualización y uso.

**Figura 91**

*Interfaz con Arcgis*



**Figura 92***Vista en Arcgis OnLine*

Después de haber modificado datos y se tiene la información correcta se puede crear feactures o mapas y compartirlos para uso de otros usuarios, recordar que los datos no pueden ser modificados por otros usuarios.

**Figura 93***Feactures y/o Mapas enArcgis Online*

<input type="checkbox"/>	Titulo		
<input checked="" type="checkbox"/>	PAMs EUM LICHICOCHA	Web Map	
<input type="checkbox"/>	COMPONENTES EX UNIDAD MINERA LICHICOCHA	Feature Layer	
<input type="checkbox"/>	GEORRECURSOS LICHICOCHA	Feature Layer	

En ArcGis online también se puede verificar una tabla de información de cada uno de los componentes.

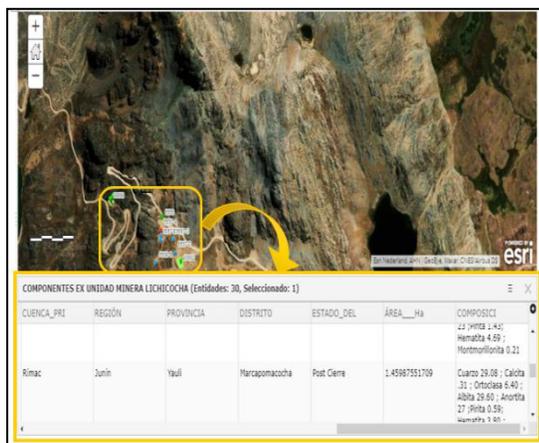
### Figura 94

*Revisión de Contenido – Forma 1*



### Figura 95

*Revisión de Contenido – Forma 2*

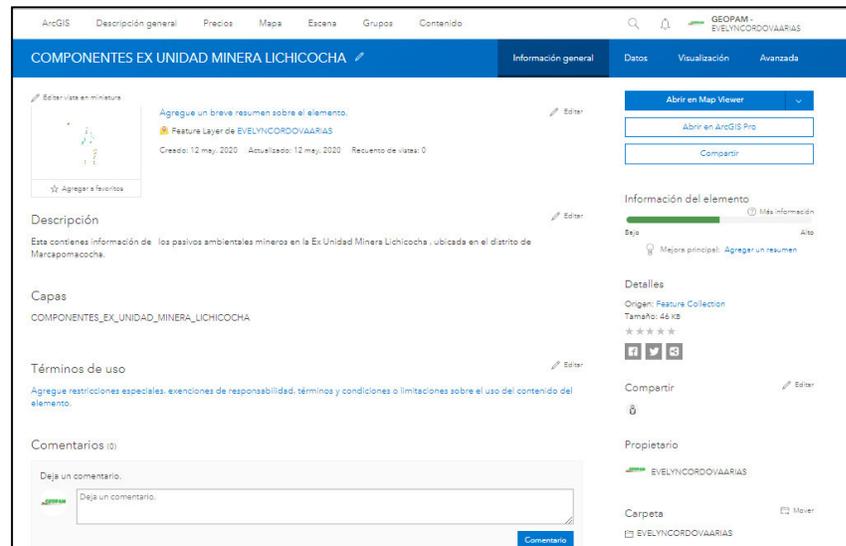


También se puede interactuar con usuarios, ya que ellos pueden realizar comentarios. Si es necesario la modificación de datos ya sea por actualización u otros, el usuario encargado de

GEO-PAM puede realizar la modificación y automáticamente puede subir al servidor para su uso correspondiente.

## Figura 96

*Vista de proyecto en Arcgis Online*

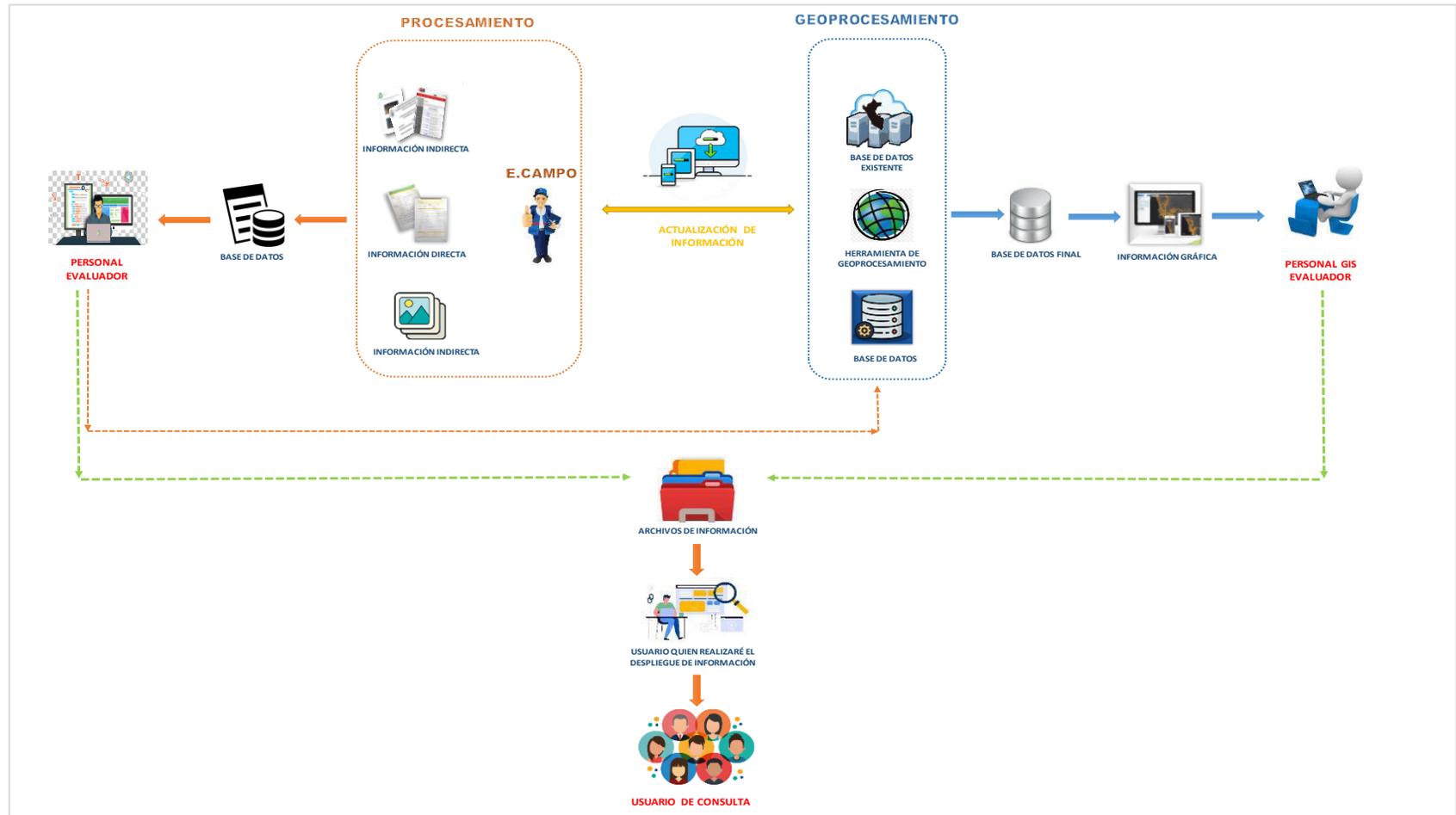


### 4.4. Modelo Catastral para PAM's

Contar con un modelo catastral para pasivos ambientales mineros que proporcione servicio mediante la información generada con el fin de atender la necesidad del usuario a falta de un catastro de PAM's , facilita el trabajo y ayuda a la toma de decisiones para sectores diversos permitiendo así una buena gestión y planificación del territorio , mediante la rápida ubicación de los pasivos existentes en una determinada zona podremos saber las características de estas permitiendo así el uso para fines convenientes del usuario.

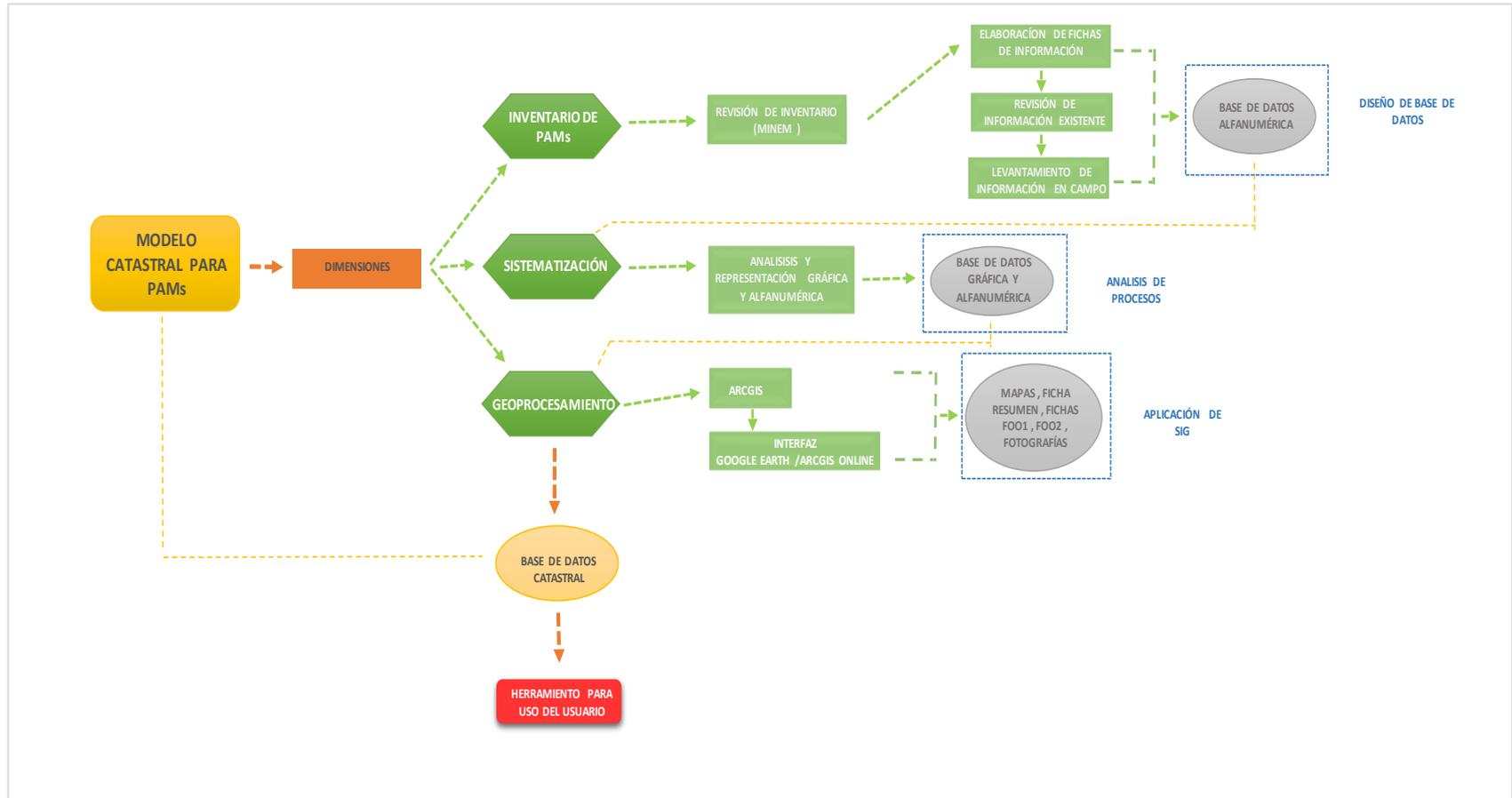
Figura 97

Esquema Gráfico para la Elaboración del Modelo Propuesto



**Figura 98**

*Esquema Gráfico del Modelo Catastral Propuesto*



#### 4.4.1. Proceso Secuencial para la Obtención de Resultados

A continuación, se presenta el proceso secuencial del trabajo realizado para cada uno de los componentes del presente proyecto, se considera el pasivo ambiental minero de código ID 13620 para ejemplo.

**PASO N° 1:** Levantamiento de información en campo aplicando ficha F-001, F-002 y visualización de la zona en Google Earth.

Aplicación de Ficha F-001, se realizan el levantamiento de información en campo haciendo uso de las fichas estructuradas.

#### Figura 99

Aplicación de Ficha F-001-1/ 13620-A

F-001		INFORMACIÓN GENERAL DE LA EX UNIDAD MINERA		N°	
IDENTIFICACIÓN DE MINA					
Nombre de Ex Unidad Minera		Lichicocha			
Empresario / Propietario		Desconocido			
Ubicación de la Ex Unidad Minera	Región Hidrográfica	R.H. Pacífica / Amazonas			
	Cuenca	Rimac / Jupay			
	Microcuenca	Lichic / Jupay			
	Región	Junín			
	Provincia	Yauli			
	Distrito	Marcapomacocha			
	Centro Poblado	—			
	Anexo	—			
Referencia: Parte de los componentes se ubican en la c.c. Santiago de Carampoma.					
Longitud		Latitud		Altitud (msnm)	
76° 18' 42" W		11° 33' 25" S		4810 msnm	
Coordenadas centroide UTM	NORTE	ESTE	ZONA	DATUM	
	878 8941	36277 6	18	WGS 84	
Concesión Minera		Woxyna Qhapay II, Poderosa			
Código Minero		010017417,010059536			

F-002		PAM		ID		13620	
Tipo de Componente:		Residuo Minero		Código de Componente		13620	
Sub Tipo de Componente:		Desmonte de mina		Código de sub componente		13620-A	
Longitud		Latitud		Altitud (msnm)			
76,31143		11,5566		4810 msnm			
Coordenadas centroide UTM	NORTE	ESTE	ZONA	DATUM			
	8722139	356943	18	WGS 84			
Ubicación de PAM	Región Hidrográfica	Amazonas					
	Cuenca	Jupay					
	Microcuenca	Jupay					
	Departamento	Junín					
	Provincia	Yauli					
	Distrito	Marcapomacocha					
	Comunidad Campesina	Santiago de Carampoma					
	Anexo	—					
Referencia		—					

Se visualiza en la ficha F- 001, cual pertenece a la ficha estructurada para levantamiento de información de ex unidades mineras, en el campo de ubicación de ex unidad minera /Región hidrográfica, cuenca y microcuenca, la ex unidad minera Lichicocha pertenece a dos regiones, como también a dos cuencas.

### Figura 100

*Aplicación de Ficha F-001-2 / 13620-A*

F-001		INFORMACIÓN GENERAL DE LA EX UNIDAD MINERA	N°
IDENTIFICACIÓN DE MINA			
Nombre de Ex Unidad Minera	Lichicocha		
Empresario / Propietario	Desconocido		
Ubicación de la Ex Unidad Minera	Region Hidrográfica	R:H_Pacifica / Amazonas	
	Cuenca	Rimac / Jupay	
	Microcuenca	Lichic / Jupay	
	Region	Junín	
	Provincia	Yauli	
	Distrito	Marcapomacocha	

### Visualización de la zona de estudio en Google Earth

En google Earth podemos observar efectivamente que la ex unidad minera pertenece a dos microcuencas diferentes cuales son Lichis y Jupay.

### Figura 101

Aplicación de Ficha F-001-3 /13620-A



Aplicación de Ficha F-002, Para la ficha F- 002, cual pertenece a la ficha estructurada para PAM's, observamos que nuestro componente 13620 –A se encuentra ubicado en la microcuenca Jupay.

### Figura 102

Aplicación de Ficha F-002 / 13620-A

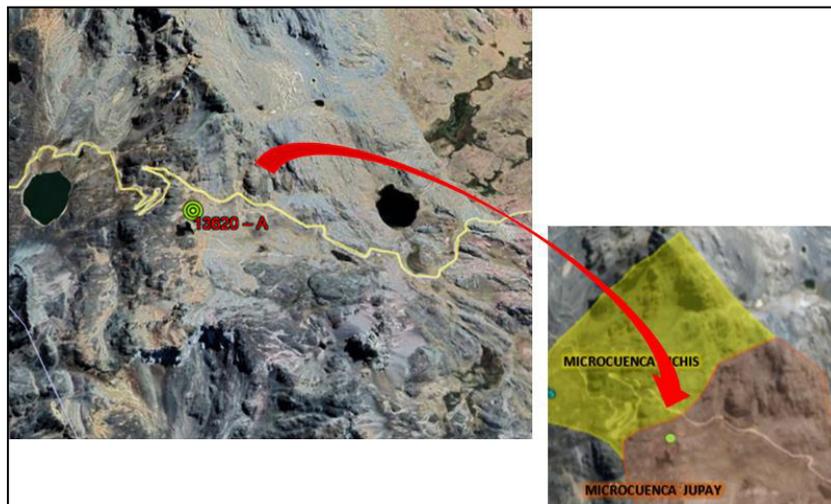
F-002	PAM	ID	13620
Tipo de Componente:	Residuo Minero	Código de Componente	13620
Sub Tipo de Componente:	Desmonte de mina.	Código de sub componente	13620 - A
Longitud		Latitud	Altitud (msnm)
76,31193		11,5566	4810 msnm
Coordenadas centroide UTM	NORTE	ESTE	ZONA
	8722139	356943	18
	DATUM	WGS 84	
	Región Hidrográfica	Amazonas	
	Cuenca	Jupay	
	Microcuenca	Jupay	
	Departamento	Junín	
Ubicación de PAM	Provincia	Yauli	

### Visualización del PAMID 13620 en Google Earth

Se realiza la verificación de las coordenadas de dicho componente en google Earth y claramente observamos la ubicación del componente y la microcuenca.

#### Figura 103

*PAM ID 13620*



### PASO N° 2: Geoprocesamiento de información

Realizada la sistematización de fichas y estudios realizados que enriquecerán la base de datos, realizamos el geoprocesamiento de información en Microsoft Excel, se pasa a la digitalización de fichas y demás información del componente 13620 –A obteniendo el siguiente resultado:

- Ítems a considerar
- Información gráfica y alfanumérica de los PAM

**Figura 104**

*Sistematización de Fichas /13620-A*

SUB COMPONENTE	NRO DE SUB COMPONENTES	ID	NRO DE PAM	ZONA	ESTE	NORTE	TIPO DE COMPONENTE	SUB TIPO DE COMPONENTE	NOMBRE DE EX UNIDAD MINERA	NOMBRE DE CONCESIÓN	CÓDIGO MINERO	CUENCA PRINCIPAL	REGIÓN	PR
13620-A	22	13620	5507	18	356943	8722139	Residuo Minero	Desmonte de mina	Lichicocha	WUAYNA QHAPAQ IIB ; PODEROSA 001	010017417;010059538	Rímac	Junín	



ZONA	ESTE	NORTE	TIPO DE COMPONENTE	SUB TIPO DE COMPONENTE
18	356943	8722139	Residuo Minero	Desmonte de mina

SUB COMPONENTE	NRO DE SUB COMPONENTES	ID	NRO DE PAM
13620-A	22	13620	5507

CUENCA PRINCIPAL	REGIÓN	PROVINCIA	DISTRITO
Rímac	Junín	Yauli	Marcapomacocha

NOMBRE DE EX UNIDAD MINERA	NOMBRE DE CONCESIÓN	CÓDIGO MINERO
Lichicocha	WUAYNA QHAPAQ IIB ; PODEROSA 001	010017417;010059538

COMUNIDAD CAMPEÑANA	ESTADO DEL PAM	ÁREA (Ha)	COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (% en Peso)
Santiago de Carampoma	Post Cierre	9.474	Cuarzo 25.41 ; Calcita .43 ; Ortoclasa 6.7 ; Albita 31 ; Anortita 26 ;Pirita 1.44; Hematita 6.33 ; Montmorillonita 1.40

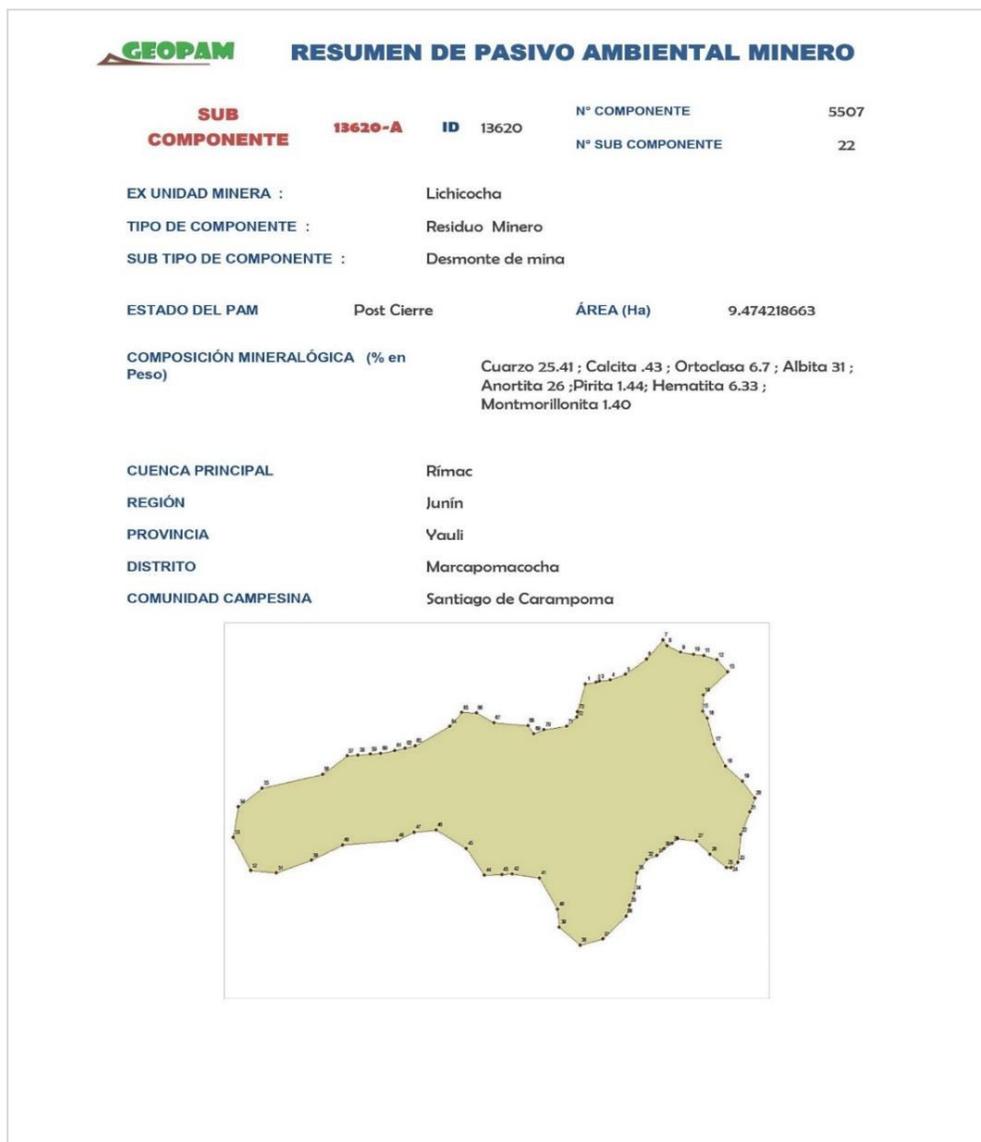
De igual manera se realiza el llenado de tablas con información realizada en levantamiento de coordenadas con GPS.

### **PASO N° 3: Obtención de Fichas Resumen de PAM**

Después de haber llenado la base de datos podemos acceder a nuestras fichas resumen, que contiene datos fundamentales como: ID del PAM, tipo del componente, ex unidad minera, estado del PAM, área, composición mineralógica, coordenadas de ubicación, ubicación política, cuenca, imagen georreferenciada del área del PAM y tabla de coordenadas, cual presentamos a continuación:

Figura 105

Ficha GEOPAM/13620-A



## COORDENADAS UTM - DATUM WGS 84

13620-A

VERTICE	ESTE	NORTE
1	356931.9007	8722141.2401
2	356933.1356	8722141.4447
3	356933.5371	8722141.5299
4	356934.7511	8722141.6971
5	356936.5359	8722142.3136
6	356938.9855	8722144.0937
7	356940.9274	8722146.2425
8	356941.4086	8722145.5805
9	356942.977	8722144.8347
10	356944.4915	8722144.6188
11	356945.6763	8722144.4495
12	356947.2308	8722143.9726
13	356948.4805	8722142.5997
14	356945.6339	8722139.9754
15	356945.5317	8722138.1162
16	356946.0979	8722137.3342
17	356946.9163	8722134.3465
18	356948.2336	8722131.849
19	356950.2211	8722130.1265
20	356951.6354	8722128.1864
21	356951.0215	8722126.5677
22	356949.9681	8722123.993
23	356949.6793	8722120.826
24	356948.8981	8722120.2723
25	356948.3386	8722120.2619
26	356946.4241	8722121.7775
27	356944.8561	8722123.3196
28	356942.6446	8722123.5326
29	356942.0026	8722123.0073
30	356941.0522	8722122.4063
31	356940.2245	8722121.6062
32	356939.0459	8722121.179
33	356937.9182	8722119.6826
34	356937.5709	8722117.34
35	356937.0564	8722115.9463

VERTICE	ESTE	NORTE
36	356936.599	8722114.7072
37	356933.9136	8722112.0978
38	356931.2719	8722111.4172
39	356928.8288	8722113.4247
40	356928.6424	8722115.5102
41	356926.5105	8722119.0499
42	356923.3355	8722119.5356
43	356922.1134	8722119.4867
44	356920.1214	8722119.4071
45	356917.9802	8722122.4399
46	356914.4538	8722124.5791
47	356911.8987	8722124.3108
48	356909.9139	8722123.3584
49	356903.5497	8722122.8359
50	356899.946	8722121.0844
51	356895.832	8722119.628
52	356892.8238	8722119.9061
53	356890.8059	8722123.6798
54	356891.3982	8722127.1974
55	356894.1961	8722129.3168
56	356901.2285	8722130.9007
57	356904.0624	8722132.9821
58	356905.3709	8722133.079
59	356906.7743	8722133.1829
60	356908.0213	8722133.2753
61	356909.6722	8722133.6356
62	356910.8548	8722133.8936
63	356912.0098	8722134.1457
64	356916.0601	8722136.3566
65	356917.4766	8722137.9592
66	356919.1643	8722137.9098
67	356921.1952	8722136.8117
68	356925.1742	8722136.4474
69	356925.8698	8722135.5341
70	356927.0636	8722135.9906
71	356929.6984	8722136.3612
72	356930.8665	8722137.4402
73	356930.9696	8722138.074

**PASO N° 4: Procesamiento en ARC GIS**

Después de realizar la base de datos se pasa a procesar la información en ArcGis obteniendo así el modelo propuesto.

En la tabla de contenidos podemos observar toda información relacionada al PAM, información antes digitalizada en Microsoft Excel, también se encuentran las fichas resumen.

En la ventana de ArcGis, al hacer clic en cada uno de los polígonos, cuales pertenecen a cada uno de los PAM's del proyecto en estudio se podrá visualizar la ubicación de los vértices.

**Figura 106**

*Tabla de Contenido en Arcgis /13620-A*

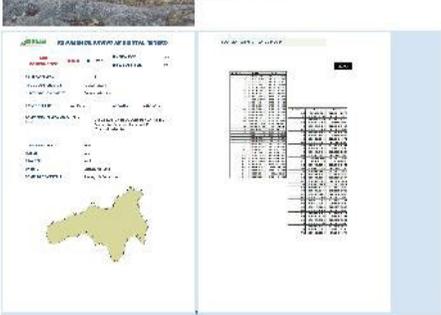
TABLA DE CONTENIDO

VENTANA  
ARC GIS

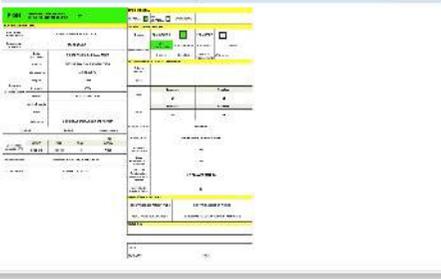
13620-A	
SUB_COMPON	13620-A
NRO_DE_SUB	22
ID	13620
NRO_DE_PAM	5507
ZONA	18
ESTE	356943
NORTE	8722139
TIPO_DE_CO	Residuo Minero
SUB_TIPO_D	Desmorte de mina
NOMBRE_DE_	Lichicocha
NOMBRE_DE	WUAYNA QHAPAQ IIB ; PODEROSA 001
CÓDIGO_MI	010017417;010059538
CUENCA_PRI	Rímac
REGIÓN	Junín
PROVINCIA	Yauli
DISTRITO	Marcapomacocha
COMUNIDAD_	Santiago de Carampoma
ESTADO_DEL	Post Cierre
ÁREA__Ha	9.47421866285
COMPOSICI	Cuarzo 25.41 ; Calcita .43 ; Ortoclasa 6.7 ; Albita 31 ; Anortita 26 ; Pirita 1.44 ; Hematita 6.33 ; Montmorillonita 1.40



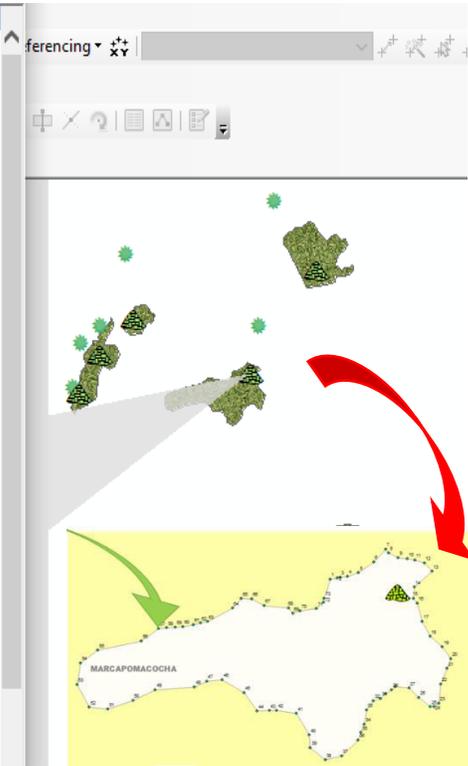
FOTO\_PAM



RESUMEN\_PA



FICHA\_EUM

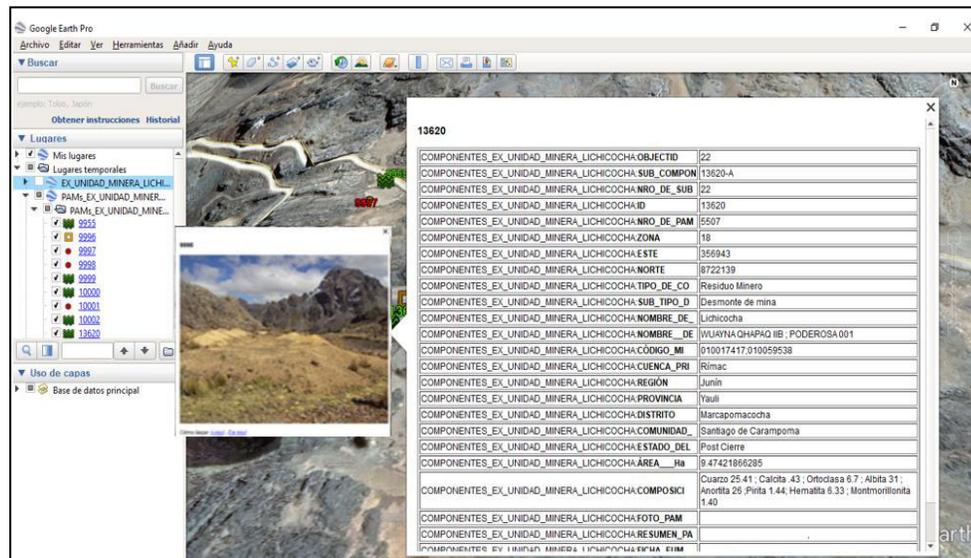


**VERTICES Y ÁREA DEL PAM**

Con el modelo ya terminado pasamos a crear el interfaz con Google Earth y ArcGIS Online donde también se observa que cuenta con una tabla de contenido correspondiente.

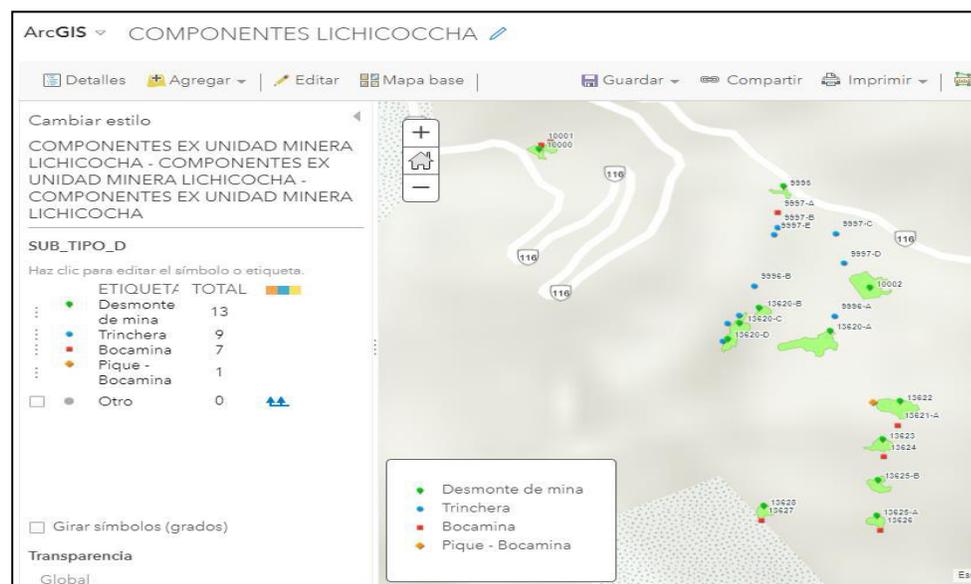
**Figura 107**

*Interfaz en Google Earth /13620-A*



**Figura 108**

*Interfaz en Arcgis Online /13620-A*



## V. Discusión de Resultados

### ▪ Criterio Metodológico para Proceso Sistematización y Geoprosesamiento de Información.

Según la Tesis titulada “Aplicación de un sistema de información geográfica para la identificación de pasivos ambientales del subsector hidrocarburos en el Perú para el año 2013”, donde evalúa la aplicación de un sistema de información geográfica para la identificación de los pasivos ambientales, para ello el trabajo plantea una metodología mediante etapas (previa, campo y gabinete), el trabajo comienza con la revisión de documentos de Perupetro y de Osinergmin, seguido realiza la visita a campo para identificación de posibles pasivos ambientales del subsector hidrocarburos para después con la información recogida y los antecedentes de paso a la sistematización de información y el geoprosesamiento de estas respectivamente.

La presente tesis guarda semejanza porque para la metodología del trabajo también se consideran tres etapas para su elaboración, también realizamos una revisión previa de documentos; se realiza la elaboración de fichas con información que consideramos útil para fines nuestros, campos que pueden ser completados sin inconvenientes, para luego salir a campo y poder contrastar la información; realizado lo mencionado se pasa a la etapa de gabinete donde se crea la base de datos a usar, se analiza y sistematiza la información y finalmente se da paso al geoprosesamiento que nos da como resultado el modelo de inventario de pasivos ambientales mineros propuesto.

En nuestro proyecto usamos softwares y consideramos fichas de fácil uso ya que nuestro fin es que nuestro modelo catastral para pasivos ambientales mineros sea aplicado en distintas organizaciones e identidades.

### ▪ **Criterio Metodológico para Elaboración de Fichas de Información**

En la tesis anterior mencionada, presentan un formulario de edición de fichas de identificación y otro para la estimación de nivel de riesgo, fichas que son usadas para el formulario de información que presenta el trabajo de investigación, cual discrepo ya que para presentar una información de grado importante en el sector cual uno va a destinar el trabajo se debería presentar una información certera, es decir una información confiable para el usuario por ello considero que para la elaboración de fichas y llenado se debería explicar por qué y cómo se realizará el llenado de las siguientes, si corresponde a información levantada en campo o información que puede ser usada a partir de informes selectos y de confiable información.

En el presente proyecto de investigación se ha trabajado fichas de identificación, fichas que se tiene un cuidado especial al momento de realizar y el llenado, aquí explicaremos como se realizara el llenado de fichas, algunos con información recogida en campo y otras de estudios realizados, se pretende que estas fichas tengan información útil para el usuario por ende la información debe ser en lo más actual y confiable.

### ▪ **Criterio Para la Aplicación del Sistema de Información Geográfica en Toma de Decisiones**

Según Mejía en su documento Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para la toma de decisiones en el caso Conagua Estado de México, la metodología usada para la creación del documento en mención consiste en estructurar en base a programas, estudios e inventarios realizados que nos da como resultado información fidedigna, sustentando así que el uso de sistemas de información geográfica requiere una gran cantidad de datos, por lo que deben implantarse procedimientos en la organización para el acopio y distribución de información.

Para ello primero se realiza una revisión y recopilación de información de distintas entidades paso importante para proporcionar un soporte adecuado para la toma de decisiones.

Segundo se compara las aplicaciones y alcances que tienen los SIG con las actividades de la CONAGUA, así como las deficiencias detectadas en las auditorías, se observa que existe concordancia para implementar dicha plataforma informática en la operación cotidiana de sus actividades que hasta ahora no se han utilizado los Sistemas de Información Geográfica debido a la falta de personal calificado y de los programas de cómputo.

Finalmente, ante las necesidades detectadas y las deficiencias se propone la puesta en marcha de un SIG a partir de los recursos con que actualmente se cuenta. Dicho sistema crecerá en complejidad y extensión a medida que mejore su uso, se capacite el personal responsable y se avance en la investigación también señala que para el resultado de la metodología usada es importante realizar convenios de colaboración con otras dependencias gubernamentales a efecto de aprovechar sinergias y compartir la información generada.

En la presente tesis se ha considerado como parte de la metodología realizar procedimientos para recopilar información necesaria y útil para la aplicación del sistema de información geográfica para la identificación de pasivos ambientales mineros, se usaron programas para realizar las fichas y una base de datos útil con información obtenida a partir de estudios y de la visita a la ex unidad minera. Toda esta información posteriormente sería analizada y seleccionada y estructurada para poder importar al ArcGis, dándonos como resultado un modelo con información fidedigna que permita a partir de ellos el uso para una adecuada gestión de pasivos ambientales mineros.

Considero que la presente tesis tiene una mejor metodología, pues para sus resultados no solo nos basamos a la información recopilada de entidades o informes ya realizados, sino

también realizamos una visita a campo para poder obtener y plasmar en nuestras fichas información actualizada para un mejor uso y toma de decisiones.

Ambos proyectos de investigación son semejantes ya que se comparte la finalidad, Mejía pretende aplicar el sistema de información geográfica para temas de conservación del agua en México y la presente tesis pretende la aplicación del sistema de información geográfica para la realización de un modelo catastral de pasivos ambientales mineros y que a partir de dicho modelo puedan surgir un sin fin de ideas de gestión para beneficio ambiental y social de territorio.

## VI. Conclusiones

- A partir del levantamiento de información gráfica y alfanumérica de 30 componentes de la ex unidad minera Lichicocha, es decir de 30 pasivos ambientales mineros que corresponden a nuestra muestra se generó una base de datos confiable con información de fácil y rápido acceso permitiendo promover al usuario realizar una buena gestión y planificación del territorio.

- Se analiza la información existente para poder representar adecuadamente los pasivos ambientales mineros, se considera el modelo de dato vectorial ya que se usan puntos y polígonos para expresar los PAM's en la ex unidad minera Lichicocha, se usarán puntos para 17 PAM's que pertenecen a labor mineros (bocamina, trinchera, pique); se usan polígonos para 13 PAM's perteneciente a residuo minero (desmonte minero).

- Finalmente se concluye que el modelo catastral de pasivos ambientales mineros con aplicación de sistema de información geográfica y el uso de software ArcGis ayuda a la representación e identificación de pasivos ambientales mineros, el modelo catastral es una herramienta dinámica y de fácil uso para el usuario permitiendo puedan trabajar en la toma de decisiones favoreciendo la buena gestión y planificación del territorio.

## VII. Recomendaciones

- Se recomienda que los profesionales quienes trabajan en las áreas de ambiente, catastro, desarrollo rural, en municipalidades u otras instituciones y/o profesionales agrícolas, geógrafos, ambientales deben continuar con la actualización del modelo catastral de pasivos ambientales mineros, priorizando los departamentos donde hay mayor cantidad de pasivos como son Ancash, Cajamarca, Huancavelica y Puno, ya que la presente investigación puede ayudar a finiquitar diversos problemas ambientales y sociales cuales día tras día se van agudizando en nuestro país.
- Ampliar la investigación en temas ambientales para incluir la información obtenida en nuestra base de datos y fichas con el fin de mejorar el diseño y obtener una mayor visión para nuevas propuestas de gestión y planificación por parte de las instituciones sean municipalidades, gobiernos regionales o entidades relacionadas a remediación ambiental.
- Seguir con el uso de Microsoft Excel para el llenado de base de datos de nuestro modelo catastral de inventario, ya que es un programa de fácil uso y de acceso rápido para todo tipo de usuario, también seguir trabajando en ArcGis ya que es un programa muy dinámico y completo que permite recopilar, organizar, analizar y compartir información geográfica.
- Para la futura actualización se debe tener en cuenta las normativas vigentes y que las informaciones de estudios realizados sean de fuente confiable como también que sean lo más actual posible, todo ello para que el modelo catastral presentado continúe siendo un modelo que brinde información confiable y sea una herramienta óptima y de necesidad para el usuario permitiendo realizar buenas gestiones y planificaciones territoriales.

### VIII. Referencias

- Activos Mineros S.A.C. (s.f.). Resumen Ejecutivo. Lima.
- Ambiente, M. d. (2012). Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana. Lima.
- Angela, O. (2016). Estudio sobre lineamientos, incentivos y regulación para el manejo de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM), incluyendo cierre de faenas mineras: Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia y el Perú.
- Baldovino Fernandini, A., Becerra Noblecilla, W., & Condori Nina, E. (2016). Producción de cartografía básica para el desarrollo regional en el marco del plan bicentenario Perú 2021. *Trabajo de investigación para optar grado de Magister en gestión pública*. Lima, Perú. [http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1203/Antonio\\_Tesis\\_maestria\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1203/Antonio_Tesis_maestria_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bosque Sendra, J. (1994). Sistema de Información Geográfica. *Estudios Geográficos*, 55(214). <https://search.proquest.com/openview/bfdbec241534d13b9de322d6f6b7321/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1818083>
- Brack Egg, A. y. (2008). Diagnostico Ambiental del Perú. Lima: Bruño.
- Briceño, J. d. (2005). Metodos catastrales para la valuación de predios urbanos. Mexico.
- Cebrian, J. A., & Mark, D. M. (1986). Sistemas de información geográfica. Funciones y estructuras de datos. *Estudios Geográficos*. <https://search.proquest.com/openview/0a8d9768c254af872b32965f39236252/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1818083>
- Codazzi, I. G. (s.f.). Bogota, Colombia.

Codazzi., n. G. (2004). Mejora de los sistemas de cartografía del territorio colombiano.

[http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=11559&shelfbrowse\\_itemnumber=12196](http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=11559&shelfbrowse_itemnumber=12196)

Defensoria del Pueblo. (2015). Un llamado a la Remediación, Avances y Pendientes en la gestión estatal frente a los pasivos ambientales mineros e hidrocarburíferos. Perú.

<https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/informe-Defensorial-171.pdf>

Díaz Cartagena, W. J. (2016). Contaminación del ecosistema en San Mateo de Huanchor por los pasivos ambientales minero metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores.

Domínguez Bravo, J. (2000). *"Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistema de Información Geográfica"*. Madrid: CIEMAT. [https://www.researchgate.net/profile/Javier-Dominguez-12/publication/237467702\\_Breve\\_Introduccion\\_a\\_la\\_Cartografia\\_y\\_a\\_los\\_Sistemas\\_de\\_Informacion\\_Geografica\\_SIG/links/0deec52724b3d7dcc4000000/Breve-Introduccion-a-la-Cartografia-y-a-los-Sistemas-de-Inform](https://www.researchgate.net/profile/Javier-Dominguez-12/publication/237467702_Breve_Introduccion_a_la_Cartografia_y_a_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_SIG/links/0deec52724b3d7dcc4000000/Breve-Introduccion-a-la-Cartografia-y-a-los-Sistemas-de-Inform)

Espinoza Quiroz, L. L. (2019). Aplicación de un sistema de información geográfica para la identificación de pasivos ambientales del subsector hidrocarburos en el Perú para el año 2013. *Tesis para optar el título de ingeniero geógrafo*. Lima, Perú.

<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2823>

García Alania, S. (2018). Remediación de los pasivos ambientales mineros generados por la ex unidad minera Lichicocha Activos Mineros S.A.C. con fines de disminuir los lixiviados a la subcuenca del río Santa Eulalia y cuenca del río Rímac”,. *Tesis para optar el Título*

*Profesional de Ingeniero Ambiental. Pasco.*

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/815>

INGEMMET. (2008). *Catastro Minero Camino a la Excelencia*. Lima, Perú.

<https://es.slideshare.net/ingemmet/catastro-minero-nacional>

Kauffmann Jurg y Steudler, D. (2014). *A vision for a future cadastral system*. Alemania.

Lazaro Barreto, M. R. (2015). ). *Análisis de peligros y vulnerabilidades para la gestión del riesgo de desastres, utilizando el sistema de información geográfica (SIG) en la localidad de Acopampa-Carhuaz, Ancash. Tesis para optar título de ingeniero agrícola . Huaraz, Áncash, Perú.* <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1190>

Ley 27867 - Ley Orgánica de Gobiernos Regionales . (s.f.).

Ley 28271 - Ley que regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera. (s.f.).

Ley N°28294 Ley que crea el Sistema nacional Integrado de Catastro y su Vinculación con el Registro de Predios. (s.f.).

Ley que crea el Sistema Nacional integrado de Catastro y su vinculación con el Registro de Predios, p. e. (2004). Ley del Catastro 28294. Perú.

Mi, R. &. (1998). *Aproximación bibliográfica a los Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Ordenación del Territorio y los Recursos Naturales. 155, 021, 9803.* Madrid, España. <https://core.ac.uk/download/pdf/38823213.pdf>

Minas, M. d. (2006). *Informe Preliminar, Inventario de Pasivos Ambientales Mineros*. Lima, Perú.

<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgm/publicaciones/pasivosmineros/DATA/INFORME>

Minas, M. d. (2006). *RESOLUCION MINISTERIAL N° 290-2006-MEM-DM*. Lima, Perú.

Obtenido de <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgm/legislacion/290-2006-MEM.pdf>

Minas, M. d. (2017). Tipo de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú. Lima, Perú.

<https://es.slideshare.net/BraulioCastilloAnyos/tipos-de-pasivos-ambientales-mineros-en-el-per>

Moreno, C., & Chaparro Ávila, E. (Mayo de 2008). Conceptos básicos para entender la

legislación ambiental aplicable a la industria minera en los países andinos. *Recursos Naturales e Infraestructura*, 134. Chile.

[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6332/S0800300\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6332/S0800300_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Muqui. (2015). Los Pasivos ambientales mineros: Diagnostico y Propuestas.

Ochoa, R. y. (2009). Análisis y Diseño de un sistema de Información Geográfica para la Administración del Catastro Multiproposito.

Olaya, V. (2011). *Sistemas de información geográfica*. [https://wiki.osgeo.org/wiki/Libro\\_SIG](https://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG)

Pedrero, L. E. (2011). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para la toma de decisiones. Caso CONAGUA Estado de México. *Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática*, 30-47.

- Pérez de Arce Jaramillo, G. (2019). *Pasivos Ambientales Mineros en Chile, Lineamientos para priorización y remediación*.  
[https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/11.\\_grecia\\_perez\\_caso\\_pams\\_chile\\_.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/11._grecia_perez_caso_pams_chile_.pdf).
- Ponce Seoane, N., & Díaz Comesañas, J. L. (2011). *Pasivos Ambientales Mineros en Cuba. Bases Metodológicas*. Cuba.  
[http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2011\\_Ponce\\_MIN2-O7.pdf](http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2011_Ponce_MIN2-O7.pdf)
- Republica, C. d. (2017). *Proyecto de Ley 2006/2017 CR*. Lima.
- Republica, P. d. (s.f.). *Ley 28271 - Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera*.
- Rodríguez, R. (2011). *Transformación de pasivos ambientales mineros (PAM) en activos mineros, ambientales o sociales (amas)*. La Habana , Cuba .  
[https://ftp.cetem.gov.br/images/palestras/2013/sustentabilidade/artigos/arsenio\\_gonzalez.pdf](https://ftp.cetem.gov.br/images/palestras/2013/sustentabilidade/artigos/arsenio_gonzalez.pdf)
- Ruiz, R. A. (2010). *Los Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Evaluación Ambiental en la planificación de infraestructuras de transporte. Ciudad y Territorio Estudios Territoriales (CyTET)*. 42(165-6), 513-528.  
<https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/viewFile/76014/46415>
- Russi, D. &. (2002). *O pasivo ambiental. Cooperativismo e economía Social*. scsa. (ss).

Yacaman Cure, M. A. (2014). Protocolo de diagnóstico y propuesta de mejora del sistema informático de catastro minero en Colombia de la Agencia Nacional de Minería.

<https://repository.ean.edu.co/handle/10882/7224>

Yupari, A. (2003). Pasivos ambientales mineros en Sudamérica.