



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

**INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA
COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO
SANTIAGO, CANTÓN ELOY ALFARO Y SAN LORENZO,
PROVINCIA DE ESMERALDAS.**

AUTOR: Jefferson Alberto García Pinargote

DIRECTOR:

Biol. James Rodríguez Echeverry, PhD

Abril, 2019

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS:	García Pinargote
NOMBRES:	Jefferson Alberto
C. CIUDADANÍA:	131243271-7
EDAD:	26 años
NACIONALIDAD:	Ecuatoriana
ESTADO CIVIL:	Soltero
TELÉFONO CONVENCIONAL:	--
TELÉFONO CELULAR:	0990810828
CORREO ELECTRÓNICO:	jeffer.92@hotmail.com
DIRECCIÓN:	San Antonio de Ibarra
AÑO:	2019

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

GUIA: FICAYA-UTN

FECHA: 08 de abril de 2019

GARCÍA PINARGOTE JEFFERSON ALBERTO, "INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO SANTIAGO, CANTÓN ELOY ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS". Trabajo de titulación. Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra, a los 8 días del mes de abril de 2019

DIRECTOR: PhD. James Rodríguez

El objetivo general fue: Determinar la influencia de la actividad minera sobre la cobertura vegetal presente en la concesión Río Santiago en la provincia de Esmeraldas; mientras que los objetivos específicos fueron diagnosticar la situación ambiental por zonas intervenidas, evaluar los impactos sobre la cobertura vegetal, y proponer una propuesta de recuperación de áreas intervenidas por actividad minera. Resultados que permitirán concientizar sobre el desarrollo de la actividad minera con respecto al avance de la frontera minera.



PhD. James Rodríguez
DIRECTOR



Jefferson A. García Pinargote
AUTOR

“INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO SANTIAGO, CANTÓN ELOY ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS.”

"INFLUENCE OF MINING ACTIVITIES ON VEGETABLE COVERAGE WITHIN THE SANTIAGO RIVER CONCESSION IN THE CANTON OF ELOY ALFARO AND SAN LORENZO PROVINCE OF ESMERALDAS."

Jefferson A. García Pinargote

Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ciudadela Universitaria. Ibarra, Imbabura. Ecuador

RESUMEN

La minería artesanal de bajo impacto fue una actividad económica intrínseca de la cultura afroamericana. No obstante, el incremento exponencial del precio del oro (Au) a partir del año 2008 generó la proliferación de actividades mineras. Este incremento en las actividades mineras y uso de maquinaria pesada fue la base para realizar una evaluación de las actividades mineras y su impacto sobre la cobertura vegetal dentro de la concesión Río Santiago en los cantones de Eloy Alfaro y San Lorenzo, provincia de Esmeraldas. Los objetivos fueron elaborar una descripción ambiental de zonas intervenidas y evaluar los impactos de las labores mineras sobre la cobertura vegetal entre 1998 y 2017 dentro de la concesión con el fin de proponer un plan de recuperación de zonas intervenidas. La metodología se basó en la aplicación de una matriz de identificación y diagnóstico ambiental, la cual fue elaborada *in situ* y preprocesamiento, clasificación y validación de imágenes satelitales. Los resultados determinaron que la actividad minera ocasionó la pérdida de 559,7 hectáreas de cobertura vegetal entre 1998 y 2017. El 60 % de dicha superficie pertenece a zonas de producción agrícola y el 40 % a bosques nativos. El bosque nativo fue deforestado en un promedio de 11.16 hectáreas por año, además se registró un incremento en la fragmentación de 305,28 hectáreas en el año de 1998 a 372,96 hectáreas de bosque natural fragmentado en el año 2017. Las zonas identificadas se caracterizan por ser áreas deforestadas sin presencia de cobertura vegetal y con presencia de pasivos ambientales. La valoración de los pasivos ambientales determinó que los principales pasivos y en estado crítico son la presencia de piscinas o relaveras y la presencia de grava aurífera mezclada con arcillas.

Palabras clave: pérdida de cobertura vegetal, actividad minera, pasivos ambientales, zonas afectadas, minería ilegal, restauración ecológica.

ABSTRACT

The low impact of artisanal mining was an intrinsic economic activity of the Afro-American culture. However, the exponential increase of the gold price (Au), since 2008, generates the proliferation of mining activities. This increase in the use of heavy machinery and mining activities was the basis to make an evaluation of the mining activities and their impact over the cover vegetation within the concession of Rio Santiago in Eloy Alfaro and cantons of San Lorenzo in the province of Esmeraldas. The objectives were to elaborate an environmental description of the interviewed areas and evaluate the impact of the mining labors over the vegetation cover between 1998 and 2017 within the concession with the aim of proposing a recovery plan of the interviewed areas. The methodology was based on the application of an environmental identification and diagnosis matrix, which was developed in situ and preprocessing, classification and validation of satellite images. The results determine that the mining activity causes the loss of 559,7 hectares of cover vegetation between 1998 and 2017. The 60% of that surface belongs to the agricultural production and 40% to native forests. An average of 11.16 hectares of the native forest was deforested, per year. Besides, there was registered an increase in the fragmentation of the natural forest from 305,28 hectares in 1998 to 372,96 hectares in 2017. The identified areas are characterized for being deforested areas without the presence of cover vegetation and with the presence of environmental liabilities. The valuation of the environmental liabilities determined that the main liabilities and the critical state are the presence of pools or tailings and of gold gravel mixed with clay.

Keywords: cover vegetation loss, mining activity, environmental liabilities, affected areas, illegal mining, ecological restoration.

1. INTRODUCCIÓN

La Organización de Conflictos Mineros en América Latina (OCMAL, 2014) declara que la frontera minera en América Latina crece territorialmente ocasionando alteración en los bosques nativos. La gran mayoría de estas afectaciones son resultado de mineros ilícitos, otras han sido abandonadas por titulares mineros sin tener en cuenta las medidas necesarias para realizar la restauración ambiental (Oblasser y Chaparro, 2008).

En la provincia de Esmeraldas, norte de Ecuador, los bosques nativos, agricultura y ganadería ha formado parte del sustento económicos de las comunidades por varias décadas (Ministerio de Coordinación de Seguridad, 2011). Sin embargo, la explotación aurífera artesanal también es parte de las actividades económicas que desarrollan los nativos desde la época precolombina, la que se constituido en uno de los principales sustentos económico de la zona (Meza, 2013).

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas y el Programa de Remediación Ambiental y Social (PUCESE y PRAS, 2011) afirma que la actividad minera en la provincia de Esmeraldas se desarrolla principalmente en los cantones Eloy Alfaro y San Lorenzo. Generalmente el modo de extracción del metal se realiza en las denominadas terrazas aluviales con técnicas inapropiadas que ocasionan grandes impactos ambientales, tales como: alteración del recurso hídrico, cambios en la cobertura vegetal, remoción de grandes cantidades de masa de tierra, entre otros. Además, la actividad minera genera conflictos sociales debido al enfrentamiento entre comunidades, alto índice de trabajo mal remunerado y presencia de menores de edad trabajando en la minería.

Las terrazas auríferas ubicadas en los cantones Eloy Alfaro y San Lorenzo es donde preferentemente se ha realizado la extracción de oro, utilizando instrumentos manuales como la batea y/o canalón (Ramón, 2016). Al contrario, la minería aurífera ilegal se desarrolló de forma intermitente, convirtiéndose a partir del 2008 en un verdadero “boom” de explotación. Las transformaciones drásticas del territorio se evidenciaron principalmente en los ríos y en las comunidades asentadas en sus riberas. La contaminación elevó los niveles de conflictividad entre quienes lucraban por el oro río arriba y quienes ya no podían disponer del agua limpia río abajo. Desde fines del 2010, se realizaron algunas denuncias e intervenciones militares que agravaron el conflicto (Roballedo y Jiménez, 2012).

2. METODOLOGÍA

La investigación fue analítica y descriptiva caracterizada por ser el conjunto de técnicas específicas destinadas para recoger, procesar y analizar variables que se dan en un determinado lugar (Posso, 2011). El proyecto se desarrolló en las tres fases que son: Fase descriptiva, fase analítica y fase de la propuesta.

2.1.Fase descriptiva

Consistió en una fase de descripción ambiental por medio de la utilización de una ficha de diagnóstico descriptivo en las zonas afectadas.

- **Diagnóstico de la situación ambiental**

En el diagnóstico de la situación ambiental se tomó como referencia los operativos por parte de ARCOM-I de minera ilegal realizados en los años 2009, 2011 y 2015, consecuentemente la concesión fue dividida en 4 sectores; Selva Alegre, Picadero – Chanuzal, Angostura y Playa de Oro (Figura 1)

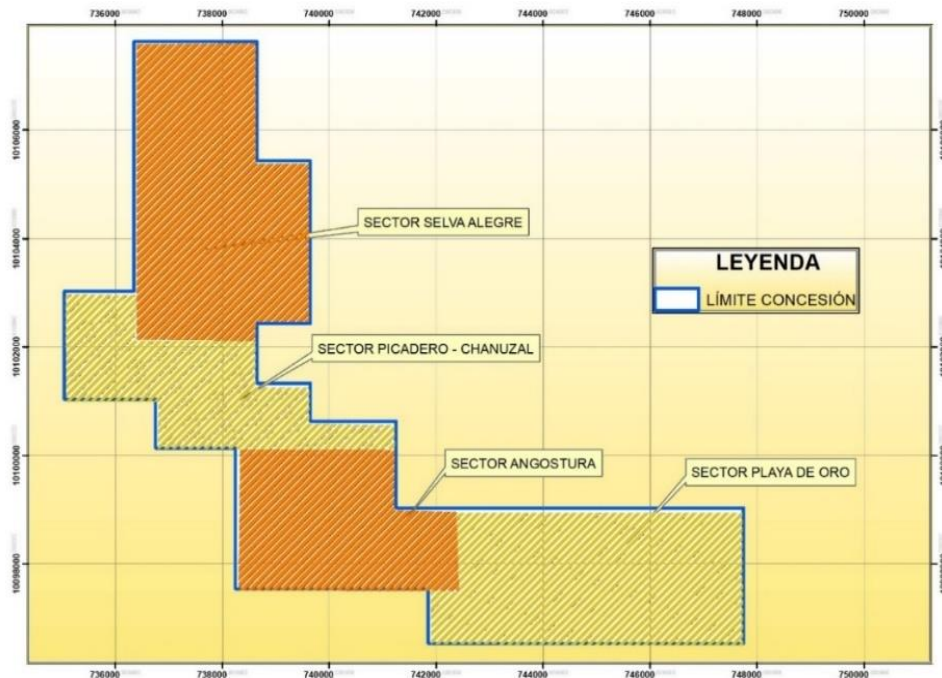


Figura 1. Mapa sectorización de la concesión Río Santiago

En los sectores previamente planificados están conformados por frentes de explotación activos y abandonados. Sin embargo, el diagnóstico se lo realizó en los frentes abandonados en cada sector.

El diagnóstico se caracterizó por ser descriptivo basado en la observación directa del investigador la cual se utilizó una ficha ambiental, y posterior se evaluó los pasivos ambientales mediante una matriz de importancia. La ficha ambiental se fundamentó en lo siguiente aspectos:

- **Objetivo de la matriz.** - Esta metodología permite establecer indicadores y las condiciones o estado actual en que se encuentran las áreas intervenidas por la actividad minera.
- **Diseño de la ficha.** - Consiste en elegir las variables y escalas que se ajustan a la investigación, las cuales permitan obtener la información requerida.
- **Clasificación de variables:** Son características que pueden ser observadas por el investigador en lo ambiental, éstas se clasifican en dos grupos que son categóricas y numéricas (Varela, 2012).

La Ficha Ambiental, que permitió recoger y resumir los principales aspectos por los cuales se determinaron y calificaron los Pasivos Ambientales. A continuación, se indican las variables (Tabla 1).

Tabla 1. Variables e Indicadores para diagnóstico descriptivo ambiental

Ficha de descripción ambiental		
Variable	Indicador	Descripción
Referencia del área minera	Ubicación	
	Recuperada/No recuperada Abandonada/ Operación	Determinar una visión general del frente minero
Suelo	Uso actual del área afectada	Determinar el uso actual del suelo intervenido por actividades mineras
	Alteración por remoción del suelo	Determinar la remoción del suelo por actividades mineras
	Alteración de permeabilidad del suelo	Determinar la afectación sobre la permeabilidad
Agua	Distancia al afluente cercano	Conocer la existencia y distancia a un afluente cercano
	Uso actual del afluente	Conocer el uso del afluente cercano
Paisaje	Tipo de ecosistema en zona de influencia	Conocer el ecosistema en las zonas de influencia del frente minero
	Grado de intervención	Conocer el grado de intervención sobre el paisaje
Alteración Ambientales	Piscinas o relaveras	
	Escombreras	
	Infraestructura	Conocer la existencia de residuos mineros en los frentes mineros
	Desmante	

2.2.Fase analítica

Consiste en el tratamiento evaluación y análisis de imágenes satelitales que implica acciones de registro y descarga de imágenes, corrección radiométrica, recorte y clasificación con la finalidad de determinar los impactos sobre la cobertura vegetal (Figura 2).

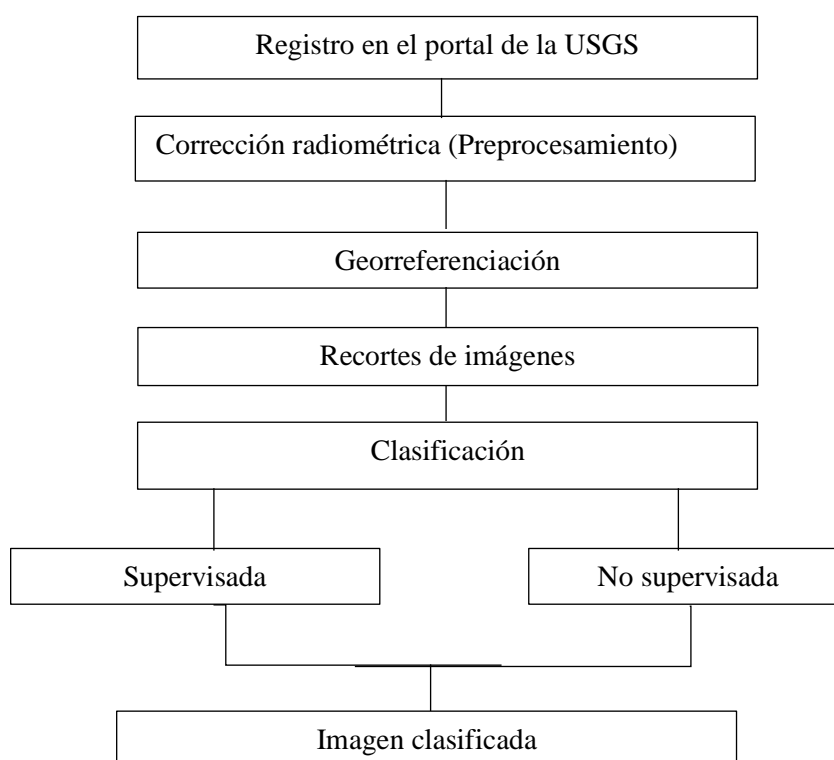


Figura 2. Metodología en fase analítica

Fuente: (Aldaz. 2013)

2.2.1. Identificación de impactos sobre la cobertura vegetal

En la determinación de los impactos de las actividades mineras sobre la cobertura vegetal se determinó la deforestación y fragmentación del ecosistema bosque.

- **Cálculo de deforestación**

Echeverria, et al. (2006), calculó la tasa de deforestación de bosques naturales por medio de la fórmula propuesta por Puyravaud (2003).

$$P = \frac{100}{(t2 - t1)} \times \ln\left(\frac{A2}{A1}\right)$$

P: Tasa de deforestación por año

t1: Año de inicio del período

t2: Año final del período

A1: Superficie de bosque al inicio del período

A2: Superficie de bosque al final del período

- **Fragmentación**

El cálculo de fragmentación se ejecutó mediante la identificación de parches o fragmentos de bosque que se encuentran aislados y posteriormente se calculó el área y extensión de los fragmentos de bosque.

RESULTADOS

Los resultados de la descripción ambiental se presentan por frentes de explotación minera abandonados que se encuentran dentro de los sectores previamente planificados.

- **SECTOR SELVA ALEGRE**

El frente minero tiene una extensión de 71,37 hectáreas afectadas por el desarrollo de la actividad minera los pastos fueron los más afectados con 49,92 hectáreas, seguido de cultivos con 16,45 hectáreas y 5 hectáreas de bosque. El 85% de frente minero se encontró cubierto por pasivos mineros y el 15% se representan brotes de vegetación herbácea (Tabla 2).

Tabla 2. Extensión y tipo de cobertura afectada

Tipo de cobertura vegetal	Extensión (Ha)
Pastos	49.92
Cultivos	16.45
Bosque	5
Total	71.37

Los principales pasivos existentes dentro del frente minero son: piscinas o relaveras resultado de los cortes mineros que tienen una media aproximada de 25 x 25 y 5 metros de profundidad; escombreras con mezcla de grava auríferas y diferentes arcillas técnicamente no adecuado; remoción del suelo con maquinaria pesada e infraestructura minera como clasificadora tipo Z, contenedores para almacenamiento de combustibles y retroexcavadora.

La valoración de pasivos mineros resaltó la presencia de piscinas, escombreras y remoción de grandes volúmenes de tierra en estado crítico por los conflictos ambientales que generan. En menor importancia se encuentra las rutas y senderos propios de las actividades extractivas e infraestructura minera abandonada y rutas y senderos que se encuentran en el rango de moderado por su importancia (Figura 3).

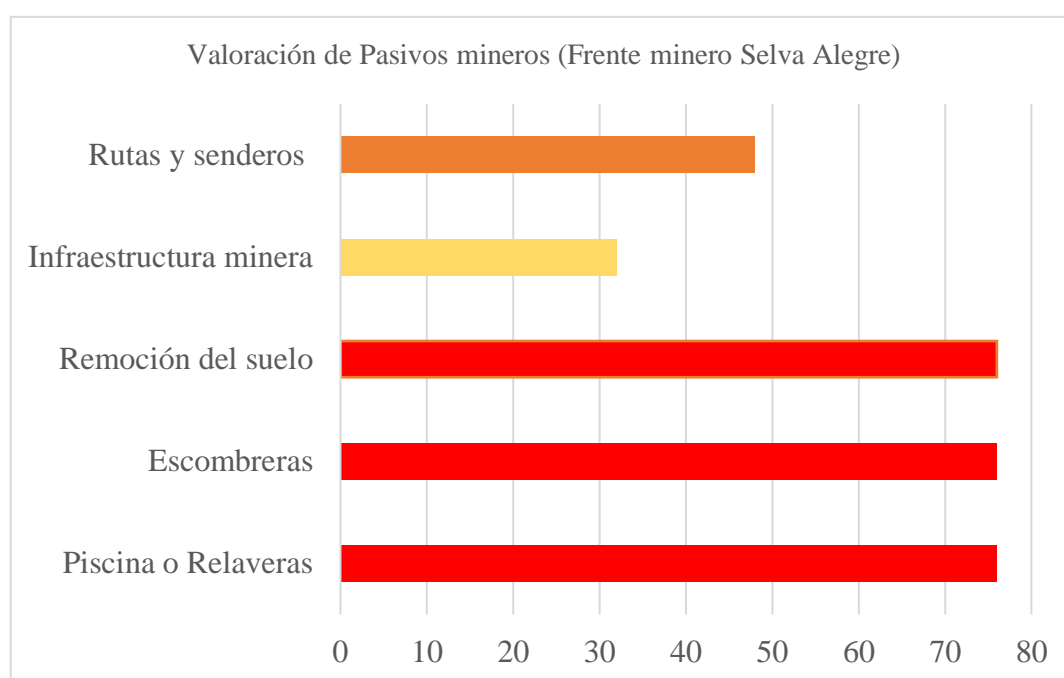


Figura 3. Valoración de pasivos mineros

- **SECTOR PICADERO – CHANUZAL**

El frente minero abandonado tiene una extensión afectada de 56,79 hectáreas por el desarrollo de la actividad minera, la cobertura bosque fue la más afectada con 22,61 hectáreas, seguido de pastos con 20,7 hectáreas y 13,48 hectáreas de cultivo. El 60% de frente minero se encontró cubierto por residuos mineros el 40% se representan brotes de vegetación herbácea y pastos (Tabla 3).

Tabla 3. *Extensión y tipo de cobertura afectada*

Tipo de cobertura vegetal	Extensión (Ha)
Bosque	22.61
Pasto	20.7
Cultivos	13.48
Total	56.79

Los principales pasivos existentes dentro del frente minero son: piscinas o relaveras resultado de los cortes mineros que tienen una media aproximada de 25 x 25 metros y 5 de profundidad; escombreras con mezcla de grava auríferas y diferentes arcillas técnicamente no adecuado e infraestructura como una clasificadora tipo Z.

La valoración de pasivos mineros destacó la presencia de piscinas, escombreras y remoción de grandes volúmenes de tierra en estado crítico por los conflictos ambientales que causan dentro del área. En menor importancia se encuentra las rutas y senderos propios de las actividades extractivas e infraestructura minera, pasivos que son catalogados como moderados en el rango de importancia (Figura 4).

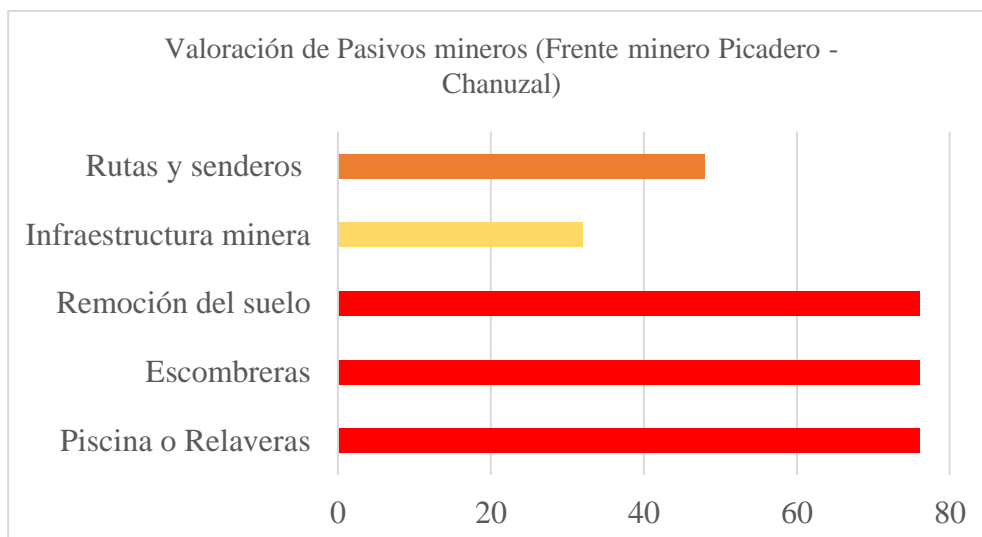


Figura 4. Valoración de pasivos mineros

- **SECTOR ANGOSTURA**

El frente minero tiene una extensión de 37,74 hectáreas afectadas por el desarrollo de la actividad minera, el bosque fue el más afectada con 25,76 hectáreas, seguido de pastos con 10,55 hectáreas y 1,43 hectáreas de cultivos. El 70% del frente minero se encontró cubierto por residuos mineros y el 30% se representan brotes de vegetación herbácea (Tabla 4).

Tabla 4. *Extensión y tipo de cobertura afectada*

Tipo de cobertura vegetal	Extensión (Ha)
Bosque	25.76
Pasto	10.55
Cultivos	1.43
Total	37.74

Los pasivos mineros existentes en el frente minero abandonado son; piscinas o relaveras resultado de los cortes mineros que tienen una media aproximada de 25 x 25 metros y 5 de profundidad; escombreras con mezcla de grava auríferas y diferentes arcillas técnicamente no adecuado, infraestructura minera como clasificadora tipo Z, rutas y senderos

La valoración de pasivos mineros resaltó la presencia de piscinas, escombreras y remoción de grandes volúmenes de tierra en estado crítico por los conflictos ambientales que causan dentro del área. En menor importancia se encontró las rutas y senderos propios de las actividades extractivas y maquinaria abandonada que resaltan dentro del rango de moderado (Figura 5).

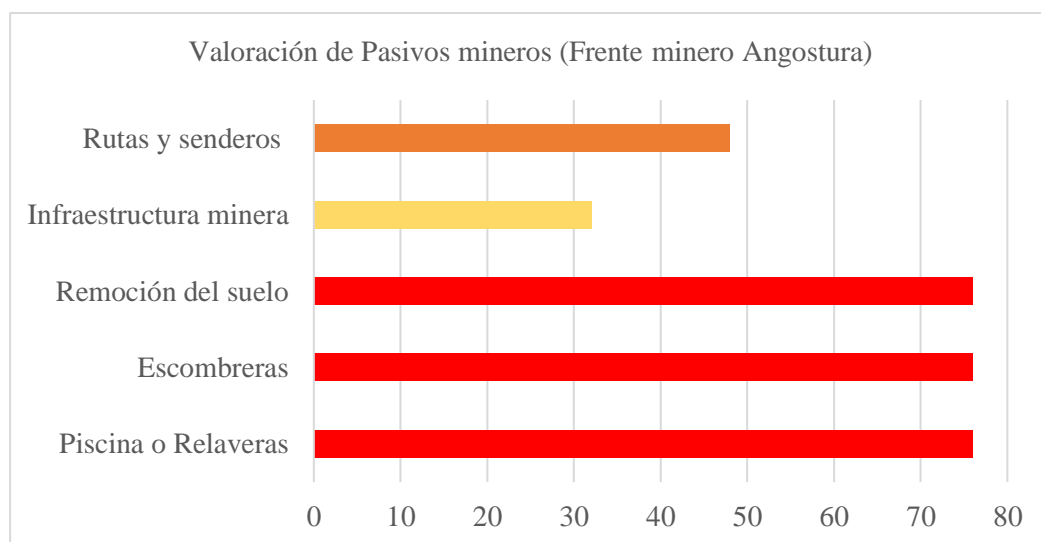


Figura 5. Valoración de pasivos mineros

- **SECTOR PLAYA DE ORO**

El frente minero tiene una extensión afectada de 40,16 hectáreas por el desarrollo de la actividad minera, el bosque fue el más afectado con 19,37 hectáreas, seguido de pastos con 18,44 hectáreas y 2,35 hectáreas de cultivos. El 60% del frente minero se encontró cubierto por residuos mineros y el 40% se representan brotes de vegetación herbácea (Tabla 5).

Tabla 5. Extensión y tipo de cobertura afectada

Tipo de cobertura vegetal	Extensión (Ha)
Bosque	19.37
Pasto	18.44
Cultivos	2.35
Total	40.16

Los principales pasivos existentes dentro del frente minero son: piscinas o relaveras resultado de los cortes mineros que tienen una media aproximada de 25 x 25 metros y 5 de profundidad; escombreras con mezcla de grava auríferas y diferentes arcillas técnicamente no adecuado.

La valoración de pasivos mineros determinó la pérdida de cobertura vegetal, presencia de piscinas, escombreras y remoción de grandes volúmenes de tierra en el rango de crítico por los conflictos ambientales que representan ejerciendo una influencia negativa para la restauración de la cobertura vegetal (Figura 6)

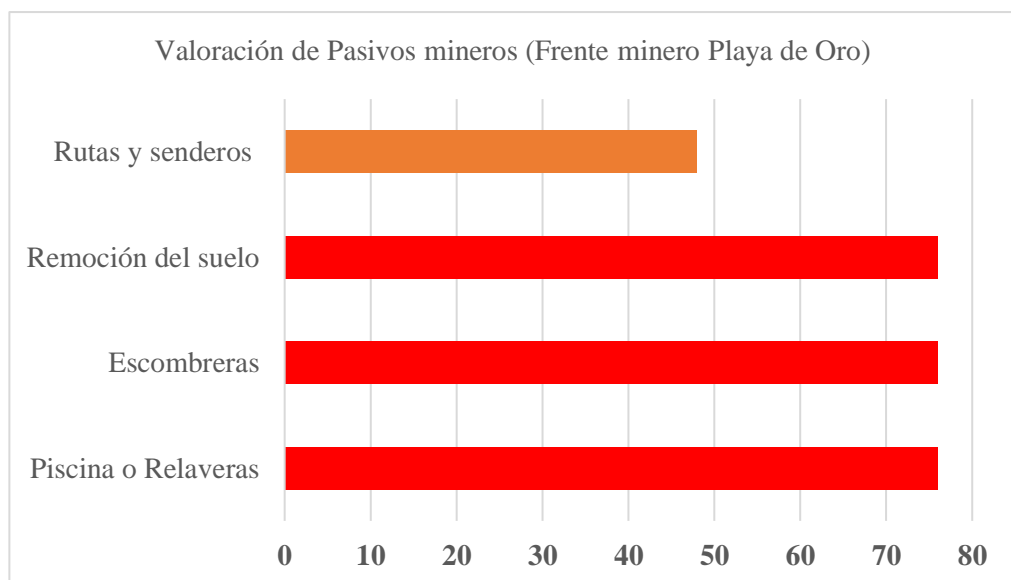


Figura 6. Valoración de pasivos mineros

- **Tipo de cobertura vegetal afectada por sectores.**

Las actividades mineras afectaron principalmente a la cobertura pastos con 267,8 hectáreas que representa el 47,85% de las zonas afectadas, seguido de bosque natural con 212,03 hectáreas representando el 37,88 % de zonas intervenidas, por último, los cultivos con 76,35 hectáreas que representa el 13,64 % de las zonas afectadas (Tabla 6).

Tabla 6. *Cobertura vegetal afectada*

Cobertura vegetal	Superficie pérdida (Ha)	Porcentaje
Pastos	267,8	47,85%
Bosque	212,03	37,88 %
Cultivos	79,87	14,27 %
Total	559,7	100%

La pérdida total de cobertura vegetal dentro de la concesión fue de 559.7 hectáreas. Sin embargo, el sector con mayor afectación fue Picadero – Chanuzal con una extensión de 233,23 hectáreas y con menor afectación Playa de Oro con 40,16 hectáreas

- **Deforestación y fragmentación**

Existió una reducción del 10,16% de bosque natural con un total de 271,8 hectáreas por diferentes actividades económicas. Sin embargo, únicamente por la actividad minera existió una deforestación total de 212,03 hectáreas que representa el 78% de bosque natural deforestado desde 1998 al 2017, es decir una pérdida media anual del 0,56% que representa 11,16 hectáreas por año. En 1998 habían 35 parches de bosque natural, con un área total de 305,28 hectáreas. La cantidad de parches al 2017 fue de 48 de bosque natural con un área de 372,96 hectáreas.

CONCLUSIONES

- La situación ambiental por el desarrollo de las actividades mineras dentro de la concesión Río Santiago es crítica debido a la presencia de residuos o pasivos mineros tales como: piscinas o relaveras de un diámetro aproximado de 25 x 25 y 5 metros de profundidad; escombreras antitécnicas con materias mezclado entre grava aurífera y arcillas, y presencia de infraestructura minera abandonada.
- La pérdida de cobertura vegetal dentro de la concesión Río Santiago entre los años de 1998 y 2017 fue de 559.7 hectáreas, afectadas principalmente en un 60% las zonas de producción entre pastos y cultivos y 40% de bosque natural. La zona con mayor afectación sobre la cobertura vegetal es el sector de Picadero–Chanuzal con

una extensión de 233,23 hectáreas y con menor extensión el sector de Playa de Oro con 40,16 hectáreas.

- Los principales impactos del desarrollo de las actividades mineras sobre los bosques naturales es la deforestación y fragmentación. La deforestación fue de 212,03 hectáreas de bosque natural en un 0.56 % anual con un total de 11, 16 hectáreas promedio por año y por último la fragmentación en el año de 1998 fue de una extensión de 305,28 hectáreas al 2017 existió un incremento a 372,96 hectáreas de bosque natural.
- De acuerdo con el análisis de la valoración de pasivos ambientales por su importancia se determinó que en estado crítico se encuentran la presencia de piscinas o relaveras, escombreras antitécnicas, remoción de grandes volúmenes de tierra, desmonte y de menor importancia son la infraestructura minera.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldaz, P. (2013). *Estudio de variación de la cobertura vegetal y estado actual del Cerro Imbabura aplicando herramientas GIS con fines de declaración de área protegida*. (Tesis de postgrado). Universidad San Francisco. Quito, Ecuador.
- Echeverría, C., Coomes, D., Salas, J., Benayas, J., Lara, A., y Newton, A. (2006) Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forests, *Biological Conservation*, 130 (4), 481–494. Doi : 10.1016/j.biocon.2006.01.017
- Meza, A. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Expost y Elaboracion del plan de manejo para la obtencion de la licencia ambiental del proyecto minero Rio Huimbí*. (Tesis de pregrado), Universidad Central del Ecuador .Quito, Ecuador.
- Ministerio de Coordinación de Seguridad, (2011). *Minería Ilegal*. Quito, recuperado de: https://issuu.com/micsecuador/docs/mineria_ilegal_mics
- Puyravaud, J.P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177, 593-596.
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas & Programa Reparacion Ambiental y Social. (2011). *Informe de valoración de pasivos socio ambientales*. Esmeraldas, Ecuador.

- Oblasser, A., y Chaparro, E. (2008). Estudio comparativo de la gestión de los pasivos ambientales mineros en Bolivia, Chile, Perú y Estados Unidos. *Recursos Naturales e Infraestructura*, 9-11.
- Organización de Conflictos Mineros en América Latina. (2014). *Conflictos mineros en América Latina: Extracción, Saqueo y Agresión*. OCMAL.
- Posso, M. (2011). *Proyectos, Tesis y Marco Lógico*. Quinta Edición. Quito: Edit. NINA Comunicaciones.
- Ramón, F. (2016). *Diagnóstico de la explotación artesanal en las terrazas aluviales auríferas del río Chico Azuay*. (Tesis de pregrado) Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Roballedo, E. y Jiménez, P. (2012). Afectaciones a la calidad de agua en el norte de la provincia de Esmeraldas producto de la minería aurífera ilegal en el año 2011. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/249314557>