



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS:

**PLAN DE CIERRE EN LA ACTIVIDAD MINERA DE LA
CONCESIÓN ITALO, EMPRESA P'HUYU YURAQ II
E.I.R.L. DISTRITO DE MAGDALENA - CAJAMARCA,
2017**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

Presentado por el Bachiller:

ROJAS ABANTO, JOSÉ ELÍ

CAJAMARCA - PERÚ

-2018-

DEDICATORIA

A mis padres por ser la razón que me levanta cada día a esforzarme por el presente y el mañana, son mi principal motivación.

Como en todos mis logros en este han estado presentes.

José Rojas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme, para llegar hasta donde he llegado. Asimismo, agradezco a mis padres, familiares y amigos, por su apoyo incondicional para poder lograr culminar este proyecto profesional.

José Rojas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.2.1. Delimitación espacial	2
1.2.2. Delimitación social	2
1.2.3. Delimitación temporal	3
1.2.4. Delimitación conceptual	3
1.3. Problemas de investigación.....	3
1.3.1. Problema principal	3
1.3.2. Problemas secundarios	4
1.4. Objetivos de la investigación	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis y variables de la investigación	5
1.5.1. Hipótesis general	5
1.5.2. Hipótesis secundarias.....	5
1.5.3. Variables.....	6

	Pág.
1.5.4. Operacionalización de las variables.....	7
1.6. Metodología de la investigación	9
1.6.1. Tipo y nivel de investigación	9
1.6.2. Método y diseño de la investigación	9
1.6.3. Población y muestra de la investigación	10
1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	10
1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación ..	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Antecedentes de la investigación	13
2.1.1. Internacionales.....	13
2.1.2. Nacionales	15
2.1.3. Locales	19
2.2. Bases Teóricas.....	21
2.2.1. Plan de cierre.....	21
2.2.2. Actividad minera	32
2.3. Definición de términos básicos.....	34
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	36
3.1. Aspectos generales	36
3.1.1. Ubicación	36
3.1.2. Accesibilidad.....	38
3.1.3. Historia del proyecto	40
3.2. Actividades de Cierre	41
3.2.1. Cierre temporal	42
3.2.2. Cierre Progresivo	53
3.2.3. Cierre Final	62

	Pág.
3.3. Condiciones Actuales del Sitio del Proyecto	66
3.3.1. Medio Ambiente Físico	66
3.3.2. Suelos	85
3.3.3. Medio Ambiente Biológico.....	101
3.3.4. Medio Ambiente Socio – Económico y Cultural	106
CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
ANEXOS	116
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	117
Anexo 2: Instrumentos de Validación – Ficha de concentración de partículas	118
Anexo 3: Instrumentos de Validación – Ficha de concentración de gases	118
Anexo 4: Instrumentos de Validación – Matriz de Leopold	119
Anexo 5: Fotografías	121
Anexo 6: Planos	124

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Tiempo de Ejecución.....	3
Tabla 2: Operacionalización de las variables.....	7
Tabla 3: Coordenadas de la concesión minera Ítalo.....	38
Tabla 4: Distancias en la ruta de transporte Lima –concesión Ítalo.....	38
Tabla 5: Componentes y Escenario de Cierre.....	41
Tabla 6: Cálculo del Balance Hídrico parte baja.....	45
Tabla 7: Cálculo de Balance hídrico parte alta.....	45
Tabla 8: Cronograma del cierre temporal.....	51
Tabla 9: Presupuesto General Estimando.....	52
Tabla 10: Especies para revegetar.....	60
Tabla 11: Inversión en programas durante Operaciones/ Cierre progresivo. .	62
Tabla 12: Inversión en programas sociales durante la etapa de cierre final...	66
Tabla 13: Concentración de partículas en suspensión PM2.5.....	67
Tabla 14: Concentración de partículas en suspensión PM10.....	68
Tabla 15: Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂).....	69
Tabla 16: Concentración de Monóxido de Carbono.....	71
Tabla 17: Concentración de Dióxido de Nitrógeno.....	72
Tabla 18: Calidad de ruido.....	73
Tabla 19: Clasificación de suelos,(primera letra).....	86
Tabla 20: Clasificación de suelos,(primera letra).....	86
Tabla 21: Clasificación de suelos.....	88
Tabla 22: Concentración de partículas en suspensión.....	118
Tabla 23: Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂).....	118
Tabla 24: Matriz de Leopold.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Mapas de ubicación de Magdalena.....	36
Figura 2: Ubicación de la concesión minera ITALO.	37
Figura 3: Vía de acceso a la zona, trochas carrozables.....	38
Figura 4: Acceso Ítalo desde Cajamarca.	39
Figura 5: Letrina.	43
Figura 6: Balance Hídrico.....	46
Figura 7: Pino radiata reforestado.....	48
Figura 8: Pinos reforestados.	48
Figura 9: Meteorización física.	74
Figura 10: Meteorización física por agentes biológicos.....	75
Figura 11: Lapiaces producto de la meteorización química.	76
Figura 12: Dolinas producto de la meteorización química.....	76
Figura 13: Valles en V.....	77
Figura 14: Valles en U.....	77
Figura 15: Sumidero.....	78
Figura 16: Colina baja.	79
Figura 17: Colina Moderada de la zona.	80
Figura 18: Paisaje actual.....	81
Figura 19: Relieve de la concesión ITALO.....	81
Figura 20: Remoción de vegetación.....	82
Figura 21: Paisaje de la cantera.....	82
Figura 22: Polvo generado por acumulación de cal agrícola.	83
Figura 23: Polvo generado por perforación.	83
Figura 24: Partículas generadas por el chancado de carbón.	84
Figura 25: Excavadora en ITALO.....	84
Figura 26: Vehículos en ITALO.	85
Figura 27: Clasificación del suelo ITALO.	86
Figura 28: Perfil del Suelo en la Concesión ITALO.....	87
Figura 29: Zona de Suelos de Clase I.....	89
Figura 30: Zona de Suelos de Clase II.....	90
Figura 31: Zona de Suelos de Clase III.....	92

	Pág.
Figura 32: NDVI de Ítalo.....	95
Figura 33: NDWI de Ítalo.....	97
Figura 34: Plano Hidrogeológico generado con Bandas Satelitales.....	100
Figura 35: Arbusto intersectado en el transecto.....	101
Figura 36: Toma de especies en el transecto.	102
Figura 37: Línea del transecto.....	102
Figura 38: Toma de especies en el transecto.	103
Figura 39: Área de pérdida de vegetación.	104
Figura 40: Vacunos domésticos.	105
Figura 41: Porcinos propios de la zona.....	106
Figura 42: Zonas de cultivo en ITALO.....	107
Figura 43: Ubicación del Centro arqueológico Cumbemayo.	109
Figura 44: Concesiones mineras en Ventanillas.	110
Figura 45: Planta de calcinación Ítalo.	121
Figura 46: Cantera Ítalo.	121
Figura 47: Desmontera de cantera Ítalo.....	122
Figura 48: Zona de chancado de carbón.	122
Figura 49: Hornos de calcinación.....	123
Figura 50: Desmontera de cal.	123

RESUMEN

La tesis se ha realizado en el distrito de Magdalena, de la provincia y departamento de Cajamarca, exactamente en la concesión minera Ítalo; el objetivo fue realizar el plan de cierre de mina ya que las actividades mineras que se realizan generan impactos tanto positivos como negativos, siendo por lo general los negativos más altos. La necesidad de realizar un plan de cierre es netamente legal, ya que el estado peruano exige a las empresas mineras realizarlo para obtener la formalización. La tesis se enfocó en tres aspectos importantes, el primero la estabilidad física, el segundo la estabilidad química y el tercero la evaluación socio económica. Para obtener los resultados se usó la matriz de Leopold, la evaluación de concentración de gases, partículas y ruido. El plan de cierre de mina para la actividad minera de la concesión Ítalo, se han evaluado dos aspectos principales, el primero son las actividades de cierre que se dividen en cierre temporal, cierre progresivo y cierre final; el segundo son la evaluación de las condiciones actuales del sitio, en el cual se describe el medio físico, los suelos, el medio biológico y el medio socio económico.

Los resultados para la estabilidad física en la etapa de cierre es que se aplicarán biomantas en las desmonteras de la concesión Ítalo, como parte de la etapa de cierre se evaluarán los taludes con 2.5H:1V, para evitar deslizamientos.

Los resultados para mantener la estabilidad química de la concesión es que se propone medir el pH de los suelos en las desmonteras, asimismo es necesario recalcar que en el proceso de minado aplicado no se van a generar aguas ácidas, al contrario, los suelos van a estar alcalinizados por ello se prevé reforestar.

Los impactos socio económicos de la zona de estudio pertenecen al caserío Ventanillas que cuenta con 60 familias, las actividades socioeconómicas más importantes de la zona son, la agricultura, ganadería, turismo, venta de terrenos para la minería, y la minería netamente.

Palabras Claves: Plan de cierre, explotación minera, impactos, estabilidad física, estabilidad química.

ABSTRACT

The thesis has been carried out in the district of Magdalena, in the province and department of Cajamarca, exactly in the Ítalo mining concession; the objective was to carry out the mine closure plan since the mining activities that are carried out generate both positive and negative impacts, with the highest negatives generally being the most. The need to carry out a closure plan is clearly legal, since the Peruvian state requires mining companies to do so in order to obtain the formalization. The thesis focused on three important aspects, the first physical stability, the second chemical stability and the third socio-economic evaluation. To obtain the results, the Leopold matrix, the evaluation of gas, particle and noise concentration was used.

The mine closure plan for the mining activity of the Italo concession, two main aspects have been evaluated, the first being closing activities that are divided into temporary closure, progressive closure and final closure; the second is the evaluation of the current conditions of the site, which describes the physical environment, the soils, the biological environment and the socio-economic environment.

The results for the physical stability in the closing stage is that biomantas will be applied in the dismantle of the Ítalo concession, as part of the progressive closure the slopes will be evaluated with 2.5H: 1V, to avoid landslides.

The results to maintain the chemical stability of the concession is that it is proposed to measure the pH of the soils in the dismantlers, also it is necessary to emphasize that in the applied mining process no acid waters will be generated, on the contrary, the soils will to be alkalized, it is expected to reforest.

The socio-economic impacts of the study area belong to the Ventanillas farmhouse which has 60 families, the most important socio-economic activities in the area are agriculture, livestock, tourism, sale of land for mining, and mining clearly.

Key words: Closure plan, mining exploitation, impacts, physical stability, chemical stability.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el plan de cierre se ha vuelto un estudio indispensable para que las empresas puedan desarrollar sus actividades mineras, es una de las medidas que ha tomado el gobierno central peruano para reducir la informalidad minera.

La tesis se desarrolló en la provincia de Cajamarca, distrito de Magdalena, específicamente en el caserío Ventanillas y se orientó en elaborar un plan de cierre que pueda prevenir, reducir y mitigar los posibles impactos generados en la producción de cal por parte de la empresa P'huyu Yuraq II,

El Capítulo I, contiene el planteamiento metodológico de la investigación el cual conllevó a describir la realidad problemática, delimitación, problemas, objetivos, e hipótesis general y las específicas. También se realizó la metodología de la investigación que abarca el tipo, nivel, método, diseño, población, muestra, técnicas e instrumentos, justificación, importancia y limitaciones de la investigación.

El Capítulo II, presenta el marco teórico, dividido en antecedentes internacionales, nacionales y locales, además de la descripción de las bases teóricas y la definición de los términos básicos para la elaboración de esta tesis.

El Capítulo III, realiza la presentación, análisis e interpretación de los resultados, se evaluó los aspectos generales donde describe la ubicación, accesibilidad e historia del proyecto; posteriormente se analizaron las actividades de cierre temporal, progresivo y final; finalmente se evaluaron las condiciones actuales del sitio del proyecto, el medio físico, biológico y socioeconómico.

Al finalizar se realizaron las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, y los anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática

La fase de cierre de mina, entendida como el cierre de un proyecto minero, provoca una serie de efectos en el medio ambiente. Aunque ésta no es una característica exclusiva de la actividad minera, es de gran relevancia por muchas razones, básicamente determinadas por la entidad de efectos ambientales, sociales y económicos, los que normalmente serán de largo alcance y duración además de significativos y relevantes. Tales efectos provocan que el simple abandono de las actividades sin hacerse cargo de los efectos post operacionales sea contrario a cualquier idea de sostenibilidad del desarrollo minero (Cedrón, 2013).

Actualmente América Latina es la principal región minera del mundo. Durante la década de los noventa la liberación de nuestras economías y la creación de incentivos a la inversión han atraído un flujo importante de capitales que han dado paso a un “boom minero”, tanto a nivel exploratorio como de producción. Esto implica el planteamiento de estrategias de largo plazo que consideren un uso sostenible de nuestros recursos no renovables, incluido la minería que permita la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Hauser, 2014).

En Perú, cuando un proyecto minero termina su vida útil, el suelo superficial original, ya no son las condiciones de potencialidad original y rara vez dichos terrenos sirven para alguna actividad productiva. El desarrollo minero comprende las actividades de restauración ecológica a las que lo obliga la legislación ambiental peruana uno o dos años antes de cerrar, y este tiempo no alcanza para una verdadera restauración o rehabilitación del terreno para alguna vocación productiva, aunque de menor valor, muchas personas quedan sin trabajo y es de suponer que no van a lograr sus satisfacciones en el lugar que se queda, a la par de que se suscitan problemas sociales contra el desarrollo minero y las autoridades normativas, generando los movimientos poblacionales en busca de lograr sus satisfacciones (Guzmán, 2014).

Aunque podemos hablar tranquilamente de un plan de cierre en Perú debemos considerar que ésta situación adquiere características un poco diferentes de lugar en lugar dependiendo del sistema social, económico y ambiental en que se aplique y del tipo de industria minera de que se trate, es por ello que el enfoque se dirige al departamento de Cajamarca.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo en la Región Cajamarca, Provincia Cajamarca y Distrito de Magdalena, en la Empresa P'huyu Yuraq II EIRL, una empresa dedicada a la producción y comercialización de óxido de calcio (cal viva).

1.2.2. Delimitación social

En la investigación se trabajó con los pobladores del área de influencia directa de la planta de producción Ítalo de la empresa minera no metálica P'huyu Yuraq en el caserío Ashupata.

1.2.3. Delimitación temporal

El estudio se llevó a cabo durante el año 2017 entre los meses de Julio a Setiembre en la cual se realizó el plan de cierre de mina de la concesión Ítalo.

Tabla 1:
Tiempo de Ejecución.

Etapas	Inicio	Término	Días
Recopilación de Información	01 de Julio del 2017	10 de Julio del 2017	10 días
Etapas de Campo	11 de Julio del 2017	12 de Agosto del 2017	33 días
Etapas de análisis de gabinete	13 de Agosto del 2017	09 de Setiembre del 2017	35 Días
	Total		78 Días

Fuente: Elaboración propia, (2017).

1.2.4. Delimitación conceptual

Los conceptos mencionados a continuación, son todos aquellos se tuvieron presente a lo largo de este proyecto de tesis:

- Plan de cierre
- Proceso de calcinación
- Actividad Minera

1.3. Problemas de investigación

1.3.1. Problema principal

¿Cuál es el plan de cierre adecuado para la actividad minera de la concesión Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017?

1.3.2. Problemas secundarios

- a. ¿Cuáles son las medidas que se deben proponer para la estabilidad física en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017?
- b. ¿Cuáles son las medidas que se deben proponer la estabilidad química en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017?
- c. ¿Cuáles son los impactos socio económicos, para proponer medidas que minimicen y/o eliminen los riesgos sobre la salud y la seguridad pública en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Realizar el plan de cierre de mina para la actividad minera de la concesión Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Caracterizar y proponer medidas para mantener la estabilidad física de los componentes de cada unidad minera, en el corto,

mediano y largo plazo en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017.

- b. Proponer la estabilidad química de la zona en el largo plazo, cumpliendo los requerimientos de la reglamentación ambiental peruana vigente en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017.
- c. Caracterizar los impactos socio económicos, para proponer medidas que minimicen y/o eliminen los riesgos sobre la salud y la seguridad pública en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017.

1.5. Hipótesis y variables de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

La elaboración del plan de cierre minimizará los impactos negativos de la actividad minera de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017.

1.5.2. Hipótesis secundarias

- El plan de cierre logrará la estabilidad física de los componentes mineros en las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017.

- El plan de cierre logrará proponer la estabilidad química de los componentes mineros en las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017.
- El plan de cierre ayudará a minimizar y/o eliminar los riesgos sobre la salud y la seguridad pública en las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017.

1.5.3. Variables

Variable Independiente: Plan de cierre.

Variable Dependiente: Actividad minera.

1.5.4. Operacionalización de las variables

Tabla 2:
Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD		
PLAN DE CIERRE	Es un instrumento de gestión ambiental conformado por acciones técnicas y legales efectuadas por los titulares de actividades mineras.	Abióticos	Calidad del Agua	mg L ⁻¹		
			Calidad del Aire	µg/m ³ y dBA)		
			Calidad del Suelo	mg/kg		
			Modificación del Clima	Alteración del microclima		
		Bióticos	Flora	Pérdida de vegetación en m ²	Pérdida de cultivo en m ²	
				Alteración del hábitat		
				Fauna	% Pérdida de hábitat	
		Socio económico		Economía	% Reducción y migración	% Generación de empleo
					% Cambio del valor de la tierra	Índice de calidad de vida
				Conflictos	Grado de presión pública	

		Cultura	% de Alteración Arqueológica e Histórica
ACTIVIDAD MINERA	La actividad minera se realiza en los yacimientos, extrayéndose los minerales de las rocas que concentran uno o más minerales, como oro, plata, cobre, cinc, plomo, aluminio, hierro, bauxita o estaño.	Exploración	Toneladas de Material Orgánico Extraído
			Nº de accesos
		Desarrollo	Nº de Componentes Mineros
		Explotación de la mina	Toneladas de Caliza por Extraer
		Disposición de desmonte	Toneladas de Desmonte
		Extracción del mineral	Parámetros Geométricos
		Procesamiento del mineral	Toneladas de óxido de Calcio
		Rehabilitación y cierre	Estabilización química
			Estabilización física

Fuente: Elaboración propia, (2017).

1.6. Metodología de la investigación

1.6.1. Tipo y nivel de investigación

a) Tipo de investigación

El tipo de investigación es Cuantitativa ya que se utilizó la recolección de datos de los impactos generados por la explotación y producción de óxido de calcio, para probar hipótesis, se tuvo como base la matriz de Leopold, y el análisis estadístico se utilizó para los monitoreos de calidad de aire. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

b) Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue explicativo ya que va más allá de la descripción de los impactos al medio ambiente; es decir, se dirigió a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales que acarrea al no contar con un plan de cierre. (Hernández *et al.*, 2014, p. 95)

1.6.2. Método y diseño de la investigación

a) Método de investigación

Se empleó el método deductivo ya que se ha correlacionado la normativa legal para plan de cierre con los resultados obtenidos concernientes a impactos. (Hernández *et al.*, 2014, p. 3)

b) Diseño de investigación

Se usó el diseño experimental de campo ya que se estudió la situación más real que se encuentran las instalaciones mineras de la concesión Ítalo, en la que se manipuló los impactos generados. (Hernández *et al.*, 2014, p. 150)

1.6.3. Población y muestra de la investigación

a) Población

Conformada por los componentes mineros de Concesión Minera Ítalo.

b) Muestra

Componentes ambientales dentro de las 10 hectáreas de la Concesión Minera Ítalo.

1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas

- Monitoreo de calidad de aire
Mediante esta técnica se evaluó la calidad de aire para luego ser comparados con los parámetros máximos permisibles.
- Evaluación de impactos
Se recolectaron datos de campo, correspondientes a los impactos que genera tanto la extracción de caliza como la producción de óxido de calcio, ya sean positivos o negativos.

b) Instrumentos

Los instrumentos que se emplearon para la elaboración de la presente tesis fueron:

- Para el monitoreo de la calidad de aire: se utilizaron las siguientes fichas:
 - Ficha para concentración de partículas.

- Ficha para concentración de gases.

- Para la evaluación de impactos, se utilizó:
 - Matriz de Leopold.

1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación

a) Justificación

El estado peruano promulga la Ley de Cierre de Minas, Ley N° 28090, y su modificación mediante la Ley N° 28507, su Reglamento (Decreto Supremo N° 033-2005-EM) y Anexo, y las modificaciones de esta mediante Decreto Supremo N° 035-2006 y Decreto Supremo N° 045-2006-EM, los mismos que regulan la etapa de Cierre de Minas. Esta serie de leyes y decretos establecen, entre otras materias, la obligación de presentar un Plan de Cierre de minas (Guerra, 2011).

En este contexto la empresa minera P'huyu Yuraq en su concesión Ítalo desarrolla su Plan de Cierre de Minas para dar cumplimiento al reglamento señalado y al respectivo marco regulatorio.

De lo anterior resulta necesario que la empresa elabore su plan de cierre para que obtenga su formalización minera y también disminuir los posibles impactos ambientales para mitigarlos de manera responsable. Este estudio beneficiará a la empresa P'huyu Yuraq, ya que aportará información necesaria para la elaboración de plan de cierre.

b) Importancia

De no tener un plan de cierre la empresa no obtendrá la formalización minera.

El titular de la actividad minera que no cuente con el plan de cierre de minas aprobado, está impedido de iniciar el desarrollo de operaciones mineras.

c) Limitaciones

- En Cajamarca ninguna empresa minera cuenta con plan de cierre aprobado, por ende, la información es limitada, para ello se tomó en cuenta planes de cierres aprobados en otras regiones.
- La empresa no cuenta con un plan de cierre progresivo ni post cierre, por ello se tomó como base el Plan de Manejo Ambiental.
- La planta de producción no se encuentran patrones definitivos de cierre de botaderos, sin embargo, se evaluaron los desmontes generados en cada etapa minera.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

- Rivera (2012), en su Tesis titulada *“Análisis Ambiental de la Normativa Aplicada a los Planes de Cierre de Faenas Mineras en Chile”*, explica que la explotación de minas y canteras es una actividad económica cuya duración dependerá de múltiples factores, entre los que destacan la cantidad de reservas y las condiciones de mercado. Ello implica que, desde las primeras etapas de exploración y planificación de un yacimiento cualquiera, se tenga la certeza que en algún momento futuro llegará el instante en que dicha faena deberá ser cerrada y abandonada. A lo anterior se suma que por lo general la ubicación de las instalaciones mineras y su especialidad, las hacen difícil candidata para cualquier reciclamiento y reconversión. En este aspecto, la minería se diferencia de otras actividades productoras, las que de cerrar tienen mayores condiciones y facilidades para cambiar de giro y en definitiva aprovechar las mismas instalaciones en otra actividad. El abandono de faenas mineras en Chile, sin mayores regulaciones en el pasado reciente, ha ocasionado a través del tiempo pasivos ambientales. No duda de ello. Se han

catastrado al presente más de 350 minas y canteras cerradas y abandonadas, que son fuentes de contaminación del aire, agua, suelos y generadoras de incidentes que han ocasionado serios daños al entorno y a la salud de la población. Esto, no obstante, el responsable y ejemplar desempeño de muchas de las compañías e industriales que trabajan en el sector. El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) y la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), han realizado estudios respecto al cierre regulado de faenas mineras, centrándose en aspectos técnicos que deben abordarse en una debida planificación, y analizando los aspectos que están insertos en el actual Reglamento de Seguridad Minera (DS 72/85 del Ministerio de Minería). Este reglamento, que fuera una notoria innovación en la legislación en su momento, presenta sin embargo ciertas falencias al presente, sobretodo en temas relacionados con la asignación de responsabilidades, el financiamiento seguro de las obras de los planes de cierre y la visión global de los aspectos ambientales que se pueden ver afectados.

- Bustillos (2013), en su Tesis titulada *“Plan de Cierre de Mina para Presas de Relave de Minerales Poli Metálicos: Jujuy Argentina”*, señala que son poco comunes las consideraciones de diseño durante las operaciones para abordar hechos extremos de sismos o precipitaciones. Por lo tanto, se desconoce una planificación para el cierre de permanente de minas que contemple estas situaciones. Como sabemos la sierra norte Argentina, es considerada como una zona sísmica, habiéndose producido sismos de una magnitud de 8º en la escala de Richter, a través de la historia registrada. Los derrumbes de tierras producidas por los terremotos o licuefacción de relaves saturados y suelos es una preocupación crítica para la estabilidad y seguridad de las estructuras

permanentes de las minas durante el periodo posterior al cierre. Las condiciones climáticas también crean preocupaciones críticas sobre la estabilidad química y física de las instalaciones de las minas después del cierre. Los altos niveles de precipitación pueden causar la inundación y derrumbe de estructuras, o la erosión y lixiviación de sustancias contaminadas hacia el medio ambiente; igualmente la topografía sumamente escarpada en los yacimientos de los altos Andes representa un enorme riesgo de derrumbe de tierras y de licuefacción. Por los problemas anteriormente mencionados, en el presente proyecto se plantea El plan de Cierre de Mina para el proyecto Dique de Colas N° 4 y 5 perteneciente a La Compañía Minera Aguilar S.A., para lo cual fueron necesarios realizar diversos estudios, entre ellos el Estudio del terreno de fundación, del material de relleno, del material de relave y de la estabilidad del depósito propiamente dicho. Con esta tesis se planeó controlar con el problema de estabilización interna y externa de los Diques de Colas y el de la contaminación ambiental en la zona de estudio.

2.1.2. Nacionales

- Guzmán (2014), en su Tesis titulada “*Diseño de Mallas de Perforación y Voladura Subterránea Aplicando un Modelo Matemático de Áreas de Influencia*”, se ha elaborado con la idea que los estudiantes y profesionales de minería y medio ambiente comprendan realmente lo que significa un Plan de Cierre de Minas, que puedan hacer el seguimiento del expediente e interpretar lo que los funcionarios de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas solicitan vía las observaciones. Así como otras autoridades relacionadas con los planes de cierre de minas a quienes se les pide su opinión

técnica en los temas de su competencia y poder dar respuestas adecuadas a la normatividad vigente y satisfacer los requerimientos de todas las autoridades. Por otro lado, se presenta un enfoque de lo que es el marco legal aplicable a los planes de cierre de minas y lo que significa la actividad de los pequeños productores mineros, la minería artesanal y la minería informal (ilegal) y los tremendos daños ambientales, depredación de recursos minerales, defraudación al fisco por el no pago de impuestos y los problemas sociales que generan. En el desarrollo de los capítulos 2 y 3 se presentan las diferentes interpretaciones por parte del Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Agricultura, Ministerio del Ambiente, los Gobiernos Regionales y Locales, así como los Grupos de Interés que se verán afectados con las actividades de cierre de minas de una unidad minera. Las concordancias y divergencias entre las diferentes opiniones y las propuestas para superarlas. En el capítulo 4 Participación Ciudadana se presenta un enfoque lo más objetivo posible de los procesos de consulta, talleres informativos, una evaluación de la participación ciudadana en el Perú, incluyendo la interferencia de los Organismos No Gubernamentales y las autoridades regionales y locales politizadas. Un análisis del Desarrollo humano en las zonas de actividades mineras en el Perú. Finalmente se presenta un Modelo de Plan de Cierre de Minas el cual incluye las opiniones de las diversas autoridades relacionadas con las evaluaciones de los planes de cierre de Minas. En el capítulo 5 se presentan los vacíos legales y las opiniones técnicas de las autoridades competentes, los titulares de actividad minera y empresas consultoras autorizadas a elaborar Planes de Cierre de Minas.

- Aguilar (2015), en su Tesis titulada *“Plan Cierre de Mina en U.E.A. San Andrés – Mina San Juan de la Compañía Minera*

Caraveli S.A.C", en el Capítulo I de esta tesis, se trata sobre Generalidades donde se describe sus antecedentes históricos, su ubicación geográfica, vías de acceso, su filosofía empresarial y política de seguridad, bienestar y medio ambiente, así como un resumen de estudio de impacto ambiental. El Capítulo II, veremos los aspectos geológicos, en el cual se describe la geología regional, local, estructural, así como la geología del yacimiento donde se ve su mineralogía, se describe también su programa de exploración y desarrollo y sus reservas. En el Capítulo III, se describe las actividades mineras donde se ve la fuerza laboral, la preparación de las labores mineras, se describe el método de explotación, el ciclo de minado, la operación unitaria en los tajeos, los explosivos que usa, el equipo de ventilación, grupo electrógeno y el mantenimiento de equipos. En el capítulo IV, describimos los procesos metalúrgicos donde se hace descripción de la planta, las secciones de chancado de primario, secundario, molienda y clasificación, la cianuración del oro, se calcula la carga circulante, la molienda optima, su balance metalúrgico y algunas pruebas de mineral sulfurado. En el Capítulo V, se describe los componentes ambientales donde se ve el ambiente físico y aquí se describe el clima y meteorología, la topografía y fisiografía, los riesgos naturales y sismicidad, la información meteorológica del área, la calidad de aire de la zona, su geomorfología, suelos, sus recursos hídricos, el uso y calidad de agua , en el ambiente biológico describimos la flora y fauna, en el ambiente socioeconómico cultural se hace un análisis socioeconómico, en el saneamiento se ve el suministro del agua y sus aguas residuales. En el Capítulo VI, se describe el plan de cierre de mina donde se ve el marco legal y la ley de cierre de minas N° 28090, los aspectos ambientales donde se hace la identificación de los aspectos ambientales significativos, también se trata sobre el desmontaje de equipos

e instalaciones y su clasificación para su destino y se establece plan para demolición de las obras civiles, de cierre de bocaminas, tajeos, piques, chimeneas, desmonte de mina y desechos y su posible reforestación, también se describe ampliamente a los relaves y las pruebas que se hizo con el fin de garantizar su estabilidad física. En el Capítulo VII, describimos el mantenimiento y monitoreo posterior al cierre para el cual analizamos la influencia de la calidad de agua, trabajos subterráneos, la calidad de aire y suelos, los residuos sólidos, los efluentes líquidos, el ruido, las áreas revegetadas y los aspectos socioeconómicos y culturales. En el Capítulo VIII, se describe la administración del cierre y cronograma de actividades donde se menciona a los responsables del proyecto y el presupuesto de cierre y financiamiento.

- Delgado (2015), en su Tesis titulada "*Evaluación Ambiental de Extracción de Caliza, Minería Artesanal No Metálica, en Zona de Amortiguamiento – Bosque de Protección Alto Mayo, Rioja – 2015*", estableció una propuesta metodológica de evaluación ambiental para el desarrollo de la actividad de minería Artesanal No metálica (Caliza) ubicada en el Distrito de Elías Soplín Vargas, Provincia de Rioja, Departamento de San Martín, cerca al Centro Poblado Rural Santa Fe, dentro de la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección Alto Mayo – BPAM, y Zona de Concesiones Mineras. El estudio ambiental presentado por el concesionario titular, especifica como resultado final de la valoración y evaluación de los impactos ambientales potenciales que ocasionará el proyecto especifica una valoración 6.0 como resultado final lo que asevera un nivel de impacto de acuerdo a la tabla escalar. La obtención de un resultado positivo se debe que el análisis no se realizó teniendo en cuenta que el área de ejecución del proyecto es una Zona de Amortiguamiento y la respectiva asignación tipológica de los

impactos, a fin de medir la incidencia de los mismos sobre las unidades ambientales impactadas; sesgando con ello las acciones de Control, Mitigación, Prevención en el Plan de Manejo Ambiental. La propuesta metodológica producto del proyecto de investigación se basa en una matriz de evaluación ambiental de doble entrada de LEOPLOD, para lo cual se tomaron en cuenta todas las actividades impactantes que pueden tener lugar debido al proyecto; posteriormente para cada acción se consideraron todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, otorgándole una ponderación cualitativa y cuantitativa en función a dos tipologías de impactos: Magnitud: Viene a ser la valoración del impacto a ser provocado, anteponiendo un signo (+) ó (-) e Importancia: Que viene a ser el valor ponderal, que da el peso relativo del potencial de cada impacto. Producto de la aplicación de la metodología indicada se estableció que mayores impactos ambientales potenciales negativos generará la Etapa de Construcción alcanzando valores máximos de -5.71 de Magnitud y 4.71 de Importancia; así como también en la Etapa de operación, alcanzando valores máximos de -7 en Magnitud y 7 en Importancia, en tal sentido el titular concesionario deberá reformular su evaluación ambiental, y en función de ello deberá implementar las medidas Mitigación (M), Control (C), Prevención (P), en la cada una de las actividades impactantes para garantizar la efectividad y uso del recurso a explotar.

2.1.3. Locales

- Cedrón (2013), en su Tesis titulada *“Elaboración de Criterios para la Transformación de Pasivos Mineros en Activos Socio - Ambientales Sostenibles”*, se desarrolló con la finalidad de proponer criterios para una solución innovadora, sostenible y sustentable al problema de los pasivos ambientales mineros.

El objetivo principal fue establecer los criterios adecuados para que la etapa de cierre de minas culmine con la generación de un activo minero que puede ser una fuente de generación de recursos, y en este caso proponer la creación del Cite minería y medioambiente en las instalaciones de la mina Colquirumi que culminó sus operaciones en el año 1990. La mina está ubicada en la provincia Hualgayoc, en el departamento de Cajamarca, en la sierra norte del Perú. El desarrollo de la actividad minera involucra la ocupación del territorio para zonas de explotación, ubicación de instalaciones industriales anexas, almacenamiento temporal o definitivo de los estériles mineros, etc. Por estas razones, la ocupación del territorio debe realizarse bajo un criterio de ordenamiento atendiendo los condicionantes de buen uso y gestión de suelos. La minería moderna contempla la ejecución de planes de cierre con criterios para controlar la contaminación ambiental una vez cerrada la operación minera pero no contempla la posibilidad de utilizar el espacio ocupado por la mina en uno dedicado a actividades sostenibles en el tiempo. Las excavaciones mineras sean subterráneas o a cielo abierto ofrecen posibilidades de un sinnúmero de utilidades lúdicas, recreativas, culturales, industriales, agroforestales, etc., considerando que estos emplazamientos reúnen muchas veces características muy favorables para ciertos usos, como puede ser: almacenamiento de residuos (por su posibilidad de confinamiento y aislamiento); realización de actividades que producen ruido o polvo (por el efecto de apantallamiento); ubicación de actividades que requieran de aislamiento; aprovechamiento de su especial morfología, etc. En conclusión, dada la diversidad de opciones, es necesario que los equipos que desarrollen los planes de rehabilitación tengan carácter pluridisciplinar. Esto no significa sólo que se integren ingenieros de minas, geólogos, biólogos, paisajistas,

agrónomos y forestales entre otros, sino también que estos sean especialistas en los temas correspondientes, en muchas ocasiones condicionados por las características del emplazamiento. De esta manera se logrará la ejecución exitosa del planteamiento de rehabilitación del pasivo minero-ambiental.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Plan de cierre

a) Objetivos específicos de un plan de cierre de minas

Un plan de cierre de mina debe cumplir al menos con los siguientes objetivos específicos:

- Asegurar el cumplimiento de leyes y normas que regulan el cierre minero, así como de los compromisos corporativos asumidos por la empresa.
- Asegurar el cierre y estabilidad de las labores mineras superficiales y subterráneas.
- Prevenir la erosión, remoción en masa y subsidencia asociada a los efectos de la explotación minera realizada.
- Estabilizar y proteger los desechos sólidos producto de la explotación minera.
- Resolver satisfactoriamente lo relativo a suelos contaminados en el área de la explotación, así como a depósitos de residuos peligrosos y no peligrosos enterrados en ella.
- Restaurar en lo posible la hidrología original del sitio o al menos una red hidrológica estable.
- Prevenir la generación de drenaje ácido y, si es necesario, tratarlo para reducir su acidez y contenido metálico a niveles legal y ambientalmente aceptables.

- Establecer la financiación requerida por el plan de cierre, así como su distribución en el tiempo, y las fuentes y mecanismos que lo proveerán.
- Asegurar el cumplimiento de las condiciones requeridas para que el sitio intervenido recupere sus cualidades para el desarrollo de la vida silvestre, o permita el de nuevas actividades humanas.
- Procurar que el cierre de la explotación implique el menor grado posible de efectos socio-económicos negativos para los trabajadores y la comunidad situada en su área de influencia económica y laboral.
- Establecer las medidas necesarias de seguimiento y control de los resultados del plan de cierre (Cartagena, 2013).

b) Plan de cierre y ciclo de vida de una explotación minera

El concepto de Ciclo de Vida es utilizado en la evaluación de los aspectos e impactos ambientales de un producto, desde su manufactura a su disposición o reciclaje al final de su vida útil. Análogamente, se puede aplicar al análisis de los costes y beneficios ambientales de un proyecto minero, desde su etapa de exploración hasta la de su postcierre. La utilidad de este enfoque radica en la visión global del proyecto, que permite la toma de decisiones que consideran los costes, beneficios y riesgos económicos y ambientales que ellas implican. Dichas decisiones son a su vez evaluadas en términos de su adecuación a los problemas, alternativas consideradas, consecuencias, pros y contras, incertidumbres involucradas, riesgos aceptados y relación consistente con otras decisiones. Lo antes señalado es importante porque por ejemplo determinada decisión tecnológica coste-eficiente puede

implicar en la etapa de cierre gastos mayores que los que ahorró anteriormente (Cedrón, 2013).

Entre las materias principales a considerar en esta aproximación, son las siguientes:

- Base de conocimientos disponibles del ciclo de vida de la mina.
- Costes implicados en las etapas del ciclo de vida.
- Tecnologías de protección ambiental disponibles.
- Participación de la comunidad.
- Políticas y decisiones.

Elas deben ser manejadas en el marco de un enfoque de evaluación de riesgos, que dé una perspectiva más amplia de los costes y beneficios de cada decisión analizada. Un aspecto importante a considerar es el referente al flujo de caja de una explotación minera a lo largo de su vida. Como es lógico, dicho flujo es negativo durante la etapa de exploración y desarrollo, así como en la etapa de cierre (Rojas R. , 2013).

Por lo tanto, conviene aprovechar la etapa de producción tanto para invertir en labores de cierre factibles en esa etapa, como para establecer provisiones de fondos para la etapa final (Rojas R. , 2013).

c) Consideración del cierre en la etapa de evaluación del impacto ambiental de un proyecto minero

Desde luego, el tema del cierre del proyecto minero y la calidad ambiental y sustentabilidad (=sostenibilidad) del futuro ecosistema son materias de importancia al realizar su EIA (Estudio de Impacto Ambiental). Sin embargo, esa evaluación es generalmente un estudio “reactivo”, en el cual el ambiente

es considerado “a posteriori”, después que el proyecto ha sido definido, diseñado y dimensionado. En esas condiciones, su principal utilidad es la de cumplir los requisitos legales para la aprobación del proyecto presentado. Ello lleva a que el estudio realizado sea olvidado, en lugar de llegar a ser una guía durante las etapas de construcción, operación, cierre y post-cierre del proyecto. Otro importante factor que colabora a esa negativa situación es la continua evolución de los proyectos mineros, cuyas características y dimensiones siguen de cerca los cambios de precios y de tecnologías, de manera que es muy difícil prever su situación en el también desconocido momento del cierre. Ello lleva a recomendar una mayor integración de la EIA (Evaluación de Impacto Ambiental = Estudio de Impacto Ambiental) al “Ciclo del Proyecto”, procurando una visión más completa de todas sus fases de desarrollo y de la consecuencia de las decisiones (de diseño, tecnología, etc.). El mismo autor propone una visión más comprensiva del proceso de evaluación de impactos ambientales, la cual incluye (Oyarzún, 2014):

- Asegurar que las decisiones que se adopten sean ambientalmente sanas y sustentables (sostenibles).
- Asegurar que sus consecuencias ambientales sean identificadas tempranamente y consideradas en el diseño e implementación del proyecto.
- Realizar la EIA de manera que sirva efectivamente como una herramienta de gestión en la toma de decisiones.
- Realizar la EIA de modo que constituya una fuente de información para la construcción, operación, monitoreo y auditoría del proyecto minero.

Dicha evaluación, realizada con fines internos de toma de decisiones, considera enfoques conceptuales básicos del

proyecto, así como los órdenes de magnitud involucrados. En la etapa de factibilidad, se incluyen las estrategias y planes de manejo del cierre de la operación, en sus aspectos ambientales, sociales y económicos. El plan de vida de la mina debe identificar los riesgos ambientales potenciales, los planes de mitigación y las soluciones técnicas más adecuadas. En suma, al relacionar la EIA con el plan de cierre, aparecen tres conclusiones principales, a saber (Cartagena, 2013):

- La EIA tradicional es tardía y solamente reactiva si el diseño del proyecto no integró un análisis y evaluación sólidos de los aspectos ambientales, incluidos los de la situación post-cierre (pese a todas las incertidumbres que ello involucra) (Cartagena, 2013).
- Pese a lo anterior, no tiene sentido incluir detalles del plan de cierre en la EIA, puesto que es muy difícil (o imposible) prever la situación final de un proyecto minero de cierta complejidad y magnitud (Cartagena, 2013).
- Sin embargo, la EIA sí debería incluir el análisis de los aspectos principales que involucrará el cierre. Entre ellos están los relativos a drenaje ácido, estabilidad futura del paisaje (respecto a erosión, remoción en masa y subsidencia) y restablecimiento del sistema hidrológico. Ellos han representado los mayores costes ambientales de proyectos mineros y pueden ser evaluados tempranamente. En cambio, es difícil que las mejores medidas de cierre logren controlarlos cuando el clima, la topografía, la geología y la mineralogía son desfavorables (Cartagena, 2013).

d) Cierre y estabilización de labores mineras a cielo abierto

Las explotaciones mineras a cielo abierto incluyen dos tipos principales: A) Las realizadas en la pared de un cerro, a la manera de una cantera y B) Los rajos abiertos (open pits) efectuadas mediante excavaciones en profundidad en el terreno. Unas y otras requieren dos tipos de cuidado básico al cerrar la explotación (así como durante ella) (Aguilar, 2015).

El primero se refiere a la necesidad de proteger su acceso respecto a excursionistas que pudieran correr riesgos inadvertidos. Otra situación del mismo orden se refiere al acceso de pirquineros, respecto al cual no hay barreras físicas posibles y cuya actividad podría ser riesgosa para su propia seguridad, así como afectar la estabilidad ambiental del cierre. Por otra parte, el cierre perimetral debe impedir también el acceso de animales mayores, en particular de aquellos objetos de actividades pastoriles (Aguilar, 2015).

El segundo tipo de cuidado concierne a la estabilidad de las labores. En efecto, después de la explotación, los procesos de meteorización, facilitados por la fracturación incrementada de las rocas debido a la tronadura (voladura de rocas), pueden hacer inestables los anteriores taludes (Aguilar, 2015).

En consecuencia, ellos facilitan la ocurrencia de procesos de remoción en masa (deslizamientos, hundimientos rotacionales) así como una intensificación de la erosión. Aparte de su efecto ambiental, como el incremento de material particulado y la contaminación metálica del drenaje, ello también puede ser causa de fenómenos de mayor riesgo, como el brusco rebalse de un rajo inundado (un pequeño lago), debido al deslizamiento en una de sus paredes (Aguilar, 2015).

En el caso de las explotaciones tipo cantera, junto con corregir su talud y diseñar un buen sistema de drenaje, puede ser aconsejable vegetar sus paredes, con especies que efectivamente contribuyan a su estabilidad y sean autosustentables bajo las condiciones climáticas del sitio. La mejor manera de tener éxito en este aspecto es seleccionar las mejores opciones a través de pruebas durante la etapa de explotación de la mina, sometiendo a las plantas a las mismas condiciones en que se encontrarán después del cierre, lo cual debería excluir el riego una vez “asentadas” (Fernández, 2015).

Esto es especialmente importante en regiones áridas o semiáridas. En cuanto a los rajos abiertos (cortas), el régimen hidrológico y la hidrogeología local, junto con la litología y mineralogía, son factores claves a evaluar al considerar el cierre de la explotación minera. En regiones húmedas, ellos albergarán pequeños (o grandes) lagos, a menos que sean rellenados con desechos sólidos de la misma explotación (Fernández, 2015).

En condiciones de extrema aridez, pueden albergar cantidades menores de agua, si el rajo alcanza a interceptar un acuífero profundo o bien una falla que actúa como conducto de agua subterránea. Sin embargo, la evaporación impedirá una acumulación importante de agua. En algunos casos, estos lagos son utilizados en el tratamiento remedial del drenaje ácido rico en metales (Fernández, 2015).

En términos hidrológicos es importante considerar la posición del sitio minero en la respectiva cuenca hidrográfica. Si se encuentra en altura, en la cabecera de la cuenca, y ésta incluye ríos y lagos donde se realizan actividades humanas importantes (ciudades, agricultura, industrias, etc.) o si esos

ríos y lagos poseen importancia ecológica (caso normal) o proveen recursos alimentarios (pesca, etc.) a la población nativa, la situación puede ser en extremo delicada (Fernández, 2015).

Desde luego, los mayores riesgos se referirán a los efectos del “lago artificial” en la calidad del agua subterránea y superficial, aunque también habría que considerar riesgos geotécnicos, si se constituye en una especie de embalse y sus paredes pueden sufrir desprendimientos. Un artículo analiza de manera muy completa lo referente a las distintas situaciones posibles y los correspondientes problemas y soluciones, a la luz de los respectivos modelos hidrológicos y geoquímicos. En términos hidrológicos, la ecuación general nos dice (Cartagena, 2013):

$$\Delta \text{ Almacenamiento} = \text{Entradas} - \text{Salidas (líquido + vapor)}$$

Las entradas están constituidas por drenaje superficial, agua de lluvia y aguas subterráneas. Las salidas por agua subterránea, agua evaporada y, eventualmente, agua de rebalse. Tanto el acceso como la salida de agua subterránea dependen del gradiente hidráulico local, y por lo tanto de la topografía, así como de la permeabilidad primaria y secundaria (red de fracturas) y de los niveles piezométricos, además, naturalmente, de las precipitaciones, régimen de derretimiento de nieve o hielo etc (Guzmán, 2014).

En condiciones áridas es posible que el nivel freático se encuentre tan profundo que la escasa infiltración producida desde el rajo (posibilitada por lluvias esporádicas) tenga pocas probabilidades de interactuar con él. Sin embargo, este tema requiere prudencia (Rivera, 2012).

Al respecto conviene recordar que las potentes zonas de oxidación y cementación de los yacimientos cupríferos (un proceso natural de transporte vertical de cobre por drenaje ácido), se formaron en condiciones de clima semi árido a árido e implicaron interacciones con niveles freáticos profundos (Rivera, 2012).

En cuanto al modelo geoquímico, éste implica considerar las reacciones entre las rocas (incluidos minerales primarios, de alteración hidrotermal y supergénica, minerales de mena y minerales de ganga), el agua (que contiene distintos iones en equilibrio) y el aire. Las numerosas y complejas reacciones posibles dan lugar a la solución (iónica, molecular o coloidal) de nuevas especies, así como a la precipitación y sedimentación de otras. Ello incluye procesos de oxidación, reducción, hidrólisis, adsorción, etc., facilitados por la mayor fracturación de las paredes y el fondo del rajo, producto de los procesos de tronadura (voladura de rocas) (Rivera, 2012).

En consecuencia, el lago artificial se convierte en un complejo reactor, que puede contaminar seriamente el drenaje regional a través de sus aportes al agua subterránea. Johnson y Carroll distinguen tres posibles escenarios, a los cuales se puede agregar un cuarto, consistente en el uso “permanente” del lago artificial para tratamiento del drenaje ácido generado (caso del Berkeley pit). En un escenario se permite la formación del lago artificial, así como el ingreso y salida de agua subterránea. En condiciones de aridez se genera un fuerte aumento de la concentración de solutos (por evaporación) así como de materiales precipitados, que pueden contribuir a sellar fracturas en el fondo. Desde luego, tal situación sólo es aceptable si no existen riesgos de contaminar aguas subterráneas que extiendan el problema más allá del sitio. Un segundo escenario,

denominado de “relleno optimizado” comprende el cubrimiento o inmersión de las rocas de la pared del rajo susceptibles de generar drenaje ácido. Aparte de ello, se procura sellar el fondo de la explotación para evitar descargar al drenaje subterráneo y se realizan procedimientos de tratamiento pasivo (adición de cal, caliza molida y materia orgánica) para mejorar la calidad del agua (Guzmán, 2014).

También se recomienda considerar otras opciones de manejo, consistentes con las limitaciones del método y las condiciones prevalecientes a largo plazo. Un tercer escenario implica el relleno completo del rajo (corta), permitiendo que el agua subterránea fluya a través de él como un componente más del sistema hidrológico, lo que implica la disolución progresiva de parte de los materiales de relleno. En este caso no quedan paredes expuestas. Sin embargo, el agua infiltrada desde la superficie, que lleva oxígeno disuelto, puede permitir su oxidación. En consecuencia, se recomienda el agregado de materiales alcalinos y orgánicos (p.ej., residuos de tratamiento de aguas negras) para reducir la acidez y generar un ambiente reductor (Fernández, 2015).

e) Marco Legal

- La principal norma legal que regula los planes de cierre de minas es la Ley N° 28090, Ley que Regula el Cierre de Minas (13 de octubre del 2003), que tiene como objetivo regular las obligaciones y procedimientos que deben cumplir los actuales titulares de la actividad minera para la elaboración, presentación e implementación del Plan de Cierre de Minas y la constitución de las garantías ambientales correspondientes, que aseguren el cumplimiento de las inversiones que comprende , con la

finalidad de mitigar sus impactos negativos a la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad.

- La modificación mediante la Ley N° 28507, de fecha 8 de mayo de 2005, disponiéndose la expedición del Reglamento de dicha norma.
- El Reglamento (Decreto Supremo. N° 033-2005-EM) y Anexo 1, y las modificaciones de esta mediante Decreto Supremo. N° 035-2006, publicado el 5 de agosto de 2006 y Decreto Supremo. N° 045-2006-EM, publicado el 10 de octubre 2006 los mismos que regulan la etapa de Cierre de Minas.
- Decreto Supremo N° 039-2005-EM, publicado el 24 de noviembre 2003, Reglamento de Entidades Autorizadas a Elaborar Planes de Cierre de Minas.
- Resolución Ministerial N° 515-2006-MEM-DM, publicada el 24 de noviembre de 2006, Reglamento para evaluar y aceptar el Fideicomiso sobre "Inversión Forestal" en garantía de cumplimiento del Plan de Cierre de Minas.
- Compete al Ministerio de Energía y Minas (MEM) a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM) aprobar los Planes de Cierre de Minas. La Dirección General de Minería (DGM) Evalúa, fiscaliza y sanciona los aspectos financieros del Plan de Cierre de Minas.

2.2.2. Actividad minera

a) Concepto general de minería

Se entiende por actividad minera las actividades de exploración, beneficio y procesamiento de yacimientos minerales metálicos y no metálicos (Cartagena, 2013).

Son los lugares donde se realiza una alteración mecánica del suelo o cualquier excavación, con el fin de explorar o producir sustancias que contengan material mineral, placeres, roca, calizas, tierra, arcilla, arena o grava, así como todas las áreas despejadas, maquinaria y equipo usados para el servicio de una mina o para uso en conexión con una mina y las construcciones que no sean destinadas a alojamiento, habitación o cocina y las actividades incluyendo perforación exploratoria, excavación, procesamiento, concentración, disposición de residuos y recuperación del sitio, hasta minas cerradas y abandonadas (Cartagena, 2013).

b) La fase post operativa de la actividad minera: su relevancia

Sabemos que el control de los impactos ambientales de cualquier proyecto o actividad requiere una identificación y evaluación anterior de esos impactos, para las distintas etapas del proyecto de que se trate. pues bien, tratándose de proyectos mineros, la mayoría de las veces será posible identificar impactos negativos reales a partir del cese de las operaciones de la actividad minera, que puedan ser altamente significativos o intensos, de difícil o muy costosa reversibilidad, perdurar por muchos años, causados directamente por el desarrollo de la actividad minera, etc (Hauser, 2014).

Por cierto, la generación de impactos post operacionales no es una característica exclusiva de la actividad minera, sin embargo, es particularmente relevante tratándose de esta actividad, por varias razones, entre ellas (Hauser, 2014):

La diversidad característica de la minería implica que los impactos susceptibles de generarse luego del cese de las operaciones sean también diversos, entonces es difícil pensar en un estándar de control aplicable a todos los casos (Hauser, 2014).

El hecho de que tales impactos muchas veces sean de muy largo plazo conspira contra cualquier idea de sustentabilidad de la actividad, desde el momento en que representa una seria carga para las generaciones posteriores a la minería que soportarían las externalidades dadas por esos efectos negativos si es que no se adoptan las medidas necesarias y más convenientes para su control y este hecho agrega un factor de riesgo adicional a la aleatoriedad propia de la minería, especialmente en ausencia de reglas claras que regulen los derechos, deberes y responsabilidades, que pueden derivarse de la potencial ocurrencia de esos efectos, desde el momento en que los efectos post operacionales pueden acarrear costos para el titular u operador minero, mucho después de que haya cesado la actividad minera, es decir, mucho después de que se hayan percibido los ingresos que ésta puede haber generado, los cuales la mayoría de las veces no habrán sido considerados como costos de la producción.

Teniendo presente esta capacidad de generación de serios efectos post operacionales y su relevancia, no parece lógico plantearse la posibilidad de simplemente abandonar el sitio sin hacerse cargo de estos efectos, y lo más ilógico aún parece

proyectar el desarrollo de la actividad sin considerar el cierre como una etapa más dentro del plan de minería, lo que implica considerar los costos de implementación de medidas tendientes a evitar, minimizar, mitigar o compensar esos efectos dentro de los demás costos del proyecto. De alguna forma la producción la internalización de costos que le son propios (Hauser, 2014).

2.3. Definición de términos básicos

- **Actividad minera:**

Es una actividad económica del sector primario representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos. (Aguilar, 2015)

- **Cierre de instalaciones mineras:**

Conclusión definitiva de todas las actividades de cierre de una o más de una instalación que forma parte de una unidad minera, la cual incluye las labores de mantenimiento y las propias de post cierre, de modo tal que se garantice el cumplimiento de los objetivos de cierre contemplados en el Plan de Cierre de Minas de la unidad minera donde se localiza la instalación y con estricto cumplimiento de la legislación ambiental. (Cartagena, 2013)

- **Impacto ambiental:**

Es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. (Cedrón, 2013)

- **Estabilidad física:**

Comportamiento estable en el corto, mediano y largo plazo de los componentes o residuos mineros frente a factores exógenos y endógenos, que evita el desplazamiento de materiales, con el propósito de no generar riesgos de accidentes o contingencias para el ambiente y para la integridad física de personas y poblaciones y de las actividades que éstas desarrollan. (Hauser, 2014)

- **Estabilidad química:**

Comportamiento estable en el corto, mediano y largo plazo de los componentes o residuos mineros que, en su interacción con los factores ambientales, no genera emisiones o efluentes, cuyo efecto implique el incumplimiento de los estándares de calidad ambiental. (Rivera, 2012)

- **Plan de cierre de mina:**

El plan de cierre de minas es un instrumento de gestión ambiental conformado por acciones técnicas y legales efectuadas por los titulares de actividades mineras. Está destinado a adoptar las medidas necesarias antes, durante y después del cierre de operaciones, con la finalidad de eliminar, mitigar y controlar los efectos adversos al área utilizada o perturbada por la actividad minera. (Hauser, 2014)

- **Rehabilitación y cierre:**

Es una fase importante de todo proyecto minero. Los propietarios de minas y empresas de ingeniería necesitan datos e información precisa y detallada para dismantelar y remediar los lugares donde se llevó a cabo la explotación minera. (Aguilar, 2015)

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Aspectos generales

3.1.1. Ubicación

El proyecto minero de la concesión minera no metálica Ítalo se ubica al Nor-Oeste del Perú, en el Departamento de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Distrito de Magdalena y Caserío Ventanillas.

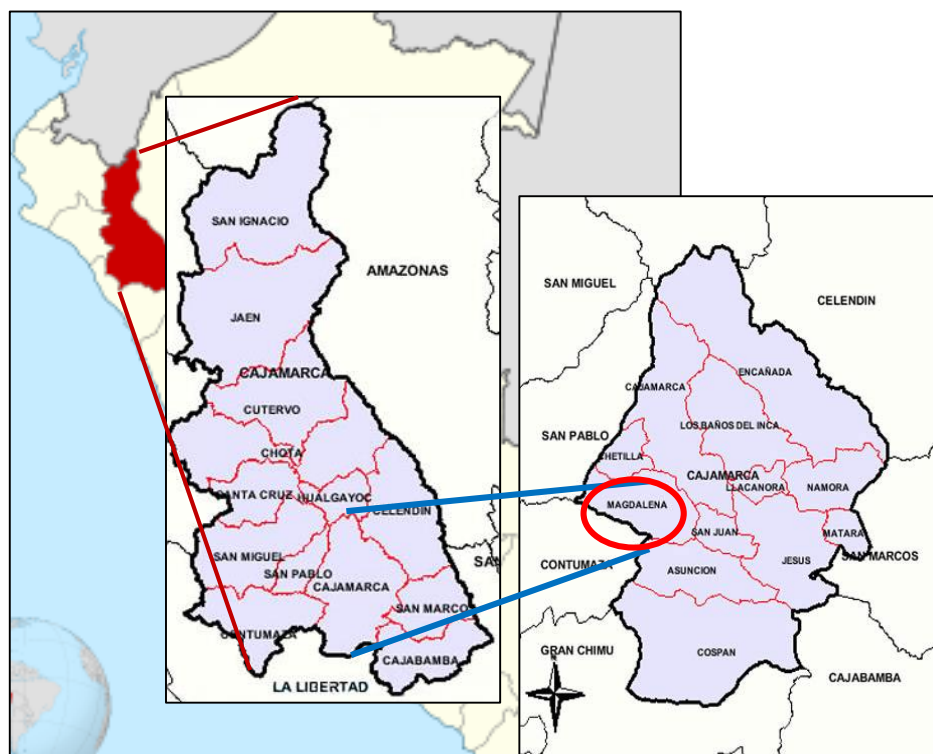


Figura 1: Mapas de ubicación de Magdalena.

Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 2: Ubicación de la concesión minera ITALO.

Fuente: Elaboración propia, (2017).

El área de la concesión ITALO es de 100 hectáreas y está delimitada entre las siguientes coordenadas UTM (PSAD 56 – 17S):

Tabla 3:*Coordenadas de la concesión minera ITALO.*

COORDENADAS UTM – ITALO)		
VERTICE	NORTE	ESTE
A	9'203,000.00	768,000.00
B	9'202,000.00	768,000.00
C	9'202,000.00	767,000.00
D	9'203,000.00	767,000.00

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Estas coordenadas pertenecen al cuadrángulo de la Hoja 15 - f.

3.1.2. Accesibilidad

Tabla 4:*Distancias en la ruta de transporte Lima –concesión Ítalo.*

Ruta	Distancias (Km)	Vías Terrestres	Tiempos
Lima – Cajamarca	813	Carretera Asfaltada	11 horas 50 minutos
Cajamarca –Ítalo	25	Trocha Carrozable	1 hora
Ítalo – Instalaciones Mineras	1	Trocha Carrozable	5 minutos
Total	839		12 horas 55 minutos

Fuente: Elaboración propia, (2017).**Figura 3:** Vía de acceso a la zona, trochas carrozables.**Fuente:** Elaboración propia, (2017).



Figura 4: Acceso Ítalo desde Cajamarca.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.1.3. Historia del proyecto

Minera P'huyu Yuraq II EIRL, fue creada y formalizada el mes de agosto de 1994, Somos una empresa netamente Cajamarquina con capacidad y experiencia en la producción, comercialización y transporte de Óxido de Calcio (Cal Viva) de la mejor calidad. La experiencia de la empresa se remonta desde sus abuelos, padres y en la actualidad continuando con la nueva generación, contando con tres centros de producción; Cumbe Mayo, Puylucana, Apán Alto.

Su infraestructura inicial de producción está ubicada en el caserío de Apán Alto – Hualgayoc, que abastecía de cal viva a la Cía. Minera San Nicolás S.A. y Cía. Minera Carolina S.A (Corona S.A.) y cal hidratada para fines agrícolas que se proveía a ADEFOR quien ganó la buena pro para reforestar las áreas de Minera Yanacocha S.R.L.

Debido a lo fluctuante del mercado y a la cada vez más grande competencia la empresa tuvo que abrir nuevos mercados hacia la Costa logrando vender cal a las Empresas Agroindustriales tales como Pucalá, Laredo, Casa Grande, con los que hasta la fecha mantenemos cordiales lazos de amistad.

En el año 2005, la empresa empezó a proveer cal viva molida a minera Yanacocha, desde el 2009 a Minera Gold Fields La Cima S.A.A. y desde el 2013 hasta la actualidad proveemos Cal Viva a Granel a Minera Yanacocha S.R.L., con resultados positivos, Nuevamente, con mucho entusiasmo, esfuerzo y perseverancia, estamos preparados para afrontar este nuevo reto que significa proveer de cal viva molida, para lo cual contamos con infraestructura de producción en la zona de Puylucana – Baños del Inca – Cajamarca, con 02 hornos continuos de producción de cal y

una planta de molienda con una capacidad de 4.0 toneladas por hora, totalmente equipada; 04 hornos de producción de Cal en el Caserío de Ventanillas de Cumbe Mayo, Provincia de Cajamarca. 02 hornos de producción de cal en Apán Alto, Hualgayoc.

El compromiso que asume la empresa es; crear fuentes de trabajo en sus centros de producción, mantener y preservar nuestro medio ambiente, trabajar bajo las normas de certificación reguladas según ley, respecto al a responsabilidad social trabajamos aplicando la ISO 26000., la cual les permite mantener excelentes relaciones con nuestros stakeholders.

3.2. Actividades de Cierre

Las actividades de cierre del Proyecto Ítalo se refieren al cierre de la cantera y desmonteras, y servicios complementarios. Presentamos la Tabla siguiente Componentes y Escenario de Cierre, correspondiente al proyecto de explotación del Proyecto Ítalo.

Tabla 5:
Componentes y escenario de cierre.

Instalaciones de Procesamiento	Componente	Etapas de Cierre
Mina	Cantera ÍTALO	Progresivo
Instalaciones de Procesamiento	Plataformas de Chancado	Final
	Hornos de Calcinación	Final
	Almacén de Cal Granada	Final
	Silo	Final
Instalaciones para Manejo de Residuos	Desmontera de calera	Progresivo / Final
	Desmontera de Cal	Progresivo / Final
	Almacén de Residuos Sólidos	Final
Instalaciones para Manejo de Aguas	Zona de los Biodigestores	Progresivo / Final
	Canales de coronación	Progresivo / Final
Áreas para el Material de Préstamo	Almacenamiento de desmonte de cantera.	Progresivo / Final
Otras Infraestructuras Relacionadas con el Proyecto	Vías de acceso a los componentes del proyecto	Progresivo / Final
	Vigilancia	Final
	Zona de maniobras	Final
	Almacén de Combustibles	Final
	Zona de Parqueo	Final
	Oficina	Final.
	Polvorín	Final

	Almacén de Herramientas	Final
Viviendas y Servicios para los Trabajadores	Cocina	Final
	Comedor	Final
	Baño	Final
	Duchas	Final

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Los criterios de diseño y cierre de los diferentes componentes identificados se realizarán de acuerdo a los criterios utilizados por Minera Phuyu Yuraq, y adoptados por el Proyecto Ítalo.

3.2.1. Cierre temporal

3.2.1.1. Desmantelamiento

En el cierre temporal no se realizará desmantelamiento de los componentes.

3.2.1.2. Demolición, Salvamento y Disposición

a. Letrina:

Este componente fue construido para uso de los trabajadores, está hecho de adobes, una puerta de calamina y una calamina de techo.

Tanto la puerta como la calamina han sido solicitadas por el trabajador Isidro Caja para acondicionarlo en su vivienda. Los adobes serán enterrados en el mismo pozo séptico, en el caso de que se requiera desmonte para su relleno completo se llevará de la cantera. Una vez nivelado se colocará pocas cantidades de top soil. Se prevé desmontar este componente en un máximo de 6 meses.



Figura 5: Letrina.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.2.1.3. Estabilización Física

Para garantizar la estabilidad de las desmonteras se emplearán Biomantas.

Biomantas de fibra de coco:

Son unas mezclas de fibras biodegradables completa y debidamente integradas durante su Fabricación. Las fibras están reforzadas con una malla de polímero fino reforzado por ambos lados para formar una malla más fuerte y acolchonada, con espesor de 1 cm (2/5"). Biotextil constituido por fibras de paja (P), fibras mixtas - paja y fibra de coco (M) - y fibras de coco (F), entrelazadas por medio de una costura industrial longitudinal, con redes resistentes de polipropileno, pudiendo ser unidimensional (U) o bidimensional (B), e incorporando también una tercera red dando la condición tridimensional (T), esta red es resistente a la acción de los rayos ultravioletas y es de gran

resistencia mecánica y durabilidad. Enrollado en bobinas y empaquetado en plástico.

Principales características:

Según Aguilar (2015), se encuentran algunas características que poseen los Ecomantos, los cuales son:

- (1) Alta resistencia
- (2) Degradación Lenta
- (3) Facilidad de ejecución
- (4) Reducen la insolación directa del suelo sin impedirla
- (5) Su lenta degradación incorpora nutrientes al terreno
- (6) Favorecen la infiltración y retienen la humedad del suelo
- (7) Mejoran el aspecto visual del sitio donde se instalan
- (8) Controlan el movimiento de sedimentos y aguas superficiales
- (9) Retienen semillas y fertilizantes favoreciendo el arraigo de la vegetación.

3.2.1.4. Estabilización Geoquímica

De acuerdo al estudio de calidad de suelos no se presenta acidez.

3.2.1.5. Estabilización Hidrológica

Para este parámetro se realizó el balance hídrico, con datos solicitados a Senamhi:

Tabla 6:*Cálculo del balance hídrico parte baja.*

PARTE BAJA DE LA CUENCA					
ELEVACION	MES	PRECIPITACION	EVAPO. POTENCIAL	EXCEDENTE HIDRICO	RECARGA REFERENCIAL
1255	Enero	54.00	112.31	0	0
	Febrero	77.14	115.13	0	0
	Marzo	102.15	107.41	0	0
	Abril	78.14	98.62	0	0
	Mayo	38.26	101.80	0	0
	Junio	18.67	113.79	0	0
	Julio	12.10	126.87	0	0
	Agosto	15.55	125.91	0	0
	Septiembre	31.98	122.96	0	0
	Octubre	65.72	122.16	0	0
	Noviembre	46.64	123.25	0	0
	Diciembre	40.69	122.70	0	0
ANUAL		581.04	1392.91	0.00	0.00

Fuente: Senamhi, (2017).**Tabla 7:***Cálculo de Balance hídrico parte alta.*

PARTE ALTA DE LA CUENCA					
ELEVACION	MES	PRECIPITACION	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	EXCEDENTE HIDRICO	RECARGA REFERENCIAL
3679	Enero	107.27	89.98	17.29	8.645
	Febrero	116.45	92.13	24.32	12.16
	Marzo	144.29	82.57	61.72	30.86
	Abril	68.94	72.44	0	0
	Mayo	26.20	69.15	0	0
	Junio	4.26	77.04	0	0
	Julio	2.87	82.11	0	0
	Agosto	9.39	83.92	0	0
	Septiembre	37.20	83.07	0	0
	Octubre	76.89	91.10	0	0
	Noviembre	76.34	90.69	0	0
	Diciembre	81.14	96.32	0	0
ANUAL		751.24	1010.52	103.33	51.67

Fuente: Senamhi, (2017).

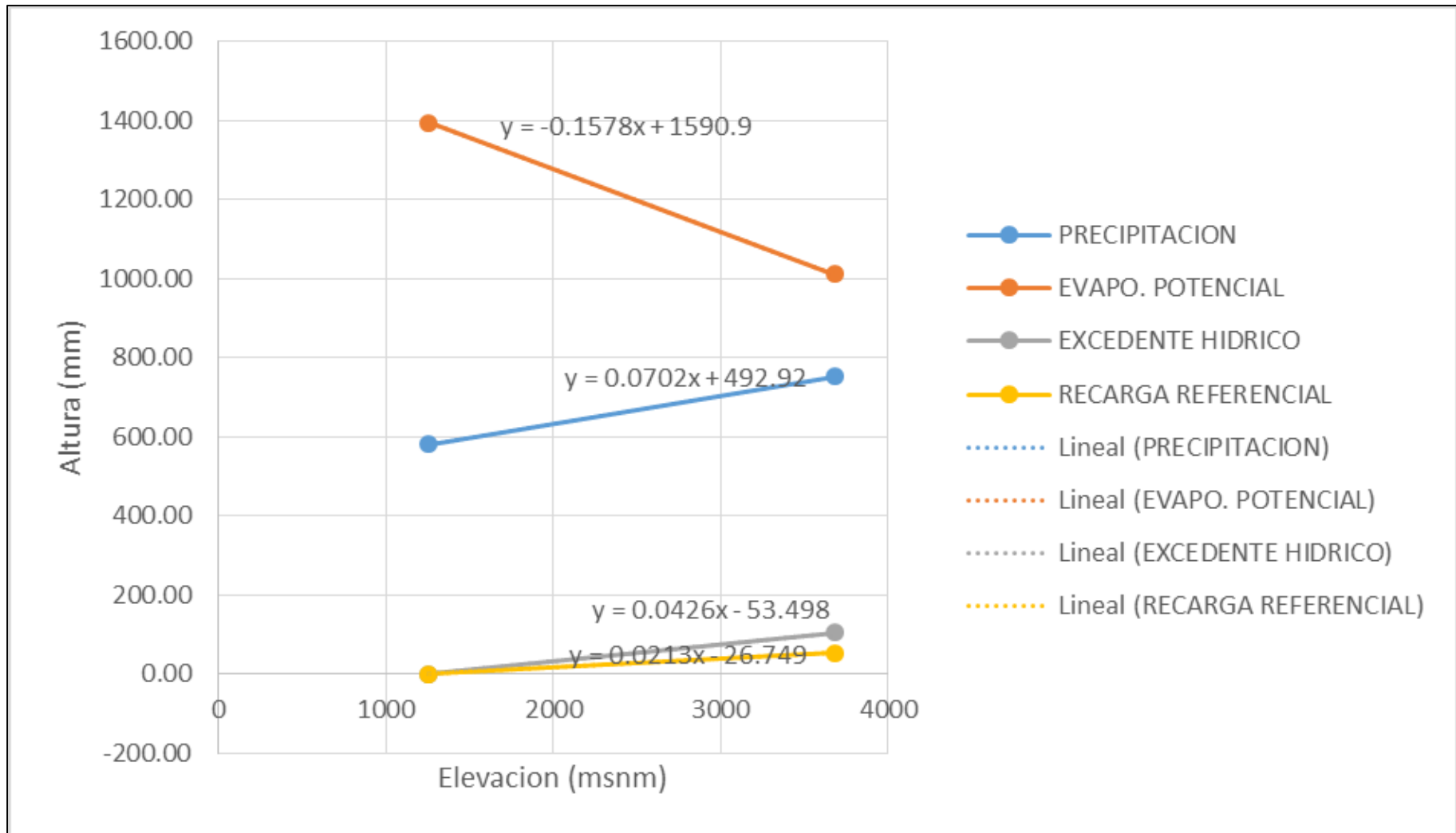


Figura 6: Balance Hídrico.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

De acuerdo a estos datos se ha logrado diseñar un canal de coronación antes mencionado.

3.2.1.6. Establecimiento de la forma del terreno

Se planea que para el cierre de la cantera Ítalo y de las Desmonteras de cantera y cal agrícola se mantendrán los accesos perimetrales, los cuales serán reconfigurados en función a los requerimientos de cierre antes descritos. El tránsito vehicular hacia estas instalaciones será muy reducido después del término de las operaciones y está relacionado únicamente con las actividades de mantenimiento y monitoreo. Para los componentes existentes no modificados se seguirán manteniendo el criterio planteado en el Plan de cierre.

3.2.1.7. Revegetación

El plan de revegetación durante un eventual cierre temporal de las instalaciones contempla la cobertura temporal con vegetación de áreas potencialmente erosionables. Durante esta etapa de cierre, la revegetación se hará principalmente con especies de rápido crecimiento como gramíneas con la finalidad de cubrir rápidamente áreas expuestas de modo que se reduzca el potencial erosivo del agua y el posible arrastre de sedimentos. Será importante tener en cuenta que previo a la revegetación se deberán tomar las medidas necesarias para la estabilización de las áreas que contribuyan con la inestabilidad del terreno. El Proyecto Ítalo realizará un programa continuo de recuperación de suelos y revegetación en aquellas áreas que hubieran sido disturbadas durante la etapa de construcción y/o operación, el cual, en caso de ocurrir un eventual cierre temporal, seguirá ejecutándose.

Además de ello actualmente se viene reforestando con árboles tipo pino para mantener el paisaje.



Figura 7: Pino radiata reforestado.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

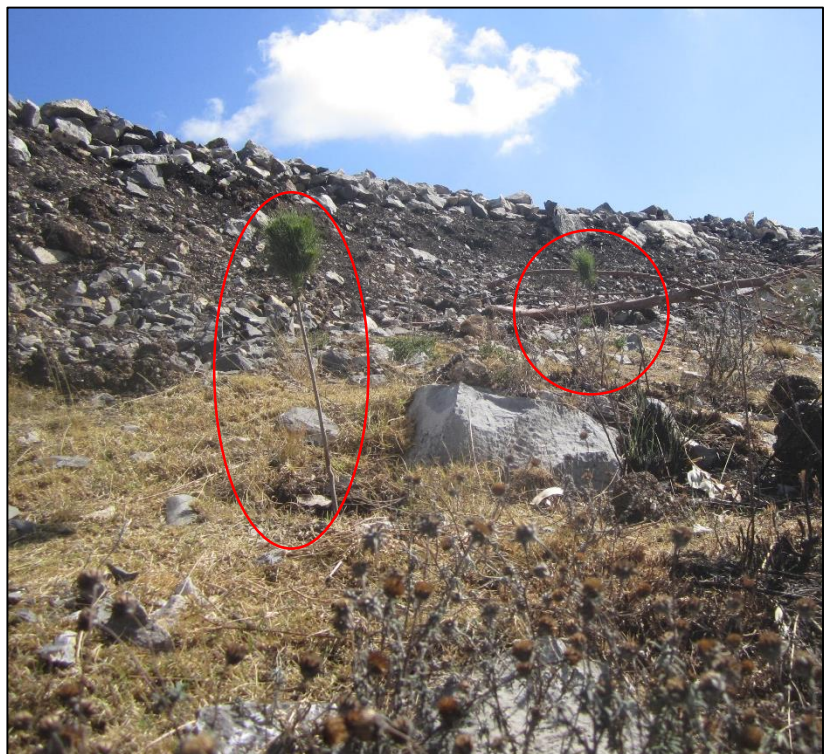


Figura 8: Pinos reforestados.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.2.1.8. Rehabilitación de Hábitats Acuáticos

Este parámetro no puede realizarse ya que en la zona de estudio no existen hábitats acuáticos, de acuerdo al trabajo de campo realizado por observación directa.

3.2.1.9. Programas Sociales

En el caso del cierre temporal, la comunidad, los trabajadores y otros grupos de interés serán oportunamente informados sobre la situación del Proyecto y sobre las acciones de cierre de minas que se tomarán luego de realizar una evaluación de las alternativas que se ajusten al contexto. La población será informada sobre el medio ambiente y los controles de seguridad, así como de mantenimiento, que podrían implementarse en un escenario de cierre temporal. Las medidas finales que se implementen dependerán de la causa y de la duración del proceso de cierre temporal; sin embargo, bajo cualquier escenario, estas medidas están orientadas a reducir la posibilidad de que se den impactos que afecten a la población y al medio ambiente.

La comunicación se mantendrá a través de las actividades del Plan de Participación Ciudadana, del Plan de Comunicación Social y del Plan de Gestión Social. En el caso de los trabajadores de la empresa y de los representantes de los sindicatos, además de ser informados a detalles sobre el proceso de cierre temporal, recibirán paquetes de compensación, los cuales estarán sujetos al tiempo que tengan trabajando en el Proyecto. Por otra parte, los trabajadores calificados serán retenidos para llevar a cabo las actividades de mantenimiento, monitoreo y seguridad que sean necesarias desarrollar durante el

cierre temporal. Por último, se debe enfatizar que, en un escenario de cierre temporal, el Proyecto continuará con el desarrollo de los programas sociales del Plan de Gestión Social. Solo si las causas que originaron la paralización de las operaciones del Proyecto o sus consecuencias imposibilitan que se continúe con la implementación de dichos programas, sea porque no se cuenta con las condiciones o se pone a la población en riesgo, el Proyecto paralizará dicha implementación e identificará formas alternativas de intervención.

Tabla 8:
Cronograma del cierre temporal.

ACTIVIDADES	MES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Capacitación General Dirigida al Personal , en Temas: Informativos Educativos y de Desarrollo Humano y Personal		X						X				
Charlas (2 por mes) Dirigidas a los trabajadores Relaciones Comunitarias, Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional, Autoestima,-Trabajo en Equipo, Liderazgo ,Resolución de Conflictos, Asertividad, entre otros	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Campañas Médicas y Charlas de Salud Física Mental y Emocional , Dirigidas al personal ,familia y Comunidad					X					X		
Reconocimiento al buen Desempeño Dirigido al mejor trabajador	X			X		X		X		X		X
Taller de Tejidos , dirigidos a esposas de trabajadores					X					X		
Celebración Día de la Mujer Dirigida a esposas Madres de Trabajadores		X										
Celebración Día del Trabajador Dirigido a los trabajadores					X							
Celebración Día de la Madre Dirigida a esposas Madres de Trabajadores					X							
Celebración Día del Padre Dirigido a los trabajadores						X						
Celebración de Onomásticos Dirigido a los trabajadores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Celebración Día de Constitución de la Empresa												X
Celebración Navidad Dirigida a los trabajadores y sus familias.												X
Trabajo Social Comunitario Dirigido Apoyar en la Comunidad.							X					X

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Tabla 9:
Presupuesto General Estimando.

ITEM	N° de Actividades Programadas en el año	Requerimientos, Materiales e Insumos	Costo Unitario	Costo Total
Capacitación General Personal	02	Material Logístico Ponente Break	S/ 50.00 S/ 500.00 S/ 40.00	S/ 100.00 S/ 1000.00 S/ 80.00
Charlas	24	Material Logístico Ponente Break	S/ 40.00 S/ 200.00 S/ 40.00	S/ 960.00 S/ 4800.00 S/ 960.00
Campañas Médicas y Charlas de Salud Física, Mental y Emocional	02	Material Logístico Medicinas Básicas Transporte Alimentación Profesionales Profesional Médico y Técnico	S/ 100.00 S/ 150.00 S/ 30.00 S/ 100.00 S/ 500.00	S/ 200.00 S/ 300.00 S/ 60.00 S/ 200.00 S/ 1000.00
Reconocimiento Al buen desempeño	06	Entrega de Presentes	S/ 70.00	S/ 420.00
Taller de Tejidos Dirigidos a Esposas de Trabajadores (04 fechas C/U)	02	Profesora de Manualidades Materiales	S/ 400 S/ 200	S/ 800.00 S/ 400.00
Día de la Mujer	01 (10Personas)	Bocaditos y Gaseosas Entrega de Presentes	S/ 100.00 S/ 30.00	S/ 100.00 S/ 300.00
Día del Trabajador	01	Bocaditos y Gaseosas Entrega de Presentes Campeonato de Futbol (5 equipos y 5 Fechas) -Pago de Campo -Arbitro -Alimentación -Gaseosas -Pasajes -Premios(1°,2°y3° Puesto)	S/ 100.00 S/ 30.00 S/ 50.00 S/ 30.00 S/ 5.00 S/ 40.00 S/ 60.00 S/220.00	S/ 100.00 S/ 300.00 S/ 250.00 S/ 150.00 S/ 150.00 S/ 200.00 S/ 300.00 S/ 1320.00
Día de la Madre	01	Bocaditos y Gaseosas Entrega de Presentes(20 Canastas)	S/150.00 S/ 50.00	S/ 150.00 S/ 1000.00
Día del Padre	01	Bocaditos y Gaseosas Entrega de Presentes	S/100.00 S/ 50.00	S/ 100.00 S/ 500.00
Celebración de Onomásticos	10	Torta de Cumpleaños Gaseosas y Bocaditos Regalo	S/ 40.00 S/ 30.00 S/ 50.00	S/ 400.00 S/ 300.00 S/ 500.00
Celebración Día de Constitución de Empresa	01	Almuerzo de Confraternidad (15 Personas)	S/10.00	S/ 150.00
Celebración de Navidad	01	Chocolatada Panetón Queso, Roscas para Trabajadores Y Familias (30 personas)	S/ 6.00 S/70.00	S/180.00 S/700.00

		Canastas Trabajadores	10		
Trabajo Social Comunitario	08	-06 Act. de Apoyo Comunal. -Donación de Tubos de agua, -Donación Sillas, -Promociones. -Herramientas -Plantas -Cal Agrícola -01 Chocolatada en C.E. Ventanillas100 personas 1 Diagnóstico Situacional y/o elaboración de Perfil Técnico de Obras que benefician a la Comunidad		S/300.00	S/1800.00
				S/4000.00	S/4000.00
TOTAL					S/24,230.00

Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.2.2. Cierre Progresivo

Será el escenario que ocurrirá de manera simultánea a la etapa de operación de la mina y tratamiento de la caliza para producir óxido de calcio, que está estimada en 82 años, para aquellos componentes o parte de algún componente que deje de ser útil.

Debido a ello será sometido a actividades de cierre como por ejemplo desmantelamiento, demolición, estabilización física, geoquímica e hidrológica, restablecimiento de la forma del terreno, y/o revegetación de ser posible. Las medidas de cierre progresivo serán implementadas para aquellas instalaciones que irán dejando de operar gradualmente, como sería el caso de los depósitos de desmonte de material de mina, cuyas plataformas y bancos pueden ser rehabilitados parcialmente antes del cese de operaciones de la mina.

El cierre y rehabilitación progresiva permitirá el desarrollo y mejora de técnicas de rehabilitación que serán aplicadas en el cierre final del proyecto para de esta manera incrementar las posibilidades de un cierre exitoso reduciendo los costos de cierre al término del proyecto. Las actividades previstas a realizar en esta etapa serian:

- Rehabilitación del depósito de desmonte de Cantera
- Rehabilitación del depósito de desmonte de Cal Agrícola
- Actividades de cierre de la Cantera Ítalo
- Cierre de caminos de transporte (a los taludes)
- Monitoreo de Cierre Progresivo
- Desarrollo de Cierre Social
- Reinserción laboral
- Supervisión de trabajos de Cierre Progresivo
- Fiscalización de trabajos de Cierre Progresivo
- Elaboración de Diseños de Ingeniería del Cierre

Bajo este escenario se plantea, preliminarmente, realizar en esta etapa el cierre de la cantera Ítalo de su respectivo depósito de desmonte debido a que, de acuerdo con el plan de minado del Proyecto Ítalo, la explotación de la cantera Ítalo finalizará aproximadamente en el año 2098, antes del cese de operaciones. Asimismo, conforme se realice el minado y la disposición de material de desmonte, se ha previsto implementar medidas progresivas de estabilización física de la cantera Ítalo y de su respectivo depósito de desmonte. Es importante indicar que durante la etapa de cierre progresivo se implementarán medidas de rehabilitación que constituirán esencialmente medidas de cierre final de algunas de las instalaciones del Proyecto Ítalo, las cuales serán implementadas durante el desarrollo de las operaciones mineras, por lo tanto, los objetivos y métodos planteados para el cierre final son extensibles para el cierre progresivo de las instalaciones del proyecto.

3.2.2.1. Desmantelamiento

El desmantelamiento considerará la remoción de equipos y materiales de las instalaciones, específicamente:

- Preparación de un inventario de los explosivos peligrosos utilizados en el área, con el fin de confirmar durante el monitoreo post-cierre, que todos estos materiales hayan sido adecuadamente dispuestos.
- Remoción, transferencia y/o venta de Carbón Antracita excedente y explosivos almacenados.
- Descontaminación y remoción de todos los equipos móviles y fijos. Los equipos que requieran ser utilizados en la etapa de de cierre final y post-cierre serán dejados en su lugar.
- Remoción de edificios o estructuras de concreto, a excepción de aquellos que se requieran para la implementación del cierre final y post-cierre, que se dejarán en su lugar; además de los que serán donados a la población.
- Desenergización y remoción de líneas eléctricas que no sean requeridas para la etapa de cierre final y post-cierre o que sean aplicables a las medidas establecidas en el plan de cierre social. Tales como las líneas hacia los taludes donde se usó para perforación.

Los canales de coronación tampoco serán desmantelados durante el cierre progresivo, en los casos que sea necesario mantenerlos operativos.

Se busca desde un principio que el desmantelamiento y desmontaje de todas las instalaciones relacionadas se desarrolle de forma tal que, en la medida de lo posible, la configuración final de las áreas afectadas se asemeje lo más posible a su estado previo a la explotación. Como parte del desmantelamiento se podrían encontrar áreas que puedan estar afectadas con hidrocarburos como zonas de parqueo y zona de abastecimiento de combustible. Una vez que estas áreas sean identificadas podrán ser

rehabilitadas antes del cierre final. Para ello, una vez que las estructuras hayan sido removidas, se tomarán muestras de los suelos para ser ensayadas y determinar sus condiciones. Los suelos que estén afectados serán excavados y dispuestos en lugares apropiados y autorizados.

3.2.2.2. Demolición, Salvamento y Disposición

No se contemplan actividades de demolición, recuperación y disposición para el cierre progresivo de las instalaciones antes mencionadas debido a que toda la infraestructura relacionada con dichas instalaciones es parte fundamental de las actividades de cierre de los componentes (p.ej. canales de coronación).

a. Mina

No hay componentes a demoler, recuperar y disponer en esta etapa.

b. Instalaciones de Procesamiento

No hay componentes a demoler, recuperar y disponer en esta etapa ya que la infraestructura será donada.

3.2.2.3. Estabilización Física

La estabilización física de las instalaciones deberá proporcionar seguridad y estabilidad a largo plazo. Este componente del cierre considerará:

El Proyecto ítalo adoptará el Sistema de Manejo Geotécnico para determinar factores de seguridad mediante dovelas, además se realizarán constantes levantamientos topográficos a detalle con curvas a 1 metro;

para el control de la estabilidad física de las distintas instalaciones.

Los controles de estabilidad incluyen un resumen de las condiciones geotécnicas específicas de las instalaciones, las recomendaciones para el manejo de los datos de monitoreo, los registros de inspección geotécnica, banco de datos geológicos, informes geotécnicos, así como los equipos de monitoreo para la identificación de riesgos geotécnicos y de sus respuestas, lo que incluye una serie de procedimientos a seguirse para el diseño y evaluación geotécnica de las estructuras que forman parte de la operación minera, de las respuestas ante la activación de movimientos del terreno, la forma de hacer la evaluación de riesgos geotécnicos, frecuencia de monitoreo, notificaciones, informes y contactos.

Para asegurar la estabilización física de la zona del presente Proyecto Ítalo, las medidas contemplan:

- Evaluación de la estabilidad de taludes para todos los componentes. La evaluación de la estabilidad física de los taludes, mantendrán un diseño de un talud con inclinación final de 2.5H:1V.
- Ejecución de las medidas de estabilización necesarias en cada caso, tales como reducción de pendientes, medidas de control y protección contra la erosión.
- La colocación de señalización de zonas de peligro si fuese el caso.

3.2.2.4. Estabilización Geoquímica

La estabilización química de las diferentes instalaciones de la Proyecto Ítalo es un objetivo que se considera dentro de las actividades de la etapa de operaciones. La estabilidad química de las diferentes instalaciones como son la cantera, los depósitos de desmonte y de material de desbroce y las vías de acceso, entre otros, se considera como un aspecto importante a tener en cuenta en los diseños de ingeniería de estas estructuras, tanto para la etapa de operación como para el cierre de las mismas.

Es preciso indicar que se adoptarán los criterios desarrollados por Minera Phuyu Yuraq para el manejo de los materiales rocosos carbonosos, los cuales no presentan peligros con respecto a la generación de acidez, es necesario recalcar que los carbonatos se tratarán de manera biológica con vegetación de la zona.

3.2.2.5. Estabilización Hidrológica

Anualmente se realizarán Balances Hídricos con datos recogidos de las estaciones meteorológicas de Senamhi más cercanas.

Asimismo, se construirán canales de coronación que serán constantemente mejorados y con su respectivo mantenimiento.

3.2.2.6. Establecimiento de la forma del terreno

Conforme el desarrollo del proyecto minero vaya acercándose a la fecha del cese de operaciones, el Proyecto Ítalo dará inicio a las actividades de

reconformación y de rehabilitación final de aquellas áreas que fueron utilizadas. Estas acciones comprenderán, de ser necesaria, la estabilización física y química de las áreas a cerrarse y su posterior cobertura con suelo superficial (Top Soil) proveniente de alguna empresa comercializadora de Top Soil (como es el caso de empresarios de la Granja Porcón). Posteriormente se llevará a cabo la revegetación de las áreas de acuerdo a los procedimientos establecidos y aprobados. Se construirán señales de seguridad en los tajos para impedir el acceso de personal no autorizado a áreas potencialmente peligrosas. El depósito de desmonte representará una alteración del terreno original en cuanto a su elevación, el cual se espera mitigar teniendo en cuenta el aspecto paisajístico y en tal sentido las características de relieve deberán ser lo más similar al entorno, eliminando cualquier borde anguloso y suavizando las pendientes para aproximarse a unas condiciones casi naturales.

3.2.2.7. Revegetación

Cabe precisar que, en términos generales, el Proyecto Ítalo procederá a realizar la revegetación final de las áreas en rehabilitación. Al término de los trabajos de reconformación final de instalaciones tales como accesos, depósitos de desmonte y depósito de relaves entre otras. Las especies vegetales que se emplearán en las instalaciones del Proyecto Ítalo para las actividades de cierre deberán cumplir con dos objetivos principales: lograr una rápida cobertura vegetal para proteger a los suelos del efecto de la lluvia y de la erosión y garantizar la permanencia de las mismas en el terreno para que puedan regenerarse autónomamente y que no requieran de la intervención de

acciones del hombre para su mantenimiento. Para los programas de revegetación, el Proyecto Ítalo aplicará una capa de por lo menos 0.25 m de suelo orgánico antes de proceder a la siembra de las especies seleccionadas. La aplicación de una fertilización orgánica adecuada permite garantizar el establecimiento de las plantas en el terreno y una buena selección de las especies asegura que las plantas sean capaces de regenerarse con autonomía.

Para asegurar el éxito de las medidas de revegetación aplicadas será necesario mantener una vigilancia activa de las áreas revegetadas para evitar que el sobrepastoreo pueda afectar a los trabajos de revegetación ya realizados. P'lhuyu Yuraq cuenta con un procedimiento interno detallado de Técnicas de Revegetación, el cual viene siendo utilizado en la desmontera de cantera, en el que se establece la forma en la que debe realizarse la revegetación de los terrenos (tipo de siembra, responsabilidades, procedimientos para la revegetación temporal y final, etc.), el mismo que, sobre la base de la experiencia adquirida in-situ por P'lhuyu Yuraq, está siendo permanentemente evaluado y actualizado con miras a su mejoramiento.

Tabla 10:
Especies para revegetar.

Especies de pastos a utilizar	Cantidad (Kg)
Rye grass tetraploide (<i>Lolium multiflorum</i>)	2 Kg
Festuca alta (<i>Festuca arundinacea</i>)	2 Kg
Avena forrajera (<i>Avena</i> sp.)	4 Kg
Especies nativas (gramíneas y leguminosas)	6 Kg
Pino Radiata (<i>Pinus radiata</i>)	100 unidades
Abono a Utilizar	Cantidad (Kg/ha)
Abono del biodigestor	20
Abono de ganado vacuno	50

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Las áreas rehabilitadas y revegetadas estarán sujetas a un programa de monitoreo postcierre y de mantenimiento continuo durante por lo menos 5 años, con el propósito de evaluar el grado de éxito alcanzado con las técnicas empleadas.

3.2.2.8. Rehabilitación de Hábitats Acuáticos

Este parámetro no puede realizarse ya que en la zona de estudio no existen hábitats acuáticos.

3.2.2.9. Programas Sociales

Tal como se ha señalado, el Proyecto Ítalo continuará con la implementación de los programas sociales que forman parte del plan de gestión social desarrollado por el área de responsabilidad social en P'huyu Yuraq. Durante la etapa de operaciones, los programas sociales orientados a mitigar los impactos del proceso de cierre serán reevaluados y mejorados, de modo que se ajusten a las necesidades y expectativas de la población del área de influencia del Proyecto, las cuales podrían cambiar durante el ciclo de vida de la mina. Asimismo, esto responderá a un análisis de impactos más preciso que se realizará durante la etapa de operaciones, lo cual permitirá evaluar medidas complementarias de mitigación de impactos. A continuación, se presenta el cronograma de inversiones y una descripción de las actividades de los programas sociales que se llevarán durante el proceso de cierre progresivo.

Tabla 11:*Inversión en programas sociales durante la etapa de Operaciones/ Cierre progresivo.*

Actividades y Programas Sociales	Inicio / Fin de Actividades	Inversión (expresado en soles)						Total (soles)
		2017 – 2027	2027 - 2037	2037 - 2047	2047 - 2057	2057 - 2067	2057 - 2098	
Actividades productivas sostenibles	Operación	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	10 000	35 000
Programa de Ingreso Alternativo Agropecuario	Operación/ Cierre final	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	5 000	15 000
Capacitación en actividades productivas	Operación/ Cierre final	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	15 000
Consultoría de evaluación de reinserción laboral	Operación/ Cierre final	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	4 000	11 500
Programa de re-entrenamiento laboral	Operación/ Cierre final	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	4 000	11 500
Fortalecimiento Institucional Proceso de transferencia de plan de programas y proyectos a nuevas fuentes cooperantes	Operación/ Cierre final	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	4 000	9 000
TOTAL								97 000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.2.3. Cierre Final

Las actividades de cierre final de las instalaciones que forman parte del Plan de Cierre de Minas contemplan la rehabilitación del terreno donde corresponda y sea posible hacerlo, así como la estabilización física y química de los elementos del proyecto. Entre las actividades de cierre final se incluyen también el desmantelamiento y/o la demolición de las instalaciones, la recuperación y/o reciclaje de materiales, la disposición de equipos y la nivelación de los terrenos que no hayan sido rehabilitados durante el cierre progresivo. La etapa de cierre final se prevé desarrollar en 10 años desde el 2098 al 2108 y comprende el desarrollo de actividades tales como:

- Monitoreo de Cierre Progresivo
- Desarrollo de Cierre Social
- Reinserción laboral
- Supervisión de trabajos de Cierre Progresivo
- Fiscalización de trabajos de Cierre Progresivo
- Elaboración de Diseños de Ingeniería del Cierre

Los depósitos de desmonte y otras zonas alteradas serán reconformadas de forma tal que sean similares a las zonas circundantes en la medida que sea posible. Como se mencionó anteriormente, la rehabilitación de ciertas áreas se hará progresivamente durante la etapa de operaciones. Una vez terminada la etapa de explotación, las áreas remanentes serán rehabilitadas según lo especificado por el plan de cierre a nivel de factibilidad. Entre las instalaciones que serán cerradas durante el escenario de cierre final se incluyen: Desmontera de cantera, Desmontera de Cal Agrícola, cantera ítalo, zona de chancado, zona de calcinación, zona de carguío y almacenaje e infraestructura de servicios.

Cabe recalcar que la infraestructura será donada a los pobladores que trabajan en minera P'huyu Yuraq para su adecuado uso. Las actividades de cierre consideradas en el escenario de cierre final se describen a continuación:

3.2.3.1. Desmantelamiento

La infraestructura no se procederá a desmontar ya que se donará a los pobladores.

3.2.3.2. Demolición, Salvamento y Disposición

Se procederá de la misma forma que en el cierre progresivo.

3.2.3.3. Estabilización Física

Se procederá de la misma forma que en el cierre progresivo.

3.2.3.4. Estabilización Geoquímica

Se procederá de la misma forma que en el cierre progresivo.

3.2.3.5. Estabilización Hidrológica

Se procederá de la misma forma que en el cierre progresivo.

3.2.3.6. Establecimiento de la forma del terreno

Se procederá de la misma forma que en el cierre progresivo.

3.2.3.7. Revegetación

Se procederá de la misma forma que en el cierre progresivo.

3.2.3.8. Rehabilitación de Hábitats Acuáticos

No aplica al proyecto, ya que no existen fuentes de agua cercanas.

3.2.3.9. Programas Sociales

Durante la etapa de cierre final, el Proyecto Ítalo continuará con la implementación de los programas sociales orientados a mitigar los impactos del proceso de cierre que iniciaron sus actividades durante la etapa de operación. En este escenario, las actividades que desarrolle el Proyecto estarán principalmente enfocadas a realizar el seguimiento a los avances de los programas sociales implementados. Cabe señalar que el Plan de Comunicación Social estará orientado a proveer canales de comunicación a las comunidades para que puedan transmitir sus preocupaciones y recibir información sobre el proceso de cierre. Asimismo, durante esta etapa se continuará con el desarrollo de las actividades del Plan de Participación Ciudadana. Por último, es importante mencionar que los programas sociales y medidas de manejo de impactos que se implementarán en las etapas previas serán diseñados tomando en cuenta los impactos previsibles en las diferentes etapas del Proyecto; así como la incorporación del concepto de sostenibilidad en su diseño, lo cual contribuirá a mitigar o revertir los efectos negativos que el cierre de la operación genere. Considerando ello, cada programa y/o proyecto contará con un sistema de monitoreo y evaluación específica. A continuación, se presenta el cronograma de inversiones, así como una descripción de las actividades de los programas sociales que se llevarán durante el proceso de cierre final.

Tabla 12:
Inversión en programas sociales durante la etapa de cierre final.

Actividades y Programas Sociales	Inicio / Fin de Actividades	Inversión (expresado en soles)						Total (soles)
		2017 - 2098	2098 - 2100	2100 - 2104	2104 - 2108	2108 - 2112	2112 - 2118	
Actividades productivas sostenibles	Operación		3 000	4 000	4 000	4 000	4 000	19 000
Programa de Ingreso Alternativo Agropecuario	Operación/ Cierre final		2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	10 000
Capacitación en actividades productivas	Operación/ Cierre final		2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	10 000
Consultoría de evaluación de reinserción laboral	Operación/ Cierre final		1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	5 000
Programa de re-entrenamiento laboral	Operación/ Cierre final		1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	7 500
Fortalecimiento Institucional	Operación/ Cierre final		1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	5 000
TOTAL								56 500

Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.3. Condiciones Actuales del Sitio del Proyecto

3.3.1. Medio Ambiente Físico

3.3.1.1. Calidad del Viento dentro de la Cantera:

Partículas en Suspensión PM10:

En el punto PM -I- Diurno, el promedio aritmético de concentración de partículas en suspensión PM10, realizado de 7.00 am a 6.00 pm, es 25.17 µg/m³, el cual no supera el límite máximo permisible del estándar

nacional de calidad ambiental del aire PM10, fijado en 150 µg/m³, según la norma 074-2001-pcm-ECA para aire.

Tabla 13:
Concentración de partículas en suspensión PM10.

Horas de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de monitoreo	Concentraciones de PM10 (ug/m ³)
		Norte	Este			
7:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	23.75
8:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	22.33
9:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	29.33
10:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	23.84
11:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	19.50
12:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	25.50
1:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	26.58
2:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	24.25
3:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	30.67
4:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	19.75
5:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	28.00
6:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	28.58
Promedio aritmético de concentración de partículas en suspensión PM10 (12 horas)						25.17 ug/m ³
Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire PM10						150 ug/m ³

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Estos datos fueron tomados del Instrumento de Gestión Ambiental de la concesión Ítalo, donde la empresa Ingeoconsult E.I.R.L, realizó estos análisis a pedido de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L.

Partículas en Suspensión PM2.5:

En el punto PM-I- Diurno, el promedio aritmético de concentración de partículas en suspensión PM2.5, realizado de 7.00 am a 6.00 pm, es 5.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el cual no supera el límite máximo permisible del estándar nacional de calidad ambiental del aire PM2.5, fijado en 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, según el DS-003-2008-MINAM.

Tabla 14:

Concentración de partículas en suspensión PM2.5.

Horas de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de monitoreo	Concentraciones de PM2.5 (ug/m3)
		Norte	Este			
7:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	6.42
8:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	5.25
9:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	5.75
10:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	6.42
11:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	5.33
12:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	6.00
1:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	5.67
2:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	5.25
3:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	6.00
4:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	6.08
5:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	5.58
6:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	5.33
Promedio aritmético de concentración de partículas en suspensión PM2.5 (12 horas)						5.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire PM2.5						50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Estos datos fueron tomados del Instrumento de Gestión Ambiental de la concesión Ítalo, donde la empresa Ingeoconsult E.I.R.L, realizó estos análisis a pedido de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L.

Dióxido de Azufre:

- Los datos obtenidos en el monitoreo de aire con respecto al Dióxido de Azufre (SO₂), no sobrepasan los límites establecidos en el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.
- En el punto PM-I- Diurno, el promedio aritmético de concentración de Dióxido de Azufre (SO₂), realizado de 7.00 am a 6.00 pm, es 7.48 µg/m³, el cual no supera el límite máximo permisible del estándar nacional de calidad ambiental del aire del Dióxido de Azufre (SO₂), fijado en 80 µg/m³, según el DS-003-2008-MINAM.

Tabla 15:
Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂).

Horas de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de monitoreo	Concentraciones de SO ₂ (ug/m ³)
		Norte	Este			
7:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	7.58
8:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	6.20
9:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	7.83
10:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	8.33
11:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	7.67
12:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	7.33
1:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	7.83
2:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	7.25
3:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	7.08
4:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	7.58
5:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	7.00
6:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	8.00
Promedio aritmético de concentración de partículas en suspensión SO₂ (12 horas)						7.48 ug/m ³
Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire SO₂						80 ug/m ³

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Estos datos fueron tomados del Instrumento de Gestión Ambiental de la concesión Ítalo, donde la empresa Ingeoconsult E.I.R.L, realizó estos análisis a pedido de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L.

CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

- Los datos obtenidos están por debajo del estándar nacional de calidad ambiental del aire para el Monóxido de Carbono (CO).
- En el punto PM-I- Diurno, el promedio aritmético de concentración de Monóxido de Carbono (CO), realizado de 7.00 am a 6.00 pm, es 2513.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el cual no supera el límite máximo permisible del estándar nacional de calidad ambiental del aire del Monóxido de Carbono (CO), fijado en 30 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, según la norma 074-2001-pcm-ECA para aire.

Tabla 16:
Concentración de Monóxido de Carbono.

Horas de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de monitoreo	Concentraciones de CO (ug/m3)
		Norte	Este			
7:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	2996.17
8:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	2905.92
9:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	3198.75
10:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	2083.25
11:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	2220.17
12:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	2037.67
1:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	2517.17
2:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	3137.67
3:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	1633.25
4:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	2477.50
5:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	2629.25
6:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	2319.58
Promedio aritmético de concentración de partículas en suspensión CO (12 horas)						2513.03 ug/m ³
Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire CO						30 000 ug/m ³

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Estos datos fueron tomados del Instrumento de Gestión Ambiental de la concesión Ítalo, donde la empresa Ingeoconsult E.I.R.L, realizó estos análisis a pedido de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L.

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO2)

- Los datos obtenidos están por debajo del estándar nacional de calidad ambiental del aire para el Dióxido de Nitrógeno (NO2).
- En el punto PM-I- Diurno, el promedio aritmético de concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO2), realizado de 7.00 am a 6.00 pm, es 70.07µg/m3, el cual no supera el límite máximo permisible del

estándar nacional de calidad ambiental del aire de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), fijado en 200 µg/m³, según la norma 074-2001-pcm-ECA para aire.

Tabla 17:
Concentración de Dióxido de Nitrógeno.

Horas de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de monitoreo	Concentraciones de NO ₂ (ug/m ³)
		Norte	Este			
7:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	42.86
8:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	65.26
9:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	66.80
10:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	91.33
11:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	99.00
12:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	82.13
1:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	64.69
2:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	69.67
3:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	64.78
4:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	67.28
5:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	63.44
6:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	63.63
Promedio aritmético de concentración de partículas en suspensión NO₂ (12 horas)						70.07 ug/m ³
Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire NO₂						200 ug/m ³

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Estos datos fueron tomados del Instrumento de Gestión Ambiental de la concesión Ítalo, donde la empresa Ingeoconsult E.I.R.L, realizó estos análisis a pedido de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L.

3.3.1.2. Ruido:

En el punto PM-I- Diurno, el promedio aritmético de concentración de ruido, realizado de 7.00 am a 6.00 pm, es 67.97 dBA, el cual no supera el límite máximo permisible del estándar nacional de calidad ambiental del Ruido (ECA), fijado en 80 dBA.

Tabla 18:
Calidad de ruido.

Horas de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de monitoreo	Nivel de Ruido equivalente (dBA)
		Norte	Este			
7:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	68.33
8:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	70.08
9:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	70.42
10:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	71.67
11:00 a.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	67.33
12:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	67.83
1:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	68.00
2:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	68.33
3:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	68.42
4:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	67.92
5:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	67.33
6:00 p.m	Hornos – Calera	9202300	767250	3426	18/11/17	59.92
Promedio aritmético de concentración de ruido (12 horas)						67.97 ug/m ³
Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Ruido (ECA)						80 ug/m ³

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Estos datos fueron tomados del Instrumento de Gestión Ambiental de la concesión Ítalo, donde la empresa Ingeoconsult E.I.R.L, realizó estos análisis a pedido de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L.

3.3.1.3. Geodinámica

Geodinámica es el conjunto de fuerzas exógenas o externas que modifican la morfología superficial de la corteza terrestre, a través de dos grandes procesos: degradación y gradación.

Son las fuerzas destructoras del relieve terrestre.

3.3.1.4. Meteorización:

Meteorización Física:

Es la disgregación de las rocas en fragmentos cada vez más pequeños que conservan cada una de las características del material original; el resultado final son muchos fragmentos pequeños procedentes de uno grande. Las principales causas de este proceso son los cambios de temperatura, humedad y actividad biológica.



Figura 9: Meteorización física.

Fuente: Elaboración propia, (2017).

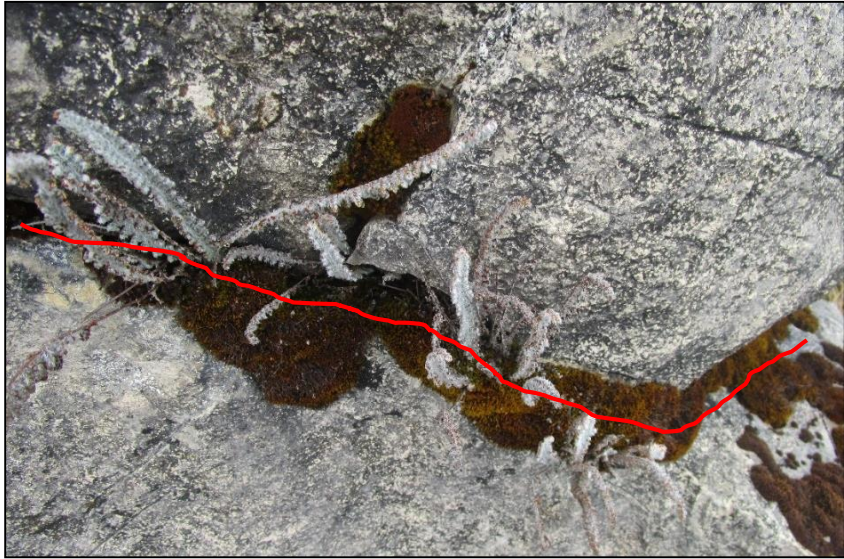


Figura 10: Meteorización física por agentes biológicos.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Meteorización Química:

Produce una transformación química de la roca provocando la pérdida de cohesión y alteración de la roca. En la concesión Ítalo tenemos principalmente:

- Carbonatación

Se produce al combinarse el dióxido de carbono con el agua formando ácido carbónico, el cual se combina con ciertos minerales como el carbonato de calcio que se transforma en bicarbonato: el primero es insoluble en el agua pero el segundo no lo es, por lo que es arrastrado por ella.

En la concesión producto de esta meteorización tenemos lapices, dolinas y sumideros.



Figura 11: Lapiaces producto de la meteorización química.
Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 12: Dolinas producto de la meteorización química.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

- Erosión:

La erosión es el proceso de sustracción de roca al suelo intacto, generalmente por acción de corrientes superficiales de agua o viento, por cambios de temperatura o por gravedad.

Los tipos de erosión en la concesión Ítalo más importantes son:

La erosión pluvial



Figura 13: Valles en V.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

La erosión glacial



Figura 14: Valles en U.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

La erosión kárstica



Figura 15: Sumidero.

Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.3.1.5. Relieve:

Los rasgos geográficos del área corresponden íntegramente a la Cordillera Occidental; caracterizada por una topografía variada con áreas fuertemente disectadas por ríos y quebradas. Las alturas van de 1,000 a 3,200 m.s.n.m. Los rasgos fisiográficos más saltantes son los largos valles interandinos, de Cajamarca.

Las características fisiográficas del área de estudio son colinas bajas y colinas moderadas. A continuación, se detalla la fisiografía presente en el área de las operaciones Ítalo:

Colina Baja

Presenta una llanura de 5,1 – 15 % de pendiente, con frecuentes accidentes topográficos. Formada por acumulación fluvio-glaciario y morrénica de glaciar en condiciones de mal drenaje.

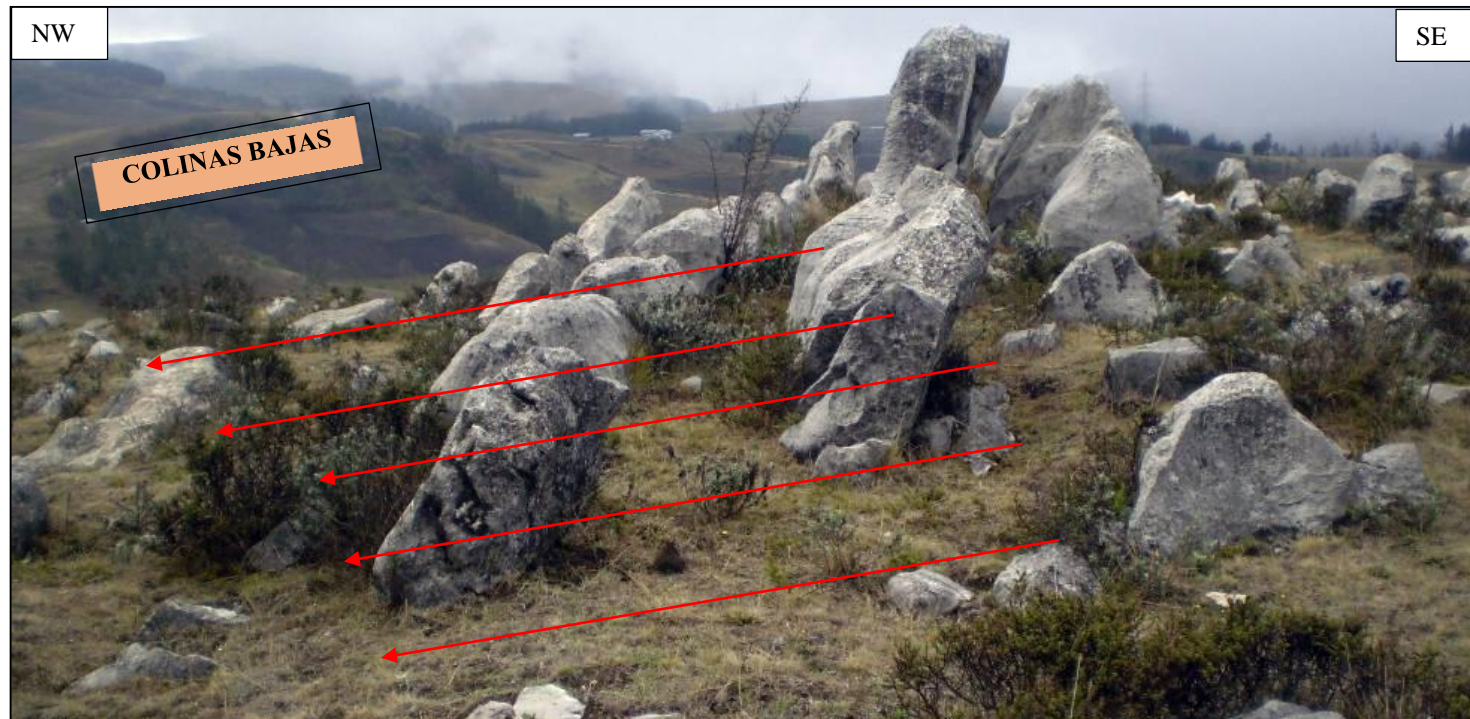


Figura 16: Colina baja.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Colina moderada

Llanura disectada de 15,1 – 30% de pendiente predominante. Formada por acumulación morrénica dejada por glaciaciones cuaternarias, con superficie de erosión y superficie estructural del substrato geológico rocoso.

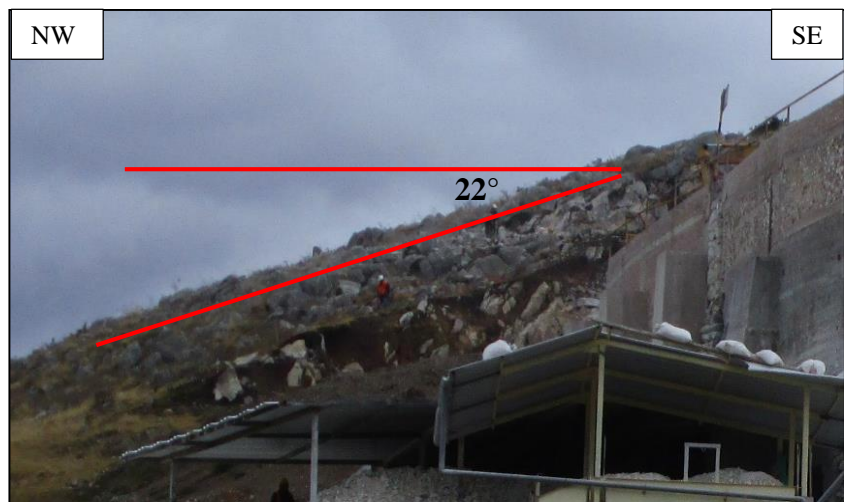


Figura 17: Colina Moderada de la zona.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.3.1.6. Contraste del paisaje actual

El paisaje ha sido alterado por los procesos de explotación y obtención de óxido de calcio, como se muestra en la siguiente foto la alteración es netamente por la infraestructura de la calera y la extracción de roca caliza.



Figura 18: Paisaje actual.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

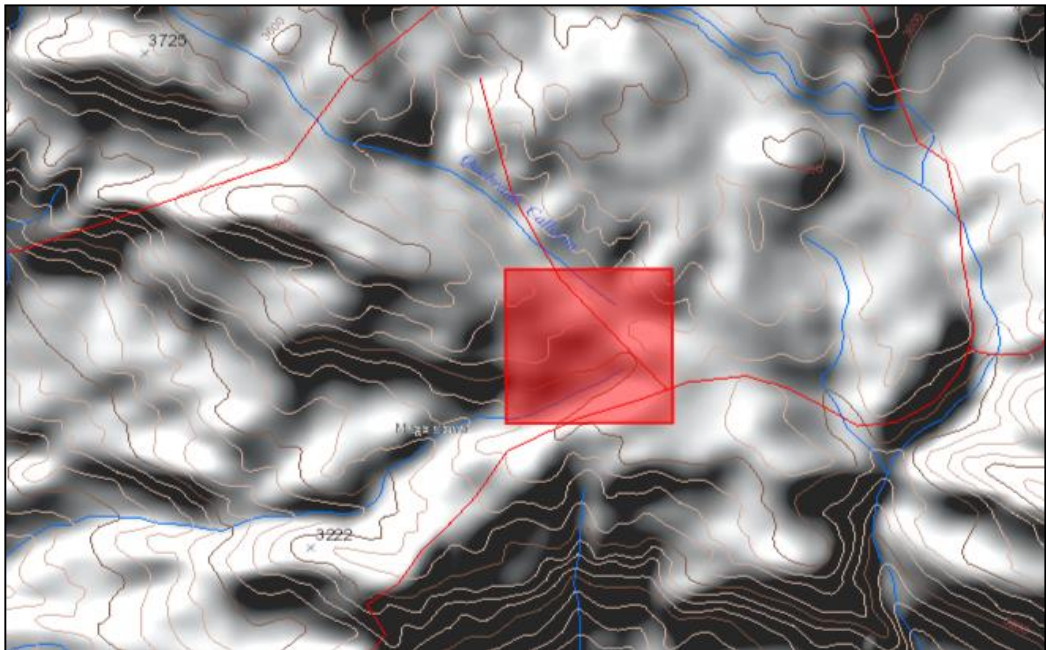


Figura 19: Relieve de la concesión Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.3.1.7. Consecuencias en el Paisaje de la Operación Minera:

Impactos paisajísticos causados por los siguientes aspectos:

Desbroce de vegetación:

La vegetación se desbroza con la finalidad de extraer la roca caliza.



Figura 20: Remoción de vegetación.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Extracción de roca:

Mediante esta actividad se altera el relieve y a su vez el paisaje, ya que lo que originalmente era capas de vegetación se transforma a taludes donde se visualiza la roca que estaba cubierta por dicha vegetación.



Figura 21: Paisaje de la cantera.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Polvo:

El polvo se produce por tres labores importantes de la unidad minera.

Polvo generado por la cal agrícola en la desmontera, el viento arrastra estas partículas:



Figura 22: Polvo generado por acumulación de cal agrícola.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Polvo generado por la extracción de roca caliza, especialmente en la perforación y voladura, altera cambia el paisaje ya que las partículas generadas son transportadas por el viento:



Figura 23: Polvo generado por perforación.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

El chancado de carbón también genera partículas las cuales son transportadas por el viento, generando el paisaje minero actual, lo cual se evidenció de manera directa en la zona de estudio mediante observación.



Figura 24: Partículas generadas por el chancado de carbón.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Presencia de maquinaria pesada y vehículos:

La concesión Ítalo cuenta con maquinaria pesada y vehículos los cuales alteran visiblemente el paisaje.



Figura 25: Excavadora en Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 26: Vehículos en Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.3.2. Suelos

3.3.2.1. Clasificación de Suelos:

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification System (USCS):

Es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros.

Tabla 19
Clasificación de suelos,(primera letra).

Primera Letra	
Símbolo	Definición
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Orgánico

Fuente: Aguilar, (2015).

Tabla 20
Clasificación de suelos,(primera letra).

Segunda letra	
Letra	Definición
P	Pobremente gradado (Tamaño de partícula uniforme)
W	Bien gradado (Tamaños de partícula diversos)
H	Alta plasticidad
L	Baja plasticidad

Fuente: Aguilar, (2015).

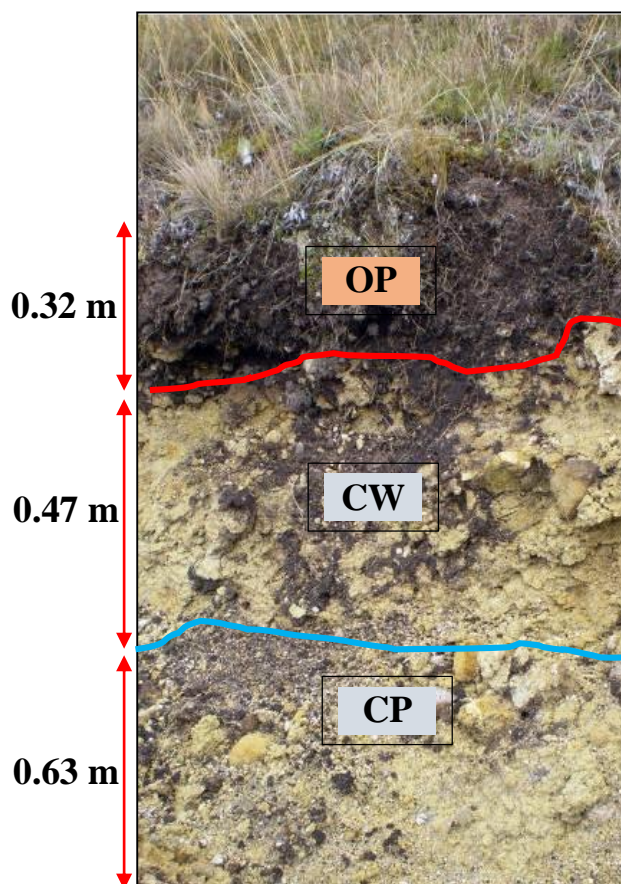


Figura 27: Clasificación del suelo ITALO.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

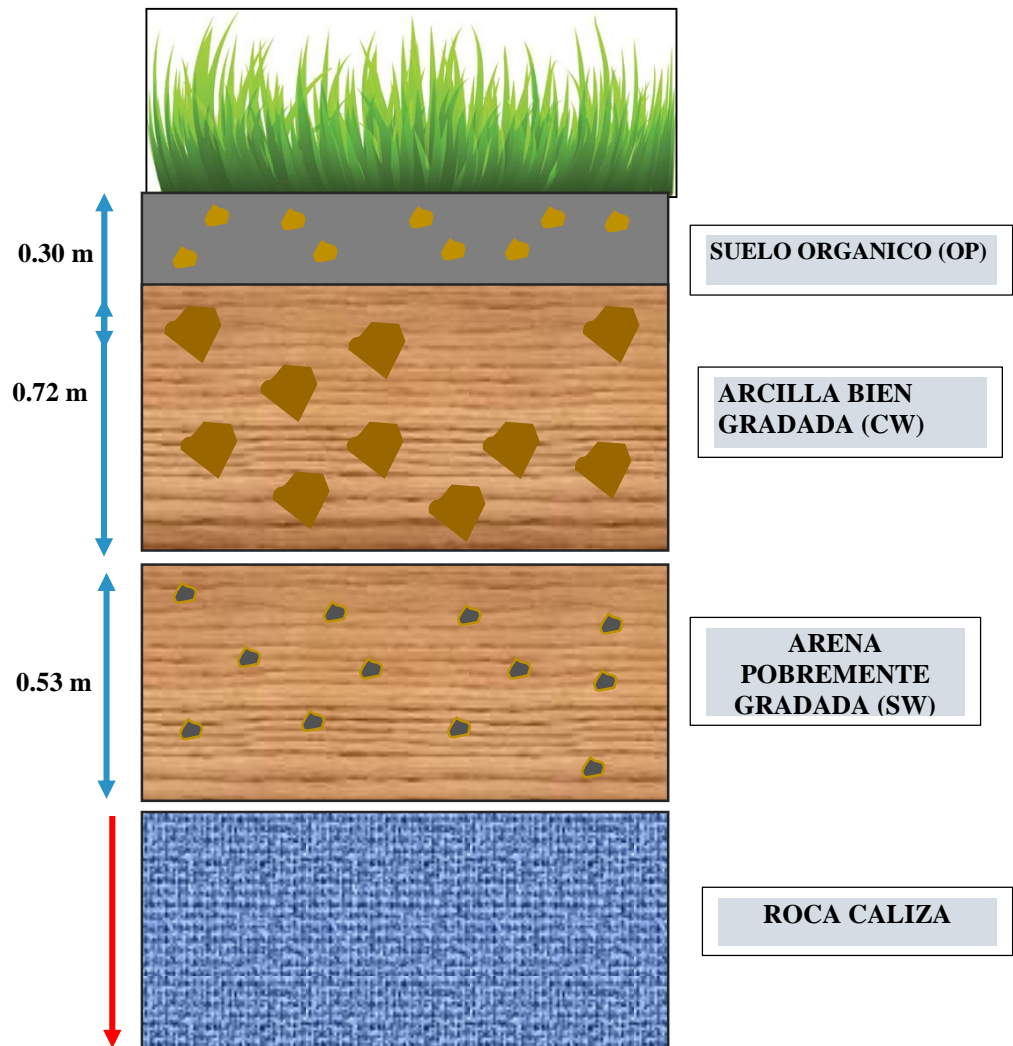


Figura 28: Perfil del suelo en la concesión Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Tabla 21:
Clasificación de suelos.

Divisiones Mayores		Símbolo del grupo	Nombre del grupo	
Suelos granulares gruesos.	Grava:	Grava limpia menos del 5% para el matiz n° 200. Grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200.	GW	Grava bien gradada. Grava fina a gruesa
	> 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz n°4 (4.75 mm).		GP	Grava pobremente gradada
			GM	Grava limosa
			GC	Grava arcillosa
Más del 50% retenido en el tamiz n° 200 (0.075 mm).	Arena:	Arena limpia. Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz.	SW	Arena bien gradada, arena fina a gruesa.
	≥ 50% de fracción gruesa que le pasa el tamiz n° 4.		SP	Arena pobremente gradada.
			SM	Arena limosa.
			SC	Arena arcillosa.
Suelos de grano fino: más del 50%, pasa el tamiz n° 200.	Limos y arcillas:	Inorgánico.	ML	Limo.
			CL	Arcilla.
	Limite liquido <50.	Orgánico.	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica.
	Limo y arcillas:	Inorgánico.	MH	Limo de alta plasticidad, limoelástico.
			CH	Arcilla de alta plasticidad.
	Limite liquido ≥50.	Orgánico.	OH	Arcilla orgánica, limo orgánico.
Suelos altamente orgánicos.		Pt	Turba.	

Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.3.2.2. Clases de Capacidad de uso de suelos (USDA)

A continuación, se presentan las Clases de Capacidad:

- Clase I:

Terrenos adecuados para cultivos agrícolas, pastos y bosques Suelos con muy pocas limitantes para su uso, son casi planos, con muy pequeños problemas de erosión, profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, con buena capacidad de retención de agua y responden a la fertilización. El clima local es favorable para el crecimiento de muchos cultivos a menos que las limitantes de lluvia hayan sido eliminadas mediante obras de riego.



Figura 29: Zona de Suelos de Clase I.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

- **Clase II:**

Suelos con algunas limitantes que reducen la elección de plantas o requieren prácticas ligeras de conservación de suelos.



Figura 30: Zona de Suelos de Clase II.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Las limitantes de estos suelos incluyen los efectos individuales o combinados de:

- Pendiente suave.
- Susceptibilidad moderada a la erosión por el agua o el viento, o efectos adversos moderados causados por erosión anterior.
- Profundidad menor a la de un suelo ideal.
- Estructuras y facilidad para el laboreo desfavorables.
- Estructuras y facilidad para el laboreo desfavorables.
- Contenido moderado de sales y sodio, fácilmente corregible pero con posibilidades de que vuelva a aparecer.
- Daños a la vegetación ocasionados por inundaciones.
- Exceso de humedad corregible mediante drenaje, pero con moderadas limitantes permanentes, y Limitantes ligeras del clima en el uso y manejo de los suelos.

- **Clase III.**

Suelos con severas limitaciones que reducen la selección de plantas o requieren prácticas especializadas de conservación o ambas.

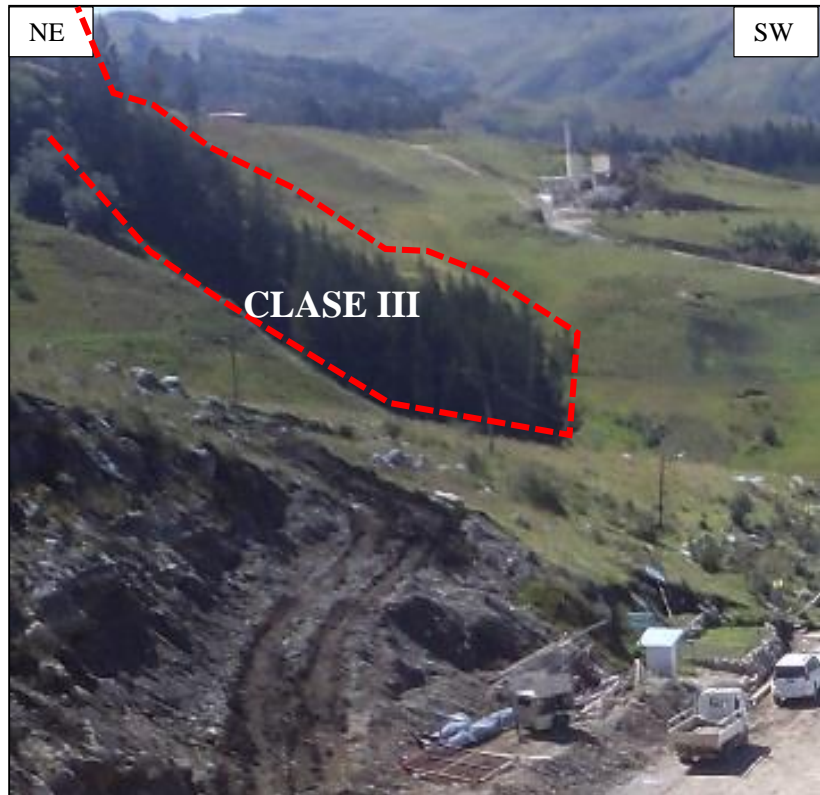


Figura 31: Zona de Suelos de Clase III.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Las limitaciones que incluyen estas tierras son los efectos individuales o combinados de:

- Pendientes moderadamente elevadas.
- Alta susceptibilidad a la erosión por agua o viento o efectos adversos severos causados por erosión anterior.
- Frecuentes inundaciones acompañadas a daños a las plantas.
- Muy baja fertilidad del subsuelo.
- Exceso de humedad o condiciones de saturación del suelo que continúan después de la construcción de drenes.
- Poca profundidad del suelo debido a la presencia de roca subyacente o un horizonte endurecido que limita la profundidad del enraizamiento y la capacidad de retención de agua.
- Baja capacidad de retención de humedad.

- Bajo contenido de nutrientes, por lo común alcalino-térreos, difícilmente corregibles.
- Salinidad y sodio en cantidades moderadas,
- Condiciones climáticas moderadamente limitantes.

3.3.2.3. Agua Subterránea:

Para la determinación de cuerpos de agua es necesario utilizar herramientas de Sensoramiento remoto e imágenes satelitales, los cuales trabajan en ciertos parámetros como la vegetación, índice de humedad y tipo de roca, estos parámetros nos determinan presencia de agua y humedad. Por lo cual generaremos herramientas como el NDVI y NDWI los cuales nos ayudaran en la determinación de las zonas y cuerpos de agua que necesitamos.

Creamos un NDVI

El Índice de vegetación de diferencia normalizada, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición, por medio de sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma espacial, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

Las plantas absorben radiación solar en la región espectral de radiación fotosintética activa, la cual es usada como fuente de energía en el proceso de fotosíntesis. Las células vegetales han evolucionado para dispersar la radiación solar en la región espectral del infrarrojo cercano, la cual lleva aproximadamente la mitad del total de la energía solar, debido a que el nivel de energía por fotón en ese

dominio (de longitud de onda mayor a los 700 nm) no es suficiente para sintetizar las moléculas orgánicas: una fuerte absorción en este punto sólo causaría un sobrecalentamiento de la planta que dañaría los tejidos. Por lo tanto, la vegetación aparece relativamente oscura en la región de radiación fotosintética activa y relativamente brillante en el infrarrojo cercano.³ En contraste, las nubes y la nieve tienden a ser bastante brillantes en el rojo así como también en otras longitudes de onda visibles, y bastante oscura en el infrarrojo cercano.

$$NDVI = \frac{(IRCercano - Rojo)}{(IRCercano + Rojo)}$$

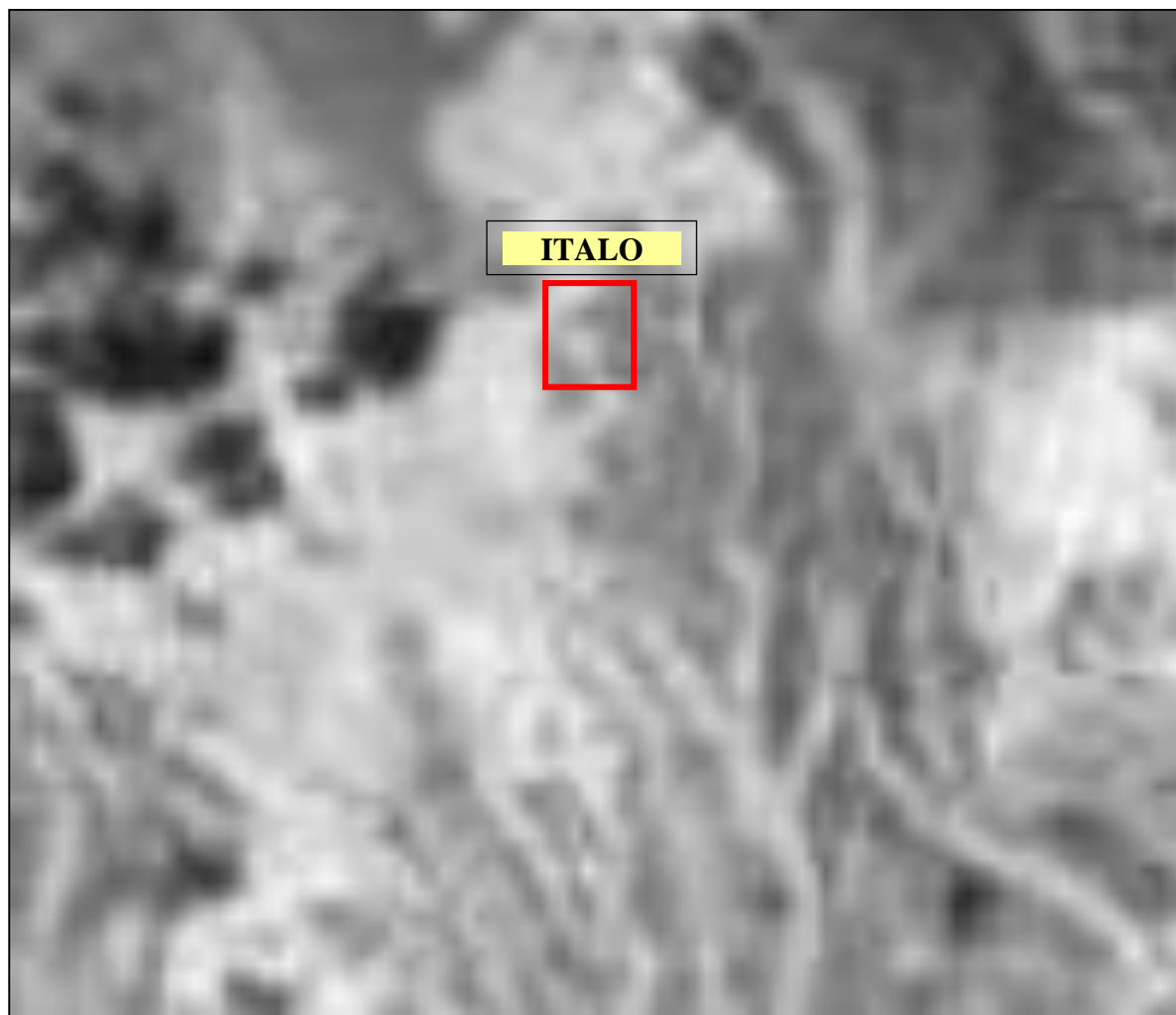


Figura 32: NDVI de Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Creamos un NDWI

El índice diferencial de agua normalizada o NDWI (del inglés Normalized Difference Water Index) se utiliza como una medida de la cantidad de agua que posee la roca o vegetación o el nivel de saturación de humedad que posee el suelo.

Generalmente se lo calcula a partir de imágenes satelitales que brindan información de reflectancia de una determinada zona en diferentes bandas de frecuencia del espectro electromagnético. Tiene uso extendido en ciencias ambientales e hídricas, ya que brinda información relevante para utilizar en modelos de balance hídricos, predicción climática entre otros.

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

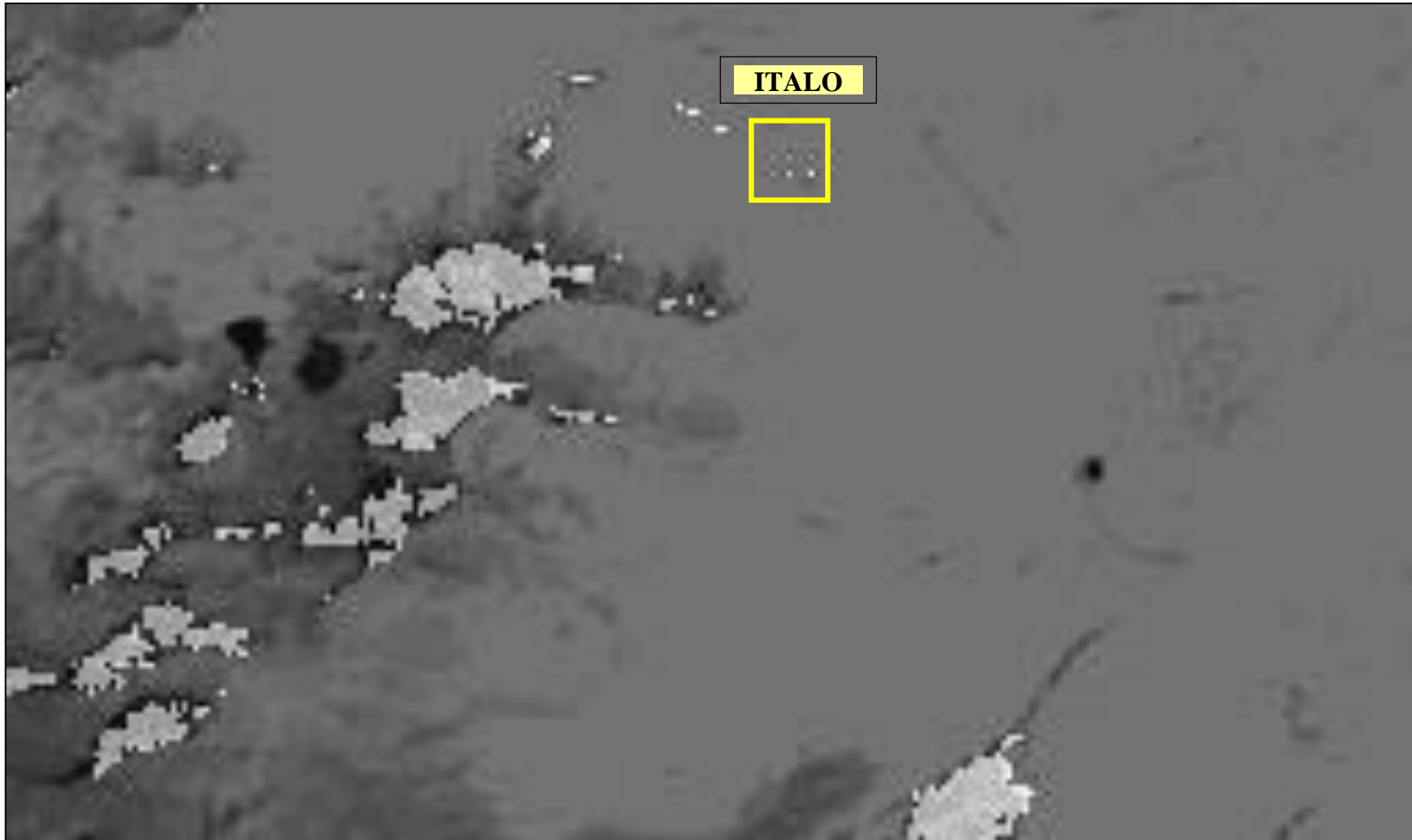


Figura 33: NDWI de Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Generamos una comparación de bandas

Para discriminar las zonas que presenten vegetación, zonas sin vegetación, zonas con humedad, zonas húmedas con vegetación, roca seca y rocas con humedad. Para lo cual generamos un histograma en el cual hacemos la comparación de pixeles puros que presenten las características antes mencionadas.

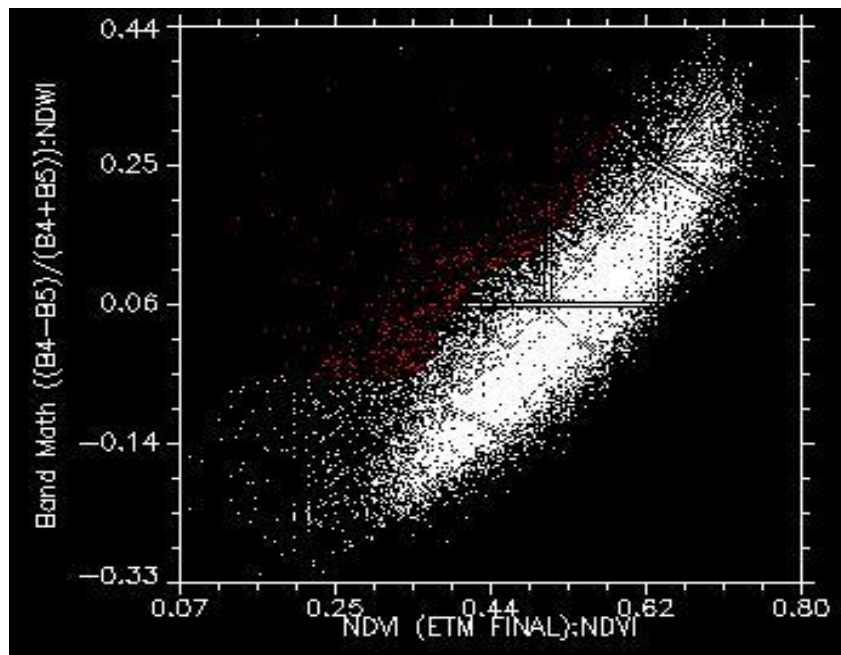


Figura 34: Espectrómetro de bandas.

Fuente: Elaboración propia, (2017).

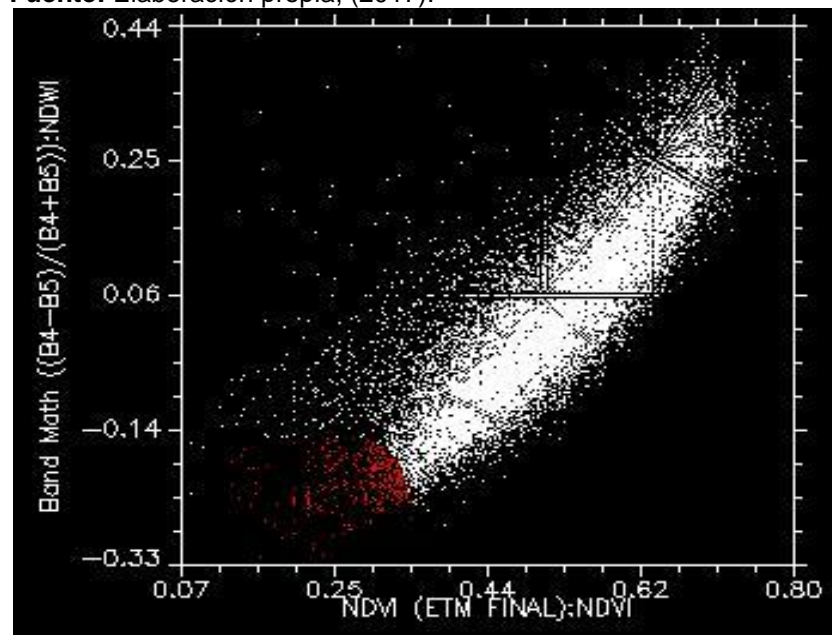


Figura 35: Espectrómetro de bandas.

Fuente: Elaboración propia, (2017).

A partir de los análisis realizados podemos llegar a la elaboración de un plano para poder identificar posibles cuerpos de agua, partiendo de los parámetros y herramientas obtenidas en el cual se plasma en el presente plano en el cual observamos roca húmeda, zonas con vegetación húmeda y roca sin vegetación ni humedad.

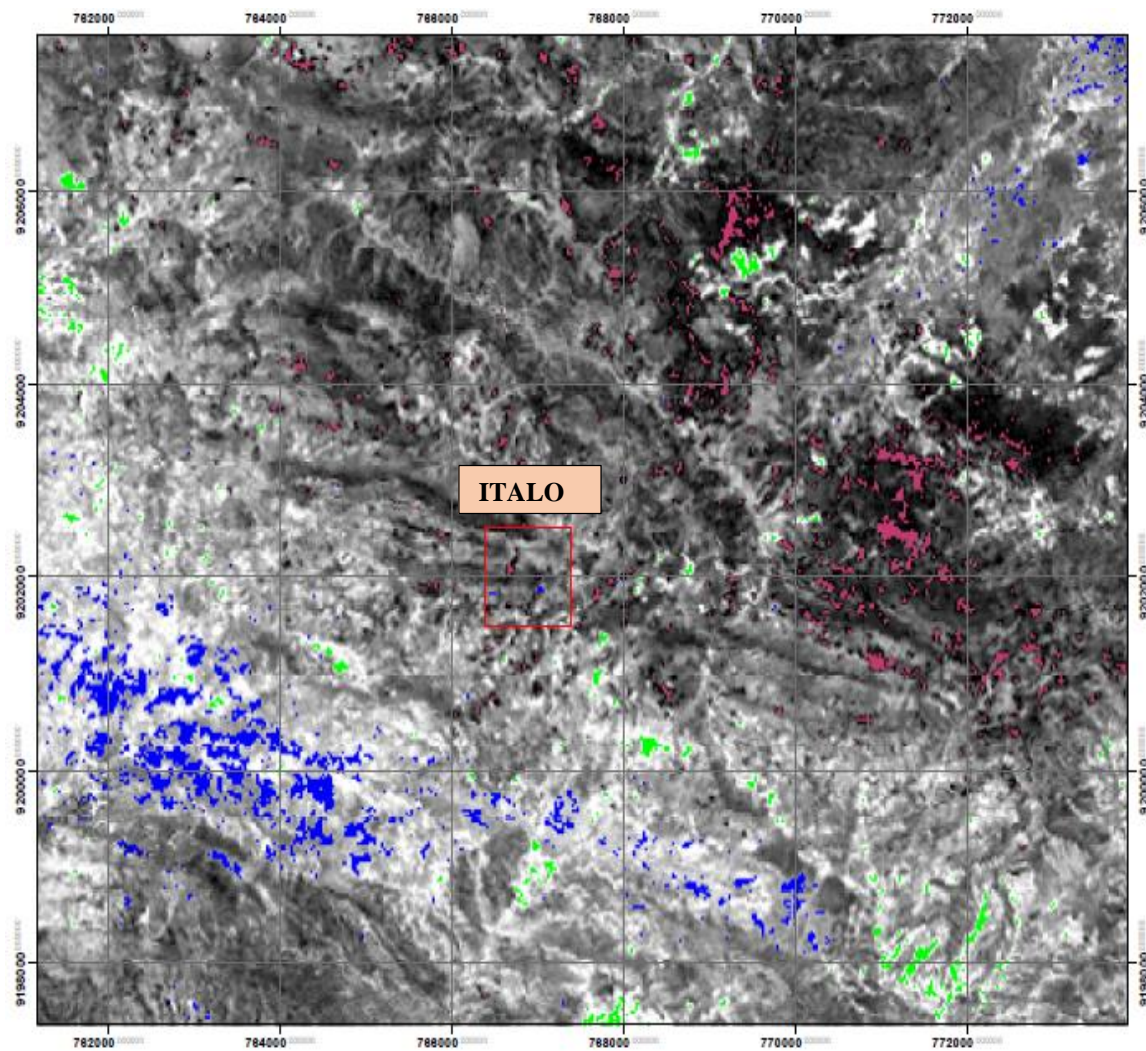


Figura 36: Plano Hidrogeológico generado con Bandas Satelitales.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.3.3. Medio Ambiente Biológico

3.3.3.1. Flora:

Dentro del área de trabajo, únicamente se pueden encontrar especies vegetales herbáceas y arbustivas, principalmente silvestres. En el entorno, además de estas poblaciones vegetales, también se pueden encontrar especies arbóreas, principalmente introducidas como eucaliptos y pino y dentro de las nativas el sauco, el quinal y la misha.

Además de las especies terrestres comunes, también se pueden observar algunas especies que crecen sobre las rocas como musgos y líquenes y otras, cuya único hábitat es éste.

Mediante un transecto se determinó que la flora es netamente arbustiva y pastizal.

A continuación, mostramos fotografías de la flora en la zona:



Figura 37: Arbusto intersectado en el transecto.
Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 38: Toma de especies en el transecto.
Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 39: Línea del transecto.
Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 40: Toma de especies en el transecto.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

De acuerdo al transecto, evidenciamos que la flora no ha sufrido cambios a comparación del 2010, pero cabe resaltar que se ha tenido pérdida de vegetación a causa de la instalación minera (Hornos, cantera, infraestructura, etc).



Figura 41: Área de pérdida de vegetación.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

3.3.3.2. Fauna:

La fauna silvestre local está constituida por aves, mamíferos y algunos roedores, dentro de las aves tenemos:

- Gavilán (*Circus cinereus*),

- Uchupishpe,
- Águilas,
- Gallinazo (*Coragyps atratus*).

Dentro de los mamíferos es frecuente encontrar:

- Conejo silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*)

Dentro de los roedores son comunes los ratones de campo (*Phyllotis darwini*).

Asimismo, es común la presencia de animales domésticos, destacando entre ellos los vacunos (*Bos taurus*), ovinos, caprinos, porcinos, cuyes (*Cavia porcellus*) y aves de corral, especies que se ubican principalmente en los alrededores del proyecto, cuyas crianzas constituyen además de una gran fuente de proteínas una fuente económica ante cualquier emergencia.



Figura 42: Vacunos domésticos.

Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 43: Porcinos propios de la zona.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

La fauna es uno de los recursos naturales renovables básicos, junto con el agua, el aire, el suelo y la vegetación. La expresión recurso fauna implica una valoración subjetiva, empleando como criterio la utilidad directa, real o potencial, de un conjunto de animales para el hombre. En el caso de la concesión Ítalo, no se ha reportado crianza de vacunos, ovinos o aves potenciales. Las familias de los alrededores de la concesión crían pocos animales ya que sólo lo hacen con poca connotación utilitaria.

3.3.4. Medio Ambiente Socio – Económico y Cultural

La Concesión minera Ítalo se ubica en el caserío Ventanillas, perteneciente al distrito de Magdalena, provincia y región Cajamarca.

Por tanto, procedemos a describir las características socio-económicas del caserío Ventanillas.

3.3.4.1. Población

Según encuestas realizadas por la municipalidad distrital de Magdalena en el año 2007, el caserío Ventanillas cuenta con 60 familias. De los cuales 140 son mayores de edad. Este dato fue otorgado por misma Municipalidad Distrital de Magdalena.

3.3.4.2. Actividad económica

Agricultura:

Los pobladores siembran principalmente especies propias de la sierra como papa, quinua, maíz, trigo, cebada, entre otras; las cuales son vendidas en la ciudad de Magdalena y/ Cajamarca. El 90% de las siembras sólo se realiza en invierno ya que Ventanillas no cuenta con canales de regadíos.



Figura 44: Zonas de cultivo en Ítalo.

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Como se aprecia en las fotos el 50% (aproximadamente) de siembras son de papa y trigo o cebada, lo cual genera ingresos de 300 soles mensuales por cosecha.

Dependiendo al precio del mercado y a la calidad de producto.

Ganadería

Los pobladores principalmente crían ganado, como vacas, caballos y ovejas, también crían aves tales como gallinas y patos; y crían cuyes tanto para venta como para consumo. Las vacas y toros tienen un precio mínimo de 800 soles, dependiendo de su calidad y estado, estos animales los venden en la pecuaria de Cajamarca o en el distrito de Magdalena.

Un caballo o yegua es vendido a un precio mínimo de 600 soles, de acuerdo a su tamaño, son vendidos en los mismos lugares que las vacas.

Las ovejas tienen un costo mínimo de 300 soles y son vendidos en Cajamarca o Magdalena.

Las gallinas, patos se venden por kilos en la ciudad de Cajamarca o en el distrito de Magdalena las cuales tienen un costo aproximado de 10 a 15 soles el kilo.

Los cuyes tienen un valor de 15 a 30 soles cada uno dependiendo del tamaño e igualmente se venden en Cajamarca y Magdalena.

Turismo:

El caserío Ventanillas cuenta con el Complejo Arqueológico de Cumbemayo, donde los pobladores llevan a vender tejidos, comida (chicharrones), chochos, etc.

Esta actividad les genera una ganancia mínima de 10 soles por vendedor.

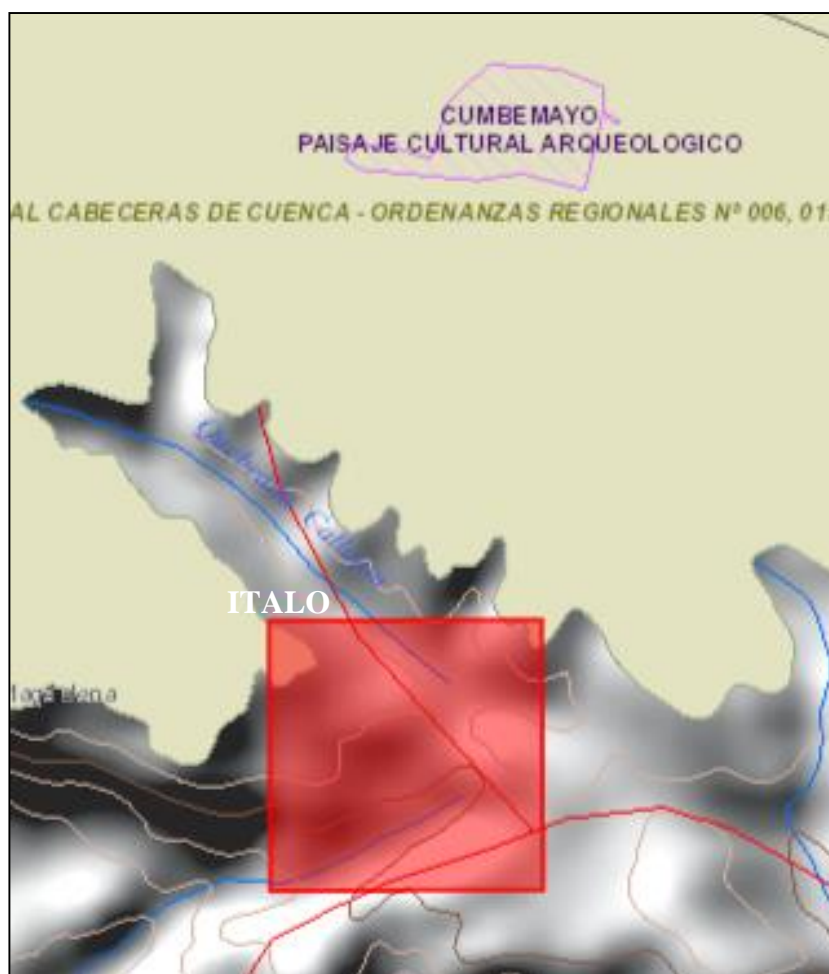


Figura 45: Ubicación del Centro arqueológico Cumbemayo.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Venta de Terrenos para Caleras:

Los dueños del terreno superficial donde se encuentra caliza con alto porcentaje de carbonato de calcio venden sus terrenos para colaborar con la extracción del Carbón. Como vemos en la siguiente imagen Ventanillas tiene muchas concesiones mineras para productos calcáreos.

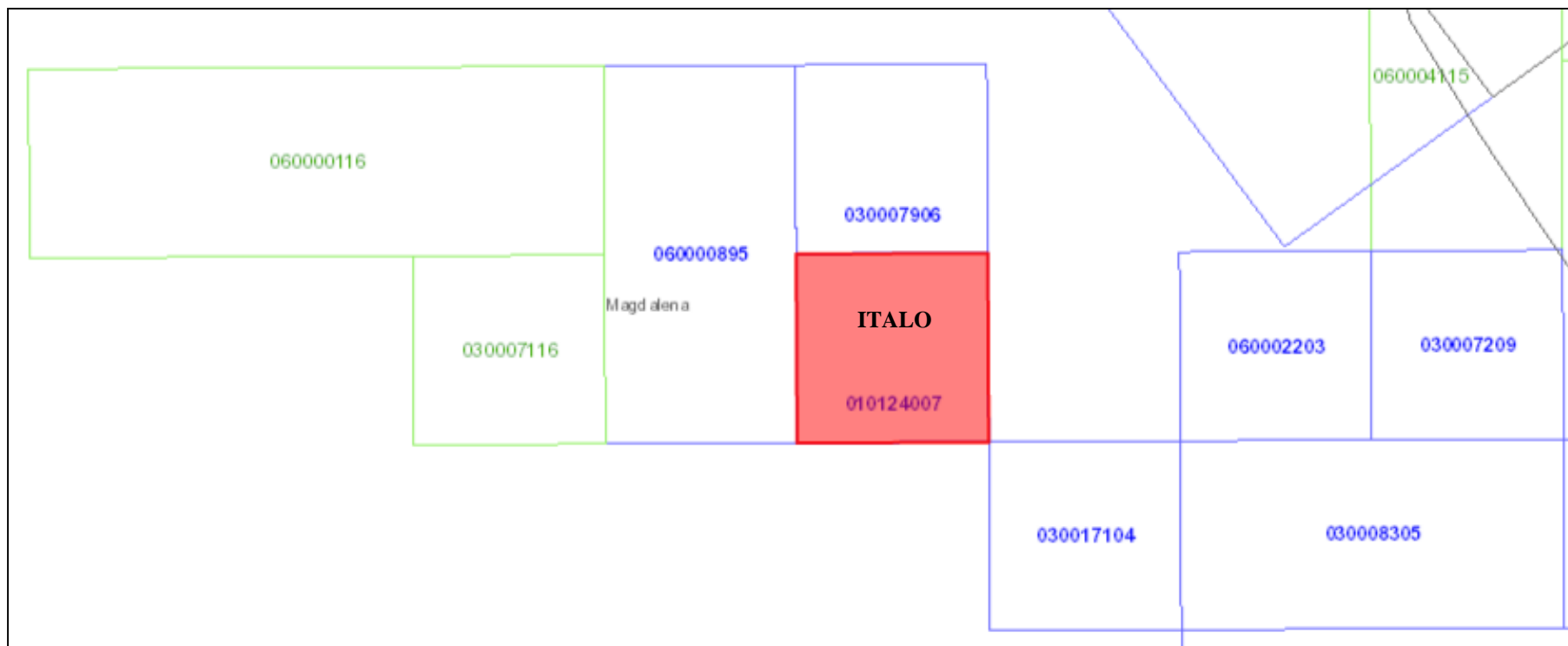


Figura 46: Concesiones mineras en Ventanillas.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Minería:

En este rubro Ventanillas sólo cuenta con denuncios no metálicos con interés en la producción de cal, lo cual está dando ocupación a los pobladores del lugar principalmente varones y a mujeres (como cocineras), convirtiéndose en una actividad importante económicamente.

Los hombres no calificados se dedican al quemado de la cal, chancado de piedra y chancado de carbón, ya que en ventanillas no cuentan con personal calificado. En minera P'huyu Yuraq concesión Ítalo cuentan con comedor para su personal, para ello se contrata a mujeres de la zona en la cocina.

Programas Sociales:

A través de estos programas emitidos por el estado el 100% de mujeres con hijos pequeños de Ventanillas cobran programa JUNTOS una cantidad de 100 soles mensuales.

Las personas mayores a 65 años son beneficiadas con PENSION 65, cantidad de 100 soles mensuales.

3.3.4.3. Salud:

El caserío Ventanillas no cuenta con posta médica que presta atención básica de salud en forma permanente, los pobladores según las encuestas realizadas se atienden en los centros de Salud de los siguientes lugares:

- Centro de Salud San Cristóbal.
- Centro de Salud Magdalena
- Hospital regional de Cajamarca

CONCLUSIONES

- El plan de cierre de mina para la actividad minera de la concesión Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L, se han evaluado dos aspectos principales, el primero son las actividades de cierre que se dividen en cierre temporal, cierre progresivo y cierre final; el segundo son la evaluación de las condiciones actuales del sitio, en el cual se describe el medio físico, los suelos, el medio biológico y el medio socio económico.
- Para la estabilidad física en la etapa de cierre se aplicarán biomantas en las desmonteras de la concesión Ítalo, como parte del cierre progresivo se evaluarán los taludes con 2.5H:1V, para evitar deslizamientos.
- Para mantener la estabilidad química de la concesión se propone medir el pH de los suelos en las desmonteras, asimismo es necesario recalcar que en el proceso de minado aplicado no se van a generar aguas ácidas, al contrario, los suelos van a estar alcalinizados por ello se prevé reforestar.
- Los impactos socio económicos de la zona de estudio pertenecen al caserío Ventanillas que cuenta con 60 familias, las actividades socioeconómicas más importantes de la zona son, la agricultura, ganadería, turismo, venta de terrenos para la minería, y la minería netamente.

RECOMENDACIONES

- Capacitar al personal con respecto al cuidado del medio ambiente, para evitar la generación de residuos innecesarios.
- Evaluar la economía de los trabajadores de la concesión Ítalo, y proponer un plan de trabajo para cuando se haya ejecutado el plan de cierre.
- Buscar innovaciones con respecto a control de suelos alcalinizados para aplicarlos en dicha concesión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, L. (2015). Plan Cierre de Mina en U.E.A. San Andrés – Mina San Juan de la Compañía Minera Caraveli S.A.C. *Tesis de Grado*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/683>
- Bustillos, D. (2013). Plan de Cierre de Mina para Presas de Relave de Minerales Poli Metálicos: Jujuy Argentina. Argentina: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp>
- Cartagena, P. (2013). Proyectos de Leyes sobre Cierre de Faenas Mineras y Pasivos Mineros Ambientales en Chile. *Tesis de Grado*. Santiago , Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/tesis>.
- Cedrón, M. (2013). Elaboración de Criterios para la Transformación de Pasivos Mineros en Activos Socio - Ambientales Sostenibles. *Tesis de Maestría*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de tesis.pucp.edu.pe/.../CEDRON.
- Delgado, G. (2015). Evaluación Ambiental de Extracción de Caliza, Minería Artesanal No Metálica, en Zona de Amortiguamiento – Bosque de Protección Alto Mayo, Rioja – 2015. *Tesis Profesional* . Tarapoto, Perú: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de <http://tesis.unsm.edu.pe/jspui>.
- Fernández, R. (2015). Activos Ambientales de la Minería Española España: Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas. *Consejo Nacional de Medio Ambiente*. Madrid, España: Activos Ambientales. Obtenido de <http://www.tecnologiaslimpias.cl/espanha/docs/GT-29Doc>.
- Guerra, E. (2011). *Planeamiento del Estudio Ambiental de la Ampliación del Proyecto Tantauatay*. Cajamarca. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <http://repositorioacademico.upc.edu.pe>.

- Guzmán, C. (2014). Mitos y Realidades de los Planes de Cierre de Minas. *Tesis de Maestría*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1076/1/guzman>.
- Hauser, A. (2014). Consideraciones Referidas a los Aspectos Técnicos, Legales y Económicos Asociados al Cierre y Abandono de Faenas Mineras en Chile. *Informe Final de Investigación*. Santiago, Chile: Consultora Ambiental. Obtenido de <http://www.tecnologiaslimpias.cl/chile/docs>.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. 6. D.F., México: McGRAW-HILL. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe>
- Oyarzún, J. (2014). Planes de Cierre Mineros. *Programas de Investigación*. Brasil: Universidad de La Serena. Obtenido de <http://www.jle.com/fr/revues>.
- Rivera, F. (2012). Análisis Ambiental de la Normativa Aplicada a los Planes de Cierre de Faenas Mineras en Chile. *Tesis de Maestría*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile>.
- Rojas, R. (2013). Experiencias de Sernageomin en Materia de Cierre de Faenas Mineras. *Riesgos Mineros*. Santiago, Chile: Minería Chilena. Obtenido de <http://www.mch.cl/evaluando-los-riesgos-de-un-plan-de-cierre/>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

“PLAN DE CIERRE EN LA ACTIVIDAD MINERA DE LA CONCESIÓN ITALO, EMPRESA P'HUYU YURAQ II E.I.R.L. DISTRITO DE MAGDALENA - CAJAMARCA, 2017”

Tesista: Rojas Abanto, Elí.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES E INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>Problema principal: ¿Cuál es el plan de cierre adecuado para la actividad minera de la concesión Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017?</p>	<p>Objetivo General: Realizar el plan de cierre de mina para la actividad minera de la concesión Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017.</p>	<p>Hipótesis general: La elaboración del plan de cierre minimizará los impactos negativos de la actividad minera de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017.</p>	<p>Variable Dependiente - Actividad minera.</p> <p>Variable Independiente - Plan de cierre.</p>	<p>- Matriz de Leopold. - Ficha para concentración de partículas. - Ficha para concentración de gases.</p>	<p>Tipo de investigación El tipo de investigación es Cuantitativa ya que se utilizó la recolección de datos de los impactos generados por la explotación y producción de óxido de calcio</p> <p>Nivel de investigación El nivel de la investigación fue explicativo ya que va más allá de la descripción de los impactos al medio ambiente.</p> <p>Método de investigación Se empleó el método deductivo ya que se ha correlacionado la normativa legal para plan de cierre con los resultados obtenidos concernientes a impactos.</p> <p>Diseño de investigación Se usó el diseño experimental de campo ya que se estudió la situación más real que se encuentran las instalaciones mineras de la concesión Ítalo</p> <p>Población Conformada por los componentes mineros de Concesión Minera Ítalo.</p> <p>Muestra Componentes ambientales dentro de las 10 hectáreas de la Concesión Minera Ítalo.</p>
<p>Problemas secundarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles son las medidas que se deben proponer para la estabilidad física en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017? - ¿Cuáles son las medidas que se deben proponer la estabilidad química en el plan de cierre para las actividades mineraa de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017? - ¿Cuáles son los impactos socio económicos, para proponer medidas que minimicen y/o eliminen los riesgos sobre la salud y la seguridad pública en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar y proponer medidas para mantener la estabilidad física de los componentes de cada unidad minera, en el corto, mediano y largo plazo en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017. - Proponer la estabilidad química de la zona en el largo plazo, cumpliendo los requerimientos de la reglamentación ambiental peruana vigente en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017. - Caracterizar los impactos socio económicos, para proponer medidas que minimicen y/o eliminen los riesgos sobre la salud y la seguridad pública en el plan de cierre para las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017. 	<p>Hipótesis secundarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La propuesta de plan de cierre logrará la estabilidad física de los componentes mineros en las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017. - El plan de cierre logrará proponer la estabilidad química de los componentes mineros en las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017. - El plan de cierre ayudará a minimizar y/o eliminar los riesgos sobre la salud y la seguridad pública en las actividades mineras de la concesión no metálica Ítalo de la empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L., en el distrito de Magdalena, Provincia Cajamarca durante el año 2017. 			

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Anexo 2: Instrumentos de Validación – Ficha de concentración de partículas

Tabla 22:
Concentración de partículas en suspensión.

Horas de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de monitoreo	Concentraciones de (ug/m3)
		Norte	Este			
Promedio aritmético de concentración de partículas en suspensión						ug/m ³
Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire						ug/m ³

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Anexo 3: Instrumentos de Validación – Ficha de concentración de gases

Tabla 23:
Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂).

Horas de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de monitoreo	Concentraciones de gases (ug/m3)
		Norte	Este			
Promedio aritmético de concentración de partículas en suspensión (12 horas)						ug/m ³
Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire						ug/m ³

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Anexo 4: Instrumentos de Validación – Matriz de Leopold

Tabla 24:
Matriz de Leopold.

Matriz de Leopold		Demanda Ambiental	CONSECIÓN MINERA													Vulnerabilidad de FF.AA											
			OPERACIÓN											MANTENIMIENTO				ABANDONO									
PLAN DE CIERRE			Perforación	Voladura	Extracción de Roca caliza	Generación de Desmonte de cantera	Disposición de Desmonte de cantera	Acumulación Roca Caliza	Transporte del carbón hacia ITALO	Preparado del Carbón	Quemado de la roca Caliza	Almacenamiento de cal viva	Generación de desmonte de calera (cal agrícola)	Disposición de desmonte de calera (cal agrícola)	Transporte de cal	Mantenimiento de equipos	Mantenimiento de Accesos	Limpieza de unidades de disposición de RRSS	Plan de cierre de cantera	Revegetación del área	Desmontaje de infraestructura	Limpieza del área	P A R C I A L	S U B T O T A L	T O T A L		
Matriz de valorización de Impactos																										CONCESIÓN: ITALO	
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO		Calidad del agua																								
			Residuos sólidos																								
			Emisión de gases																								
			Partículas en suspensión																								
			Ruido																								
			Erosión																								
		Cambio de uso																									
		Geomorfología																									
		Modificación del paisaje																									
		Modificación microclima																									

Anexo 5: Fotografías



Figura 47: Planta de calcinación Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 48: Cantera Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 49: Desmontera de cantera Ítalo.
Fuente: Elaboración propia, (2017).



Figura 50: Zona de chancado de carbón.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

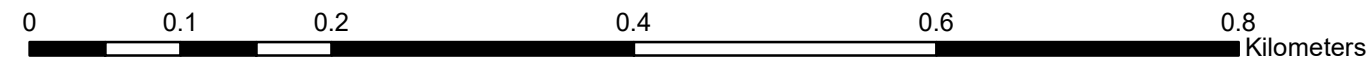
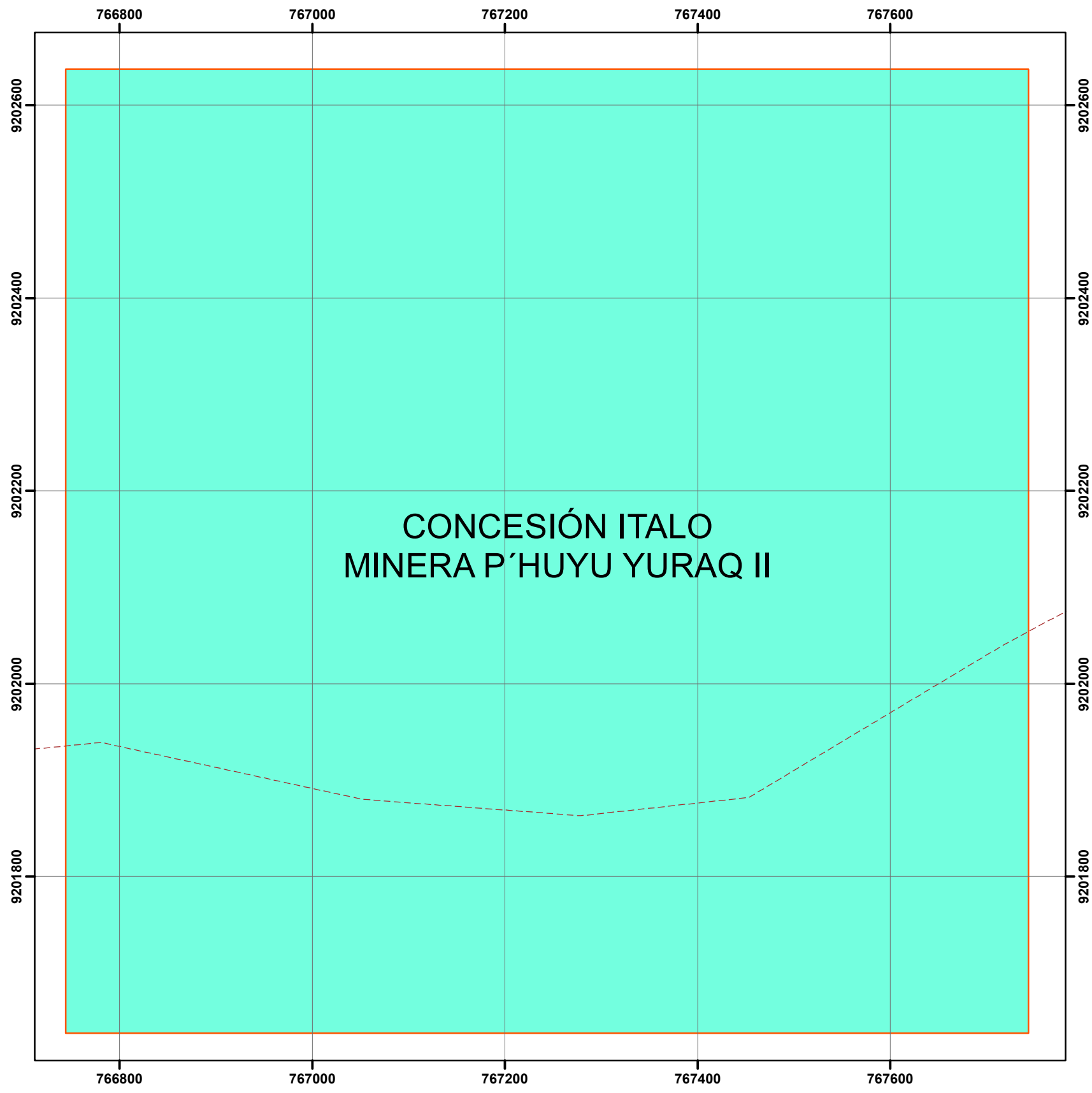


Figura 51: Hornos de calcinación.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

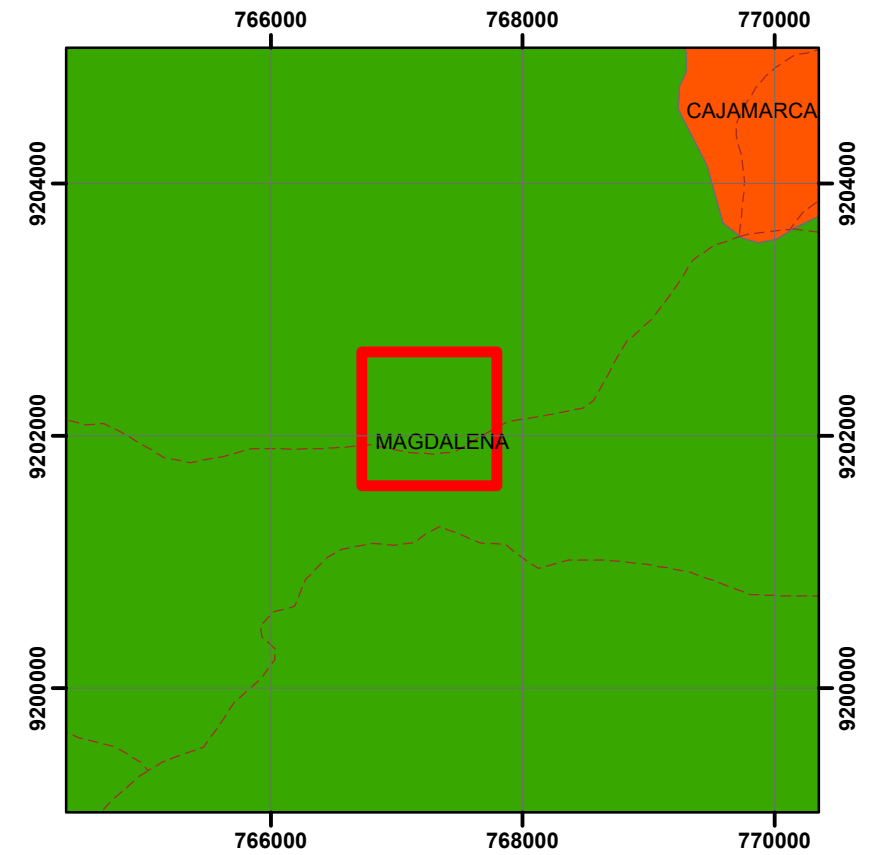


Figura 52: Desmontera de cal.
Fuente: Elaboración propia, (2017).

Anexo 6: Planos

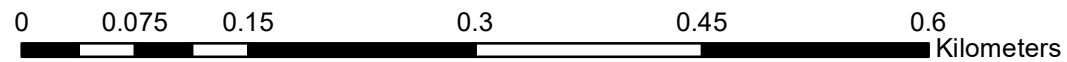
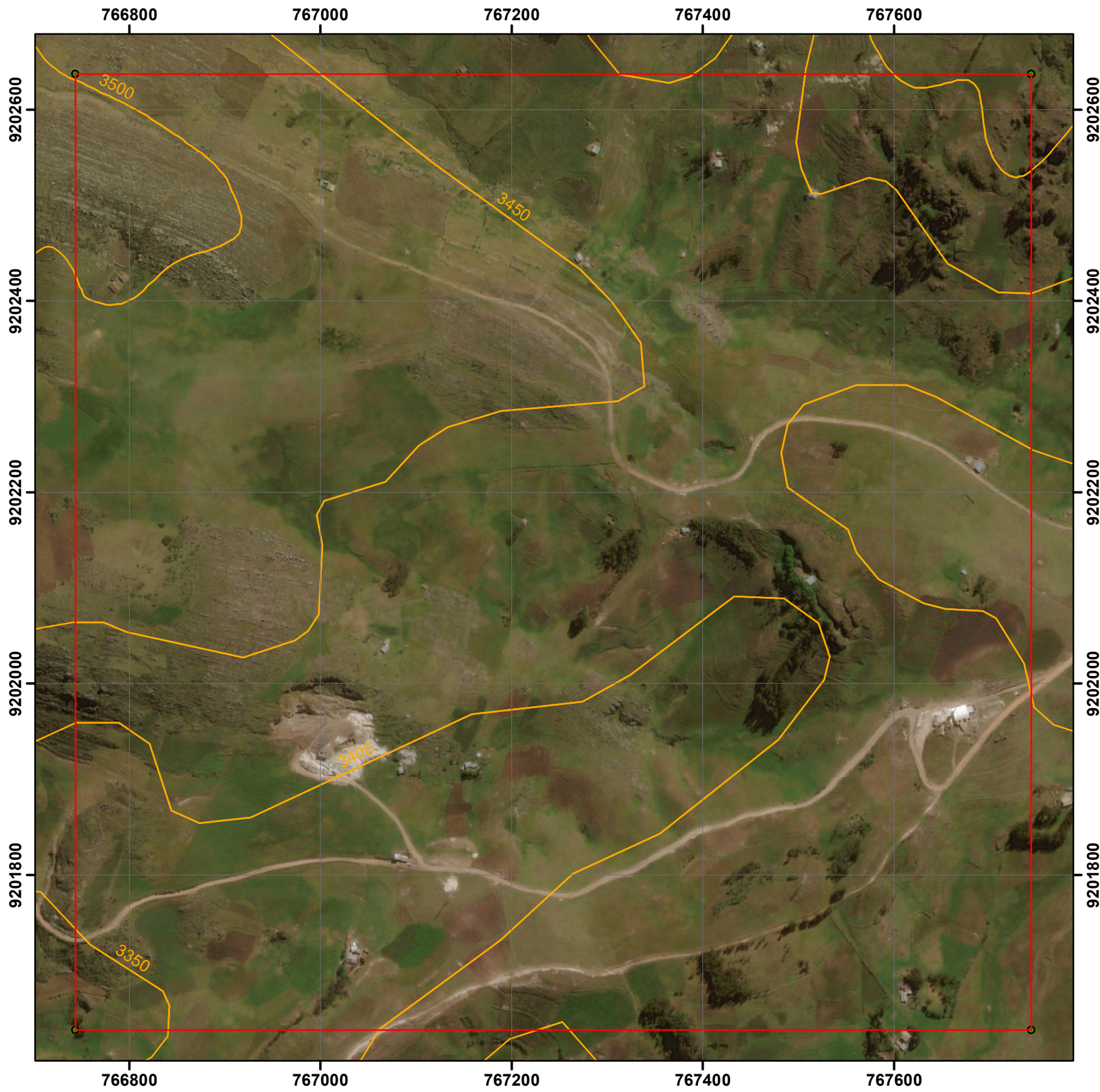


Sistema de Coordenas: WGS1984 - UTM Zona 17S
 DATUM: WGS 1984



Leyenda	
	TROCHA CARROZABLE
	CONCESIÓN ITALO - MINERA P'HUYU YURAQ II

EMPRESA MINERA P'HUYU YURAQ II E.I.R.L.		
CONCESIÓN ITALO		
PLANO DE UBICACIÓN		
REALIZADO POR:	ELÍ ROJAS ABANTO	PLANO N° 01
FECHA:	20 de abril del 2018	
DISTRITO:	MAGDALENA	
PROVINCIA:	CAJAMARCA	
ESCALA: 1:5 000	DATUM: WGS-1984-UTM-ZONA-17S	



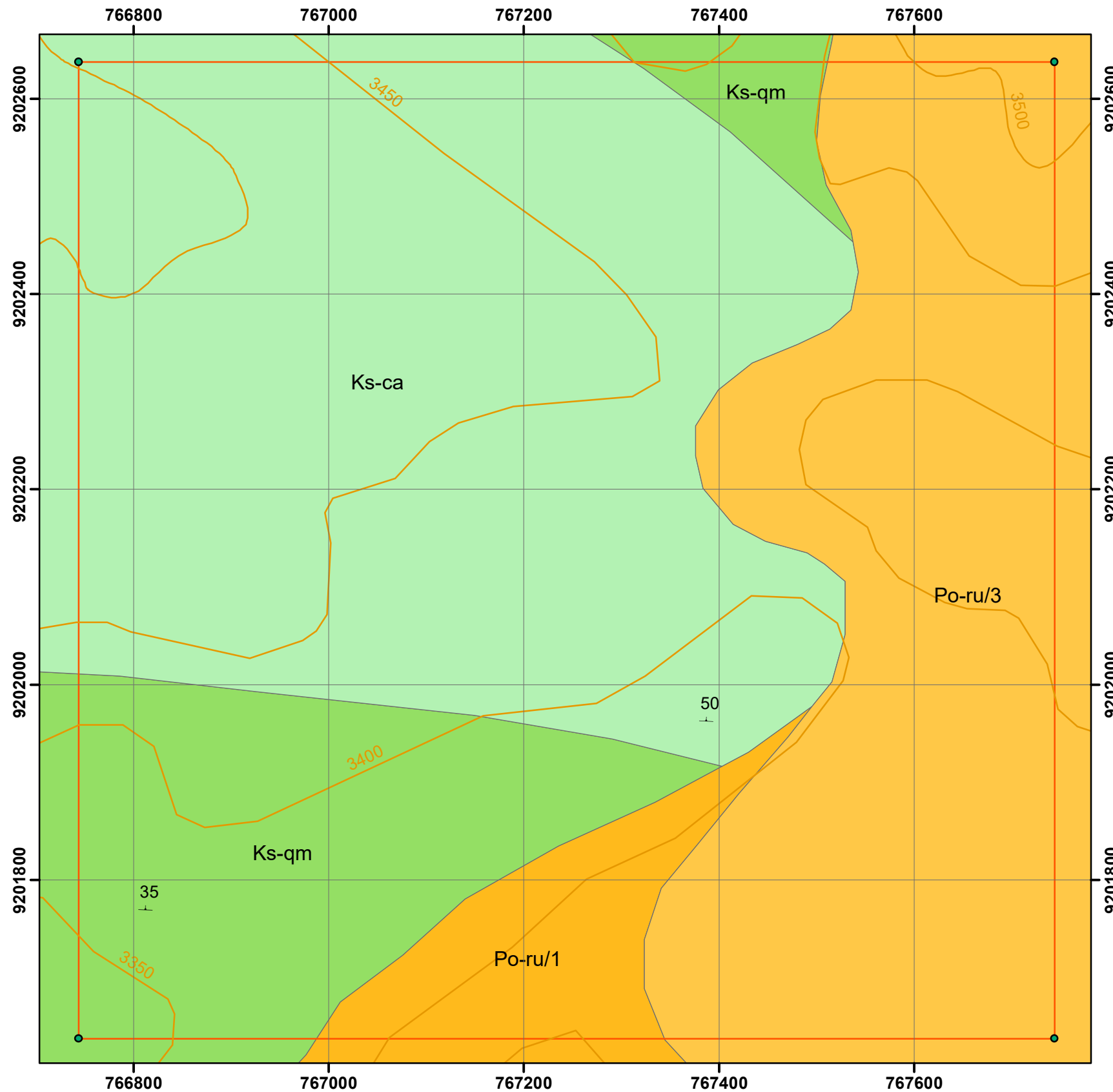
Sistema de Coordenas: WGS1984 - UTM Zona 17S
 DATUM: WGS 1984

Simbología

	CONCESIÓN ITALO - MINERA P'HUYU YURAQ II
	Vértices
	Curvas de nivel

Vértice	Norte	Este
1	9,202,637.48	767,743.79
2	9,201,637.48	767,743.79
3	9,201,637.47	766,743.80
4	9,202,637.47	766,743.80

EMPRESA MINERA P'HUYU YURAQ II E.I.R.L.		
CONCESIÓN ITALO		
PLANO SATELITAL		
REALIZADO POR:	ELÍ ROJAS ABANTO	PLANO N° 02
FECHA:	20 de abril del 2018	
DISTRITO:	MAGDALENA	
PROVINCIA:	CAJAMARCA	
ESCALA: 1:5 000	DATUM: WGS-1984-UTM-ZONA-17S	



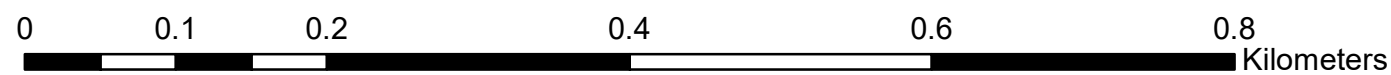
Simbología

- ⊕ Rumbo y Buzamiento
- Vértices
- Curvas de nivel
- ▭ CONCESIÓN ITALO - MINERA P'HUYU YURAQ II

Formaciones Geológicas

- Ks-ca
- Ks-qm
- Po-ru/1-Rocas del Centro Volcánico Rumiorcco
- Po-ru/3-Rocas del Centro Volcánico Rumiorcco

Vértice	Norte	Este
1	9,202,637.48	767,743.79
2	9,201,637.48	767,743.79
3	9,201,637.47	766,743.80
4	9,202,637.47	766,743.80



Sistema de Coordenas: WGS1984 - UTM Zona 17S
 DATUM: WGS 1984

EMPRESA MINERA P'HUYU YURAQ II E.I.R.L.

CONCESIÓN ITALO

PLANO GEOLÓGICO

REALIZADO POR:	ELÍ ROJAS ABANTO	PLANO N° 03
FECHA:	20 de abril del 2018	
DISTRITO:	MAGDALENA	
PROVINCIA:	CAJAMARCA	
ESCALA: 1:5 000	DATUM: WGS-1984-UTM-ZONA-17S	