
DEGRADACION DE SUELOS OCASIONADOS POR LA MINERÍA EN LA SUBREGIÓN DEL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO, A PARTIR DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS

Daniela Andrea Rovira Cano, darovirac@unadvirtual.edu.co;

Leydi Tatiana Moreno Zapata, ltmorenoz@unadvirtual.edu.co;

Rigoberto Marulanda Vásquez, rmarulandav@unadvirtual.edu.co;

Docente asesor: Jhon Carlos Ruiz Caicedo, johnruiz@unad.edu.co.

RESUMEN

La minería es una actividad económica que permite la explotación y la extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y en el subsuelo en forma de yacimiento.

En la actualidad la minería es uno de los problemas más graves que enfrenta la subregión del Bajo Cauca Antioqueño debido a que está viene causando fuertes impactos ambientales, principalmente una alta degradación y destrucción de los suelos naturales, situación por la cual estos se encuentran en una evidente alerta ambiental, daños biológicos, geológicos y social son unos de los tanto que enfrentan estos municipios ubicados en la subregión.

El presente trabajo busca analizar el impacto en la degradación de suelos que ha ido ocasionando la minería en la subregión del Bajo Cauca Antioqueño, con el uso de los sistemas de información geográfica(SIG), por esta razón se realizo la metodología Corine Land Cover con el fin de identificar y clasificar el uso actual del suelo

del área de estudio y así poder analizar las capas del 2002 vs 2018, con los resultados obtenidos se pudo observar los daños que la minería le ha ocasionado a esta zona, pues se evidencia que ha habido un cambio brusco principalmente en el uso de suelos para la agricultura y un aumento considerable de las áreas degradadas, en conclusión la aplicación de SIG ha demostrado ser una herramienta importante y viable para mapear, analizar y entender la extensión y el impacto de la minería en la degradación del suelo.

Palabras clave: Minería, biológicos, ambiental, social, geológicos, degradación de suelos.

OBJETIVO

Objetivo General

Identificar la degradación de suelos que ha ido ocasionando la minería en el Bajo Cauca Antioqueño, con el uso de los sistemas de información geográfica(SIG).

Objetivos Específicos

- Plantear un modelo de entidad relacion para el SIG, sobre la degradación de suelos ocasionada por la minería en la Subregión del Bajo Cauca Antioqueño
- Realizar Geoprocesos para obtener la perdida del suelo del Bajo Cauca Antioqueño, utilizando la herramienta Qgis.
- Proponer estrategias para fomentar la minería sostenible y responsable en la subregión

INTRODUCCION

La subregión del Bajo Cauca Antioqueño, se ha visto afectada por múltiples problemáticas que inciden en la sostenibilidad de la subregión, algunos de estas problemáticas afectan la calidad de vida de algunos habitantes así como la economía y principalmente el ambiente. Uno de los principales problemáticas que se evidencian en la región es el uso indiscriminado de la minería, pues en municipios como Caucasia, el Bagre, Cáceres, Nechí, Tarazá, Zaragoza, y Valdivia cuentan con un área extensa de 880.107 ha en la cual parte de ella se evidencia la extracción de oro, la cual trae consecuencias ambientales como la degradación de suelos (David, 2017).

Se realiza un reporte de degradación de suelos ocasionados por la minería para así poder analizar los daños al suelo que está ocasionado en la subregión del Bajo Cauca Antioqueño.

Según un informe de Portafolio (2020), *“la explotación de oro en la región del Bajo Cauca Antioqueño ha generado la degradación irreversible 32,000 hectáreas de tierra, que en su mayoría han sido utilizadas para la agricultura y la ganadería. Con el paso de la retroexcavadoras, estas tierras se han convertido en desiertos con grandes impactos en el medio ambiente, en la economía y también en la población. Éste informe también señala que estas tierras, las cuales representan cerca del 4% del área total de la zona, han perdido su capacidad de producir nuevas coberturas vegetales y por ende, la posibilidad de generar ingresos y empleo para las comunidades. Con la reducción del área cultivable, se incrementado el precio de las zonas afectadas, lo que hace difícil el acceso a pequeños productores, generando así múltiples problemáticas para esta región”*.

Según la información presentada por la (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – Corantioquia, 2020), *“la degradación del suelo y al deterioro del recurso hídrico, la territorial Panzenú presenta una de las mayores áreas con degradación severa y muy severa en la jurisdicción, principalmente por extracción de minerales a cielo abierto”*.

El presente trabajo pretende analizar el impacto en la degradación de suelos que ha ido ocasionando la minería en el Bajo Cauca Antioqueño, con el uso de los sistemas de información geográfica(SIG), Para así poder identificar los cambios que se han ocasionados a lo largo de los años en las áreas afectadas por la minería. Por último, se proponen estrategias para fomentar la minería sostenible y responsable debido a que ésta es más que una simple actividad extractiva en sí misma, esta incluye aspectos como el desarrollo económico, la protección del medio ambiente, el respeto a las comunidades locales, la seguridad y la eficiencia en el uso de los recursos económicos.

IDENTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Reporte de degradación de suelos

La degradación del suelo se refiere a la pérdida de cualidades físicas, biológicas, químicas y ecológica de la tierra, por perturbaciones naturales o por causa del hombre. La degradación de la tierra abarca un alcance más amplio que la erosión y degradación de suelos en conjunto, ya que cubre todos los cambios negativos en la capacidad del ecosistema para prestar bienes y servicios (incluso biológicos y servicios y bienes relacionados con el agua - en una visión de LADA - y también su relación con bienes y servicios sociales y económicos). (FAO, 2018).

Los suelos de Colombia son suelos diversos y frágiles, cuentan con 11 de 12 órdenes de suelos en el mundo a excepción de los gelisoles. Se destacan los suelos incipientes, poco evolucionado con un 58, 11% correspondiente a los órdenes entisoles e inceptisoles (IGAC,2012).

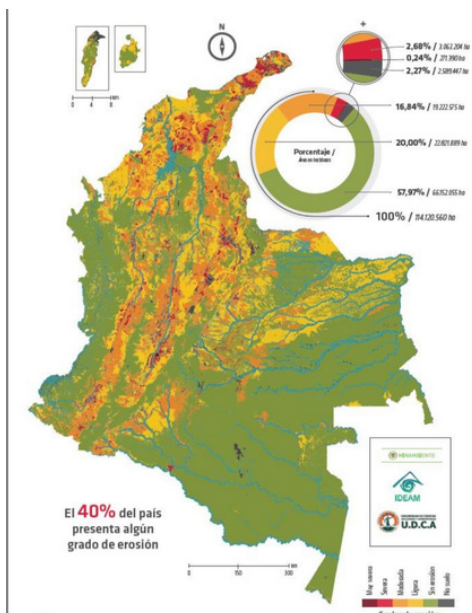
Igualmente, una representación considerable del 28.79% los suelos muy evolucionado, poco fértiles como los ultisoles y los oxisoles. Los mejores suelos agrícolas andisoles y molisoles) apenas cubren 8.5 millones de áreas, equivalentes al 7.5% del territorio nacional. De otro lado, no existen suelos de la clase agrologica 1 en Colombia y los de clase 2,3,4 cubren área de 17.073.144 hectáreas equivalentes al 15% del territorio continental(IGAC,2012).

Así, según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA)°, se estima que en 2015, el 40% de la superficie Colombiana representan cierto grado de degradación del suelo por la erosión (Mapa 1), entendiéndose la degradación

del suelo por erosión como “la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por la acción del agua y/o del viento, mediada por el hombre y conllevando consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales”. (IDEAM.M. U., 2015).

Ilustración 1

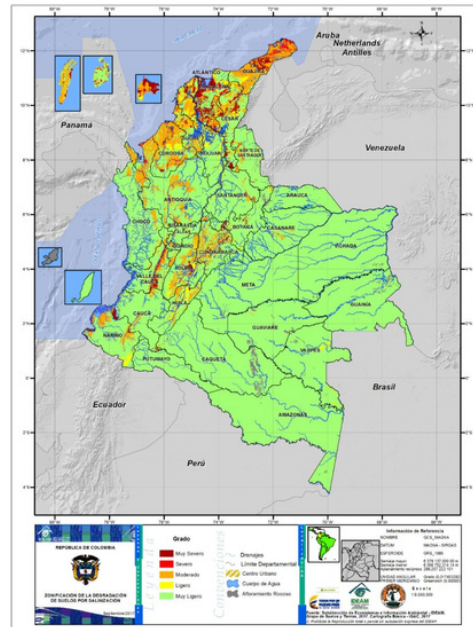
Mapa de degradación de suelos por erosión



Fuente: (IDEAM, MADS, U.D.C.A., 2015).

Ilustración 2

Mapa de degradación de suelos por salinización



Fuente: (IDEAM, CAR, U.D.C.A., 2017).

La Minería en la Subregión del bajo del Cauca Antioqueño

La minería es una actividad económica que permite la explotación y extracción de minerales acumulados en el suelo y subsuelo en forma de depósitos.

Minería también puede referirse al conjunto de personas que trabajan en las minas. La minería forma parte de las actividades económicas del sector primario, por lo tanto su desarrollo es de gran importancia en el sector industrial y económico de un país o región. Para el tema puntual de la minería aurífera en el Bajo Cauca, según (Corantioquia, 2005) y la defensoría del pueblo de Colombia (2015),

se estima que más del aproximadamente el 80% de la extracción se ha realizado de manera ilegal o informal, actividad en la cual un alto número de personas tienen en esta como su actividad de sustento, las cifras coinciden con las reportadas Corantioquia-Universidad de Antioquia (2014) y con las del Observatorio de Conflictos Mineros en América Latina (2016).

La minería en la subregión del Bajo Cauca Antioqueño se desarrolla de manera indiscriminada principalmente en forma artesanal, informal e ilegal (Defensoría del pueblo Colombia, 2016), en la zona existen unos 1.200 entablos mineros que generan aproximadamente 48.000 empleos directos informales (Cifuentes, 2012), no incorporan conocimientos técnicos ni adoptan labores de remediación, ocasionando altos impactos ambientales. (Herrera, 2012) afirma que para extraer 17 toneladas de oro se producen 48 millones de toneladas de residuos como gravas, arena y arcillas, y se aplican 108 toneladas de mercurio que contaminan suelos, aire y aguas tanto superficiales como profundas y según (Peña, 2013), en la última década se han deforestado aproximadamente 35.000 hectáreas de bosques nativos en la región. El desarrollo de la minería en esta subregión es muy complicado ya que confluyen grupos al margen de la ley, con la incertidumbre de extorsiones y amenazas,

lo que agrava la situación de los mineros establecidos allí (Semana, 2013), además que la actividad minera es utilizada para el lavado de activos, lo que hace aún más complicado el ejercicio de esta actividad (Zapata, 2014).

Según (Santisteban, 2020; Comisión para el esclarecimiento de la verdad y la convivencia y la no repetición et al., 2021a; Comisión para el esclarecimiento de la verdad y la convivencia y la no repetición et al., 2021c; Universidad de Antioquia, 2022) citado por (Ramírez, 2023)

“Aunque el Bajo Cauca Antioqueño tiene un buen potencial agrícola, donde el cultivo de arroz es el producto agrícola más comercial y se vislumbra al maíz como el proyecto agrícola más grande de Antioquia a través de la creación del distrito productivo y tecnológico de maíz en Antioquia ubicado en Caucasia, sus principales actividades económicas son la ganadería, la minería de oro y el cultivo de la planta de coca. La extracción de oro, tanto formal como informal, permite la subsistencia de buena parte de la población. Sin embargo, este modelo predominante de economía de enclave no genera suficiente empleo en esta región”.

De lo anterior se logra evidenciar que aunque la subregión de Bajo Cauca Antioqueño tiene buen potencial agrícola, su principal fuente de ingresos desafortunadamente llega de la minería,

siendo algo contradictorio pues aunque esta economía deja ganancias grandes en términos de dinero, esto no se ve reflejado en el desarrollo de la subregión, además se evidencia que una de las actividades principales es la minería la cual conlleva a un problemática ambiental grande puesto que genera principalmente una alta degradación y destrucción de suelos.

DESAROLLO Y ANALISIS DEL CASO DE ESTUDIO

Modelo lógico entidad relación

En el marco del estudio sobre la degradación de suelos ocasionada por la minería en la Subregión del Bajo Cauca Antioqueño, se desarrollo un modelo de entidad-relación detallado. Este modelo es fundamental para comprender las complejas interacciones entre las diferentes entidades involucradas y para guiar el análisis geoespacial usando Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este capítulo describe el modelo y su aplicación en el estudio.

El "Modelo de Entidad-Relación para el Análisis de la Degradación del Suelo y el Impacto de la Minería en la Subregión del Bajo Cauca Antioqueño" se compone de las siguientes entidades clave:

• **Subregión del Bajo Cauca:** Representa la región geográfica bajo estudio.

- **Atributos:** ID_Subregión, Ubicación, Características Ambientales.

- **Relaciones:** Con Minería y Recursos Naturales.

• **Minería:** Define las actividades mineras en la subregión.

- **Atributos:** ID_Minería, Tipo de Mineral, Ubicación, Impacto Ambiental.
- **Relaciones:** Con Suelo y Subregión del Bajo Cauca Antioqueño.

• **Recursos Naturales:** Engloba los recursos naturales de la subregión.

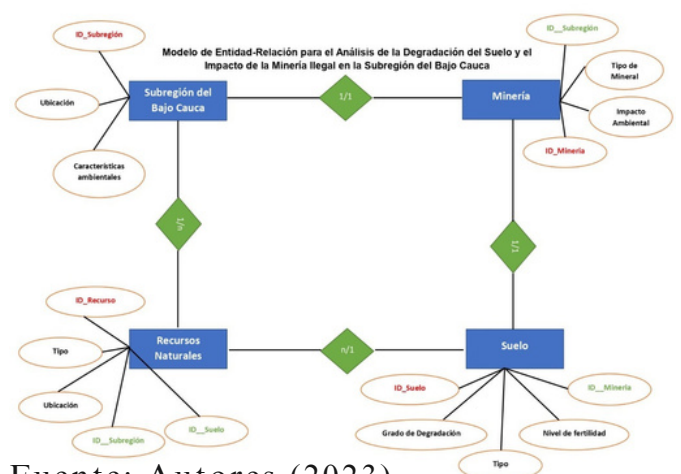
- **Atributos:** ID_Recurso, Tipo, Ubicación.
- **Relaciones:** Con Suelo y Subregión del Bajo Cauca Antioqueño.

• **Suelo:** Centrado en las características y condiciones del suelo.

- **Atributos:** ID_Suelo, Tipo, Nivel de Fertilidad, Grado de Degradación.
- **Relaciones:** Con Minería y Recursos Naturales.

Ilustración 3

Modelo de Entidad-Relación



Fuente: Autores (2023)

Análisis Geoespacial Utilizando el Modelo. La aplicación de este modelo en un análisis geoespacial implica varias etapas clave:

Recolección de Datos. Utilizando el modelo como guía, se recopilan datos georreferenciados sobre minería, tipos de suelo, y recursos naturales en la Subregión del Bajo Cauca Antioqueño.

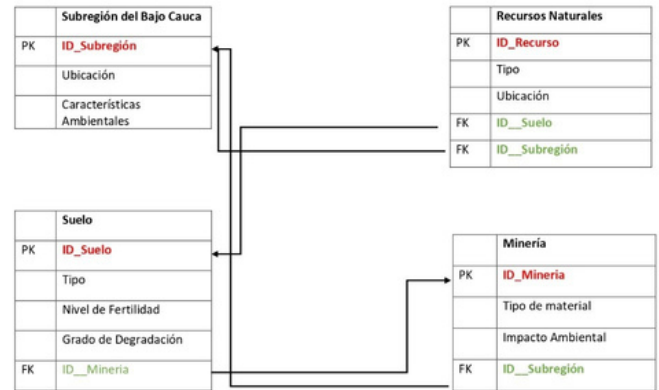
Integración en SIG. Los datos se integran en un SIG, donde cada entidad se representa como una capa de información geoespacial.

Análisis de Relaciones y Patrones. Se emplean herramientas de geoprocésamiento para explorar las relaciones entre la minería, la degradación del suelo y la distribución de recursos naturales. Esto incluye análisis de proximidad, superposición y correlación.

Visualización y Modelamiento. Se generan mapas temáticos y modelos predictivos para visualizar y prever patrones de degradación del suelo y su relación con la minería.

Interpretación y Conclusiones. Los resultados se interpretan en el contexto del estudio, proporcionando una comprensión más profunda de la dinámica regional y las interacciones entre las entidades.

Ilustración 4 Relaciones



Fuente: Autores (2023)

Importancia del Modelo. Este modelo de entidad-relación no solo estructura la base de datos para el análisis geoespacial, sino que también proporciona una comprensión integral de las interacciones entre las actividades humanas y el medio ambiente. Es una herramienta crucial para identificar las áreas más afectadas por la minería y para planificar intervenciones efectivas para la recuperación del suelo y la gestión sostenible de los recursos naturales.

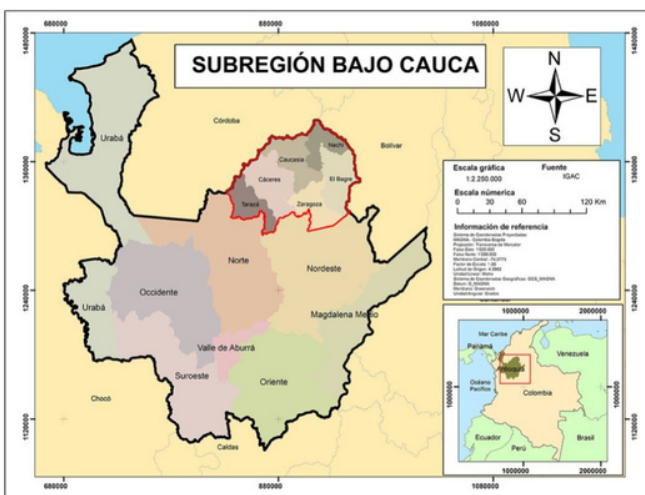
Área de estudio

La subregión del Bajo Cauca Antioqueño es una subregión territorial situada el nororiente del departamento de Antioquía Colombia. Esta limita norte y al occidente con el departamento de Córdoba al oriente con el departamento de Bolívar, y al sur con l subregión norte y noreste

se encuentra localizado entre la serranías de Ayapel y de San Lucas sobre la cuenca baja de los ríos Cauca y Nechí. Está ocupado una extensión de 8.485 km² representando el 13, 5% del territorio antioqueño (esta es una de las nueve de las subregiones en las que se divide Antioquía).

Ilustración 5

Mapa de ubicación



Fuente: IGAC-Elaboración- Equipo de trabajo.

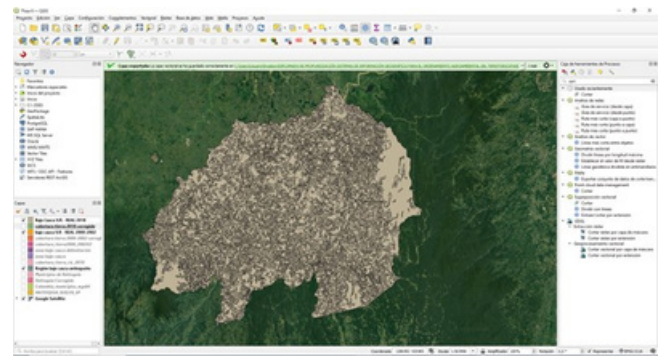
Según (Santisteban, 2020; Comisión para el esclarecimiento de la verdad y la convivencia y la no repetición et al., 2021) citado por (Ramirez,2023) “*La región del Bajo Cauca se encuentra conformada por los municipios de Tarazá, Cáceres, Caucasia, Nechí, El Bago y Zaragoza, está localizada en el nororiente del departamento de Antioquia, limita con los departamentos de Córdoba y Bolívar, está situada entre las serranías de San Lucas y Ayapel y se encuentra bañada por dos principales afluentes: los ríos Cauca y Nechí*”

Capa de cobertura del suelo del área de estudio

Para trabajar la capa de cobertura del suelo del área de estudio se necesitó definir algunas variables, una de ellas fue el uso actual del suelo de la subregión del Bajo Cauca Antioqueño, para ello fue necesario hacer un mapa de cobertura del suelo el cual permite identificar el uso actual de estas áreas.

Ilustración 6

Corte capa land cover



Fuente: Elaboración Propia

Delimitación de las diferentes coberturas identificadas visualmente

Con el fin de identificar y clasificar el uso actual del suelo del área de estudio se hizo una interpretación visual de imágenes de satélite, dicha interpretación se realizó teniendo en cuenta la base de datos de Corine Land Cover Colombia (CLC) la cual según el IDEAM (2023), “*permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra,*

interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas, el esquema metodológico Corine Land Cover contempla las siguientes etapas: adquisición y preparación de la información; análisis e interpretación de las coberturas; verificación de campo, control de calidad y generación de la capa temática escala 1:100.000"

Para realizar el análisis se hizo uso del software Qgis 3.32.3 en donde se utilizo la calculadora de campos para establecer el área de cada una de las clasificaciones y se utilizaron imágenes de Google Earth del año 2002 y 2018

Inicialmente se procede a montar un proyecto nuevo en Qgis 3.32.3, con la imagen de satélite montada se procede a cortar los municipios de Antioquia de los municipios de Colombia, posteriormente se cortan los municipios que componen el Bajo Cauca Antioqueño, luego se inserta según la metodología Corine Land Cover una capa de Antioquia del año 2002 y otra del año 2018 y se cortan a la medida de la zona del Bajo Cauca Antioqueño, se disuelven las tablas de atributos para agrupar la información de las dos capas de índice de Land Cover, y se procede a clasificar las capas de tierra de acuerdo a su similitud en los siguientes grupos:

Ilustración 7

Clasificación de las capas de tierra de acuerdo a su similitud en los siguientes grupos

Fuente: Autores (2023).

Ilustración 8

Ahora se aplica el Geoproceso disolver para dejar solo las categorías establecidas.

Fuente: Autores (2023).

Ilustración 9

Calculo de las diferencias entre áreas

Clasificación	Área en Hectáreas			Aumento o disminución en %
	2000-2002	2018	Diferencia	
1 Selva y vegetación virgen	685128,69	727253,05	42124,36	6%
2 agricultura	63075,28	14908,92	-48166,36	-76%
3 Urbano	1427,76	2175,81	748,05	52%
4 Minería	24196,45	22900,25	-1296,21	-5%
5 Recursos hídricos	12778,41	16671,08	3892,67	30%
6 Tierras desnudas o degradadas	21618,37	25266,08	3647,72	17%

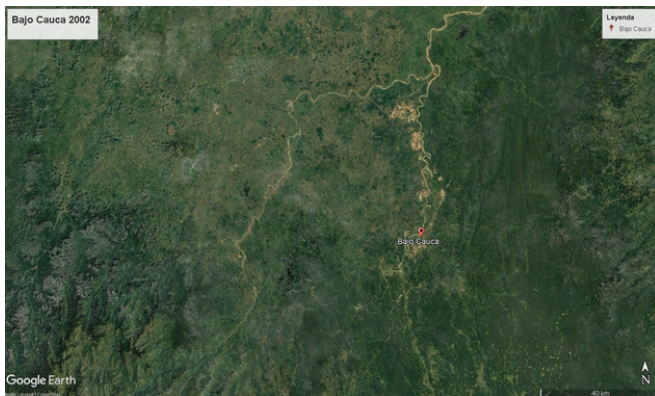
Fuente: Autores (2023).

En la ilustración 8 se puede observar la clasificación del uso de suelos que se realizó en la zona de Bajo Cauca Antioqueño, en el se ve unas diferencias en cuanto a áreas de cada una de las clasificaciones, además se vivencia que en algunas hubo un aumento y en otras una disminución bastante notoria, se evidencia en el cambio para el uso de suelos para la agricultura, así como en la de tierras desnudas o degradadas.

Geografía comparativa

Ilustración 10

Imagen satelital del Bajo Cauca Antioqueño en el año 2002



Fuente: Autores (2023).

Ilustración 11

Imagen satelital del Bajo Cauca Antioqueño en el año 2018



Fuente: Autores (2023).

Es estas imágenes satelitales obtenidas desde Google Earth se puede observar que hay un grado alto de degradación de suelos, pues se alcanza a evidenciar que hay un aumento de las tierras desnudas o degradadas.

Vocación de suelo del municipio

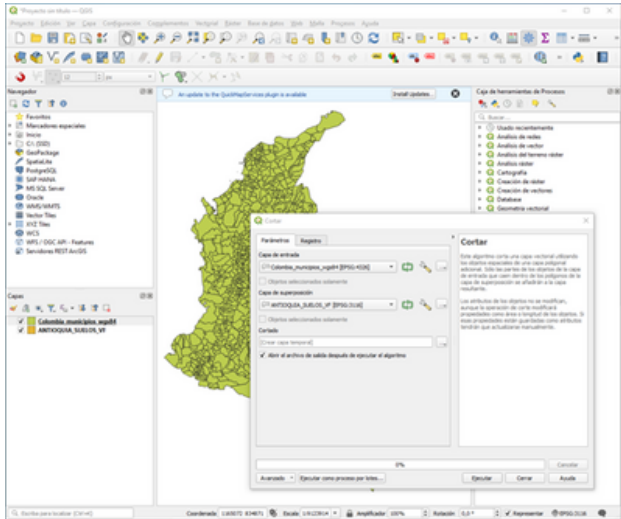
Vocación agrícola y ganadera

Geoprocesos

En el contexto de la evaluación de la degradación del suelo debido a la minería en la Subregión del Bajo Cauca Antioqueño, el empleo de herramientas de QGIS se presenta como una metodología integral y detallada. El primer paso en este proceso es la delimitación precisa del área de estudio dentro de QGIS.

Ilustración 12

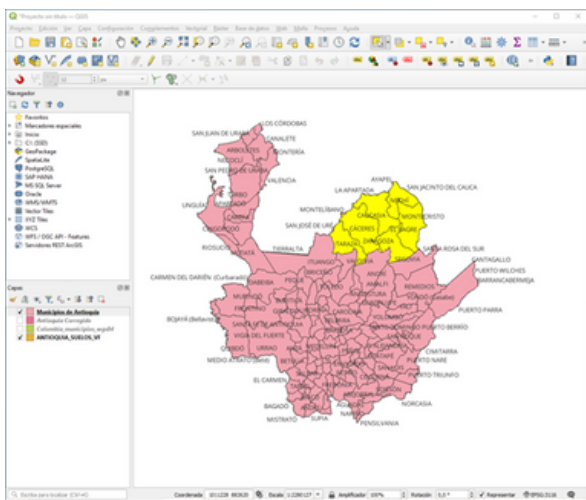
Corte del mapa de Antioquia al mapa de Colombia



Fuente: Autores (2023)

Ilustración 13

Corte de mapa zona Bajo Cauca Antioqueño del mapa de Antioquia



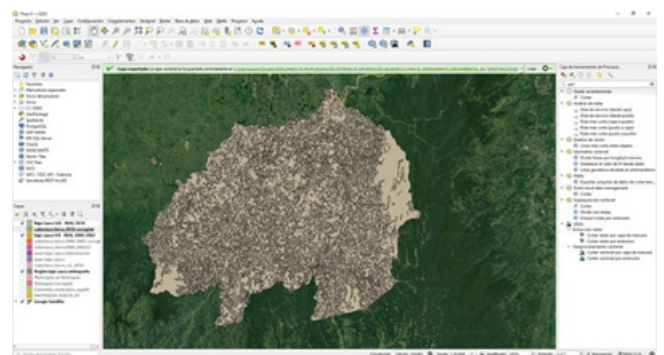
Fuente: Autores (2023)

la importación de Modelos Digitales de Terreno (MDT) es esencial para obtener una comprensión detallada de las características topográficas del área.

Estos modelos proporcionan información valiosa sobre la altitud, la pendiente, la erosión y otros datos topográficos clave, que son fundamentales para comprender cómo la topografía puede influir en los patrones de degradación del suelo.

Ilustración 14

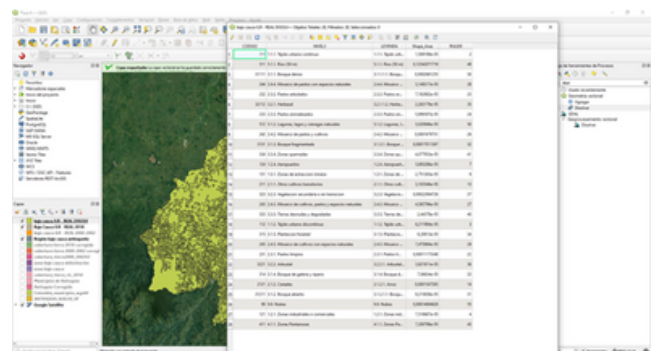
Aplicación de capa land Cover a la zona del Bajo Cauca Antioqueño



Fuente: Autores (2023)

Ilustración 15

Aplicación de capa land Cover a la zona del Bajo Cauca Antioqueño



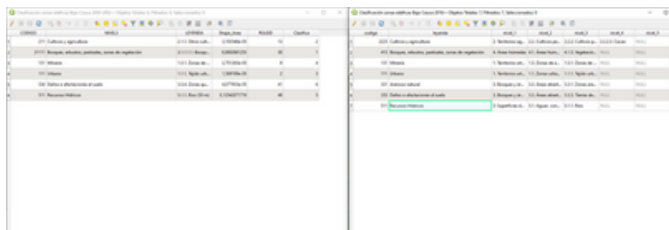
Fuente: Autores (2023)

Estos datos se procesan a través de herramientas como el Histograma Zonal y las Estadísticas de Zona de QGIS, que permiten una evaluación detallada de la distribución de

diferentes tipos de suelo y las áreas degradadas. Estas herramientas son cruciales para analizar la distribución y prevalencia de características específicas del suelo, como la calidad, la composición y la presencia de contaminantes.

Ilustración 16

Clasificación de suelos en la zona del Bajo Cauca Antioqueño

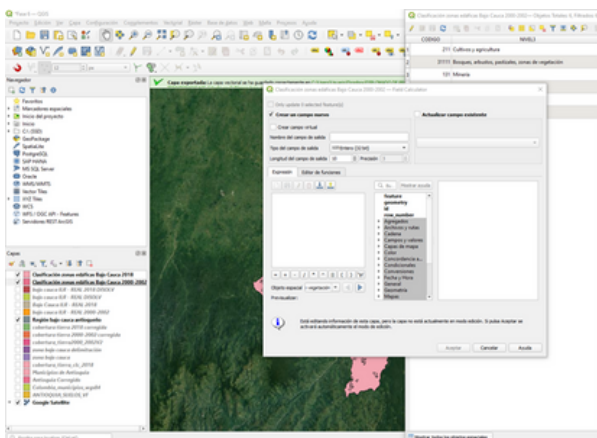


Fuente: Autores (2023)

La fase de identificación sirve para extraer los datos recopilados y presentarlos de manera comprensible. Usando la calculadora ráster, se establecen resultados numéricos de la degradación y cambios del suelo en la zona.

Ilustración 17

Suma de áreas afectadas

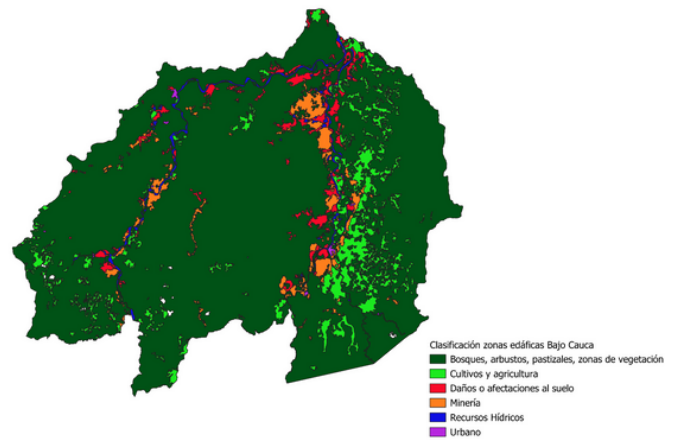


Fuente: Autores(2023)

Con base en lo anterior, se procede a la etapa de mapificación, donde se reflejan los datos extraídos producto de los cálculos realizados, y de esa manera se interpretan gráficamente los resultados del estudio aplicado realizado.

Ilustración 18

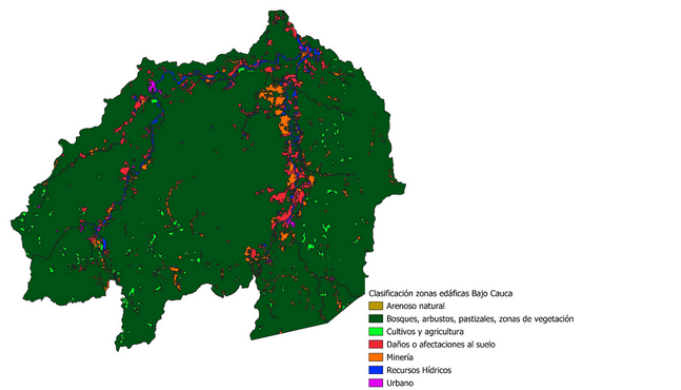
Clasificación zonas edáficas Bajo Cauca Antioqueño año 2002



Fuente: Autores (2023).

Ilustración 19

Clasificación zonas edáficas Bajo Cauca Antioqueño año 2018



Fuente: Autores (2023).

Este enfoque metodológico proporciona una base sólida para la evaluación integral de la degradación del suelo en la Subregión del Bajo Cauca Antioqueño, combinando la capacidad analítica de QGIS con una estrategia práctica centrada en la identificación de problemas y la generación de soluciones efectivas. La capacidad de QGIS para manejar y analizar grandes conjuntos de datos geoespaciales permite una evaluación detallada y una visualización efectiva de los patrones de degradación y recuperación del suelo.

Geografía comparativa

Análisis geografía comparativa

Luego de realizar los Geoprocesos en donde lo que se hace básicamente es una clasificación de las zonas edáficas del Bajo Cauca Antioqueño, y posteriormente una comparación de dicha clasificación entre el año 2002 vs 2018 lo que se evidencia es un claro deterioro y degradación de suelos en la subregión, pues los resultados arrojan datos cuestionables debido a que si se analiza cada uso de suelos se observa que en algunos hubo un aumento del área pero en otras se ven cifras preocupantes pues el área disminuyó de una manera notable, ejemplo de ello es el aumento del área de la selva y vegetación virgen en donde en el año 2002 había un área de 685128,69 ha y para el año 2018 cambió a un área de 727253,05

es decir hubo un aumento de 42124,36 ha, esto indica que cada vez hay más acompañamiento y planes de acción por parte de las entidades encargadas para evitar que el uso de suelos destinados para la selva y vegetación virgen sean utilizados en minería, caso contrario ocurre con el uso de tierra destinado para la agricultura en donde se ve con preocupación que el área para el año 2002 era de 63075,28 ha y para el año 2018 pasó a tener 14908,92 ha, es decir se obtuvo una disminución muy grande de 48166,92 ha, esto en porcentaje representa una disminución del 76 % evidenciando una problemática cada vez más notoria pues el uso de la tierra destinada para agricultura ha sido utilizada básicamente para la minería, dejando suelos degradados difíciles de recuperar, pues se observa que dentro de la clasificación hay tierras desnudas o degradadas la cual pasó de tener 21618,37 ha en el 2002 a 25266,08 ha en el 2018, representando una diferencia de 3647,67 ha degradadas, es decir un aumento del 17 % de degradación en los suelos del Bajo Cauca Antioqueño, afortunadamente se ve que cada vez es menos el área destinada para dicho uso pues se observa que en la zona hubo una disminución en cuanto al uso de suelos destinados para la minería como tal, se evidencia que en el año 2002 habían 24196,41 ha y para el año 2018 se pasó a tener 22900,25 ha, el cual muestra una diferencia de 1296,21 ha, es decir una disminución del 5 %,

por último se observa que cada vez crece más el uso del suelo destinado para el sector urbano, para este caso hubo un aumento del 52 %.

ESTRATEGIAS PARA FOMENTAR LA MINERIA SOSTENIBLE Y RESPONSABLE

Dado el contexto de la minería y sus efectos en la degradación del suelo, este capítulo se torna crucial para el futuro ecológico y económico de la región.

Evaluación y Regulación. Una estrategia clave es la implementación de un sistema riguroso de evaluación y control, que incluya la supervisión de las prácticas mineras y el cumplimiento de las normativas ambientales. Esto implica la cooperación de entidades gubernamentales y locales para garantizar que las operaciones mineras cumplan con los estándares ambientales y sociales.

Tecnologías de Minería Limpia. La adopción de tecnologías de minería limpia y eficiente es esencial. Esto incluye técnicas que minimicen la erosión del suelo, reduzcan la contaminación del agua y del aire, y fomenten la recuperación de áreas minadas. La inversión en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías es vital para encontrar soluciones innovadoras.

Educación y Concienciación. La educación de las comunidades locales y de los trabajadores de las minas es fundamental. Esto implica impartir conocimientos sobre los impactos ambientales de la minería y cómo las prácticas sostenibles pueden beneficiar tanto al medio ambiente como a las comunidades locales.

Recuperación y Rehabilitación de Áreas Afectadas. Desarrollar programas para la rehabilitación de áreas afectadas por la minería ilegal. Esto incluye la reforestación, la restauración del suelo y la creación de áreas protegidas para preservar la biodiversidad.

Fomento de la Minería Legal y Responsable. Promover la transición de la minería ilegal a prácticas legales y responsables. Esto puede incluir la creación de incentivos para las empresas que adopten prácticas sostenibles y la provisión de alternativas económicas para los mineros ilegales.

CONCLUSIONES

Las estrategias presentadas, basadas en la evaluación ambiental, tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles, destacan la importancia de un enfoque integrado y colaborativo para abordar este problema crítico.

La aplicación de SIG ha demostrado ser una herramienta poderosa para mapear, analizar y entender la extensión y el impacto de la minería en

la degradación del suelo. Los Geoprocesos detallados en el estudio permiten una evaluación precisa de las áreas afectadas y facilitan la identificación de patrones de degradación. Esta información es esencial para dirigir los esfuerzos de remediación y para diseñar estrategias de minería sostenible y responsable. Las propuestas para fomentar prácticas mineras más sostenibles y responsables son clave para un cambio significativo. La adopción de tecnologías limpias, la educación y la concienciación, y el fomento de la legalización y regulación de la minería son pasos fundamentales hacia una minería que respeta tanto el medio ambiente como las comunidades locales. Además, la rehabilitación de áreas mineras y la implementación de políticas de gestión sostenible del suelo y los recursos naturales son esenciales para la recuperación de los ecosistemas afectados y para la promoción del desarrollo sostenible en la región. Finalmente, este trabajo destaca la necesidad de una gestión integral y sostenible de los recursos naturales en la Subregión del Bajo Cauca. La combinación de tecnologías SIG, estrategias de minería sostenible y una fuerte participación comunitaria y gubernamental son fundamentales para mitigar la degradación del suelo y garantizar un futuro más sostenible para la región.

RECOMENDACIONES

Fortalecer la Regulación y Supervisión de la Minería

Implementar controles más estrictos y sistemas de supervisión efectivos para las actividades mineras, asegurando el cumplimiento de normativas ambientales y sociales.

Promover Tecnologías de Minería Limpia

Incentivar la adopción de tecnologías y prácticas de minería sostenible que minimicen el impacto ambiental y promuevan la recuperación de áreas afectadas.

Educación y Sensibilización Comunitaria

Realizar programas de educación y concienciación sobre los impactos de la minería ilegal y la importancia de prácticas sostenibles, tanto para mineros como para las comunidades locales.

Restauración de Áreas Degradadas

Desarrollar e implementar proyectos de rehabilitación y reforestación en áreas afectadas por la minería ilegal, para restaurar la biodiversidad y mejorar la calidad del suelo.

Colaboración y Participación Comunitaria

Fomentar la colaboración entre entidades gubernamentales, organizaciones ambientales, comunidades locales y empresas mineras para desarrollar e implementar estrategias de minería sostenible y gestión ambiental efectiva.

BIBLIOGRAFIA

- David, R.D. (2017). Procesos de degradación de suelos asociados a minería aurífera a cielo abierto, caso de estudio Bajo Cauca Antioqueño. Recuperado el 5 de diciembre del 2023. Disponible en: <file:///C:/Users/Creceer/Downloads/ProcesosdedegradaciondesuelospormineriaAuriferaenBajoCaucaAntioqueo.pdf>
- FAO. (2018). Portal de Suelos de la FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-decauduo-resiordionesi>
- IDEAM M I (2015) Estudio nacional de la degradación de los suelos por erosión en Colombia. Bogotá, D.C.: Punto aparte.
- Ideca. (2023). Sistema coordinada para el mapa de referencia de Bogotá. Recuperado el 5 de diciembre del 2023. Disponible en: [https://www.ideca.gov.co/sites/default/files/2018-10/Sistema coordinada para el Mapa de Referencia de Bogota D.C..pdf](https://www.ideca.gov.co/sites/default/files/2018-10/Sistema%20coordinado%20para%20el%20Mapa%20de%20Referencia%20de%20Bogota%20D.C..pdf)
- IGAC. (2012). Conflictos de uso del territorio colombiano. Bogota D.C.
- IGAC. (2007). Primer taller de conceptualización sobre coberturas y usos de la tierra. Recuperado el 5 de diciembre del 2023. Disponible en: [https://www.igac.gov.co/es/noticias/primer-taller-de-conceptualizacion-sobre-coberturas-y-usos-de-la-tierra#:~:text=La%20cobertura%20de%20la%20tierra,otros%20\(IGAC%2C%202007\)](https://www.igac.gov.co/es/noticias/primer-taller-de-conceptualizacion-sobre-coberturas-y-usos-de-la-tierra#:~:text=La%20cobertura%20de%20la%20tierra,otros%20(IGAC%2C%202007))
- Jorge E. Martínez Santamaría(2020) ‘Oro legal’: así se recuperan suelos afectados por minería. Revista portafolio <https://www.portafolio.co/economia/oro-legal-asi-se-recuperan-suelos-afectados-por-mineria-oro-hoy-537310?ssp=1&setlang=es-CO&safesearch=moderate>
- Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). 40 % del territorio colombiano presenta algún grado de degradación de suelos por erosión. Recuperado el 5 de diciembre del 2023. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/40-del-territorio-colombiano-presenta-algun-grado-de-degradacion-de-suelos-por-erosion/>
- Ramírez, A.D. (2023). Minería ilegal de oro y narcotráfico: efectos sobre la sostenibilidad del bajo cauca antioqueño durante el periodo 2015-2020. Recuperado el 5 de diciembre del 2023.
-

Disponible en:

<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/10677/Miner%C3%ADa%20ilegal%20de%20oro%20y%20narcotr%C3%A1fico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LINK

VIDEO:<https://www.youtube.com/watch?v=6vdBdSuk9NA>
