



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 23 DE OCTUBRE DEL 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

LUIS ALEJANDRO ESPINOSA RAMIREZ, con C.C. No. 1075313206,

SEBASTIÁN ROJAS SILVA, con C.C. No. 1004035220,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____

titulado ZONIFICACIÓN AMBIENTAL Y DE AMENAZAS NATURALES EN EL SECTOR DE LA QUEBRADA CACHIMBO EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO YAGUARACITO EN EL MUNICIPIO DE TESALIA-HUILA

presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de

INGENIERO AGRÍCOLA;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Andrés Alejandro Espinosa R.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

[Handwritten signature]

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: ZONIFICACIÓN AMBIENTAL Y DE AMENAZAS NATURALES EN EL SECTOR DE LA QUEBRADA CACHIMBO EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO YAGUARACITO EN EL MUNICIPIO DE TESALIA-HUILA

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
ESPINOSA RAMIRES	LUIS ALEJANDRO
ROJAS SILVA	SEBASTIÁN

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
VARGAS CUERVO	ROBERTO

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRÍCOLA

FACULTAD: INGENIERIA

PROGRAMA O POSGRADO: AGRÍCOLA

CIUDAD: NEIVA AÑO DE PRESENTACIÓN: 2023 NÚMERO DE PÁGINAS: 20

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



Diagramas ___ Fotografías X Grabaciones en discos X Ilustraciones en general ___ Grabados ___
Láminas ___ Litografías ___ Mapas X Música impresa ___ Planos X Retratos ___ Sin ilustraciones ___
Tablas o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Office (Word), Adobe Acrobat (Visualización Planos en Pdf)

MATERIAL ANEXO: PLANOS: Topográfico (ver anexo 1), pendientes (ver anexo 2), geomorfológico (ver anexo 3), geológico (ver anexo 4), cobertura vegetal (ver figura 2), uso del suelo (ver anexo 5)

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>		<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1.	<u>Biótico</u>	<u>Biotic</u>	6.	<u>Amenaza</u>	<u>Threat</u>
2.	<u>Abiótico</u>	<u>Abiotic</u>	7.	<u>Erosión</u>	<u>erosion</u>
3.	<u>Zonificación</u>	<u>Zoning</u>	8.	<u>Pendiente</u>	<u>Slope</u>
4.	<u>Cobertura</u>	<u>Cover</u>	9.	<u>Ambiental</u>	<u>Environmental</u>
5.	<u>Vegetal</u>	<u>Vegetation</u>	10.	<u>Minería</u>	<u>Mining</u>

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La Universidad Surcolombiana por intermedio del Museo Geológico y del Petróleo ha trabajado en los últimos años con estudiantes y profesionales de Ingeniería Agrícola integrando la geología con el área de adecuación de tierras para la realización de estudios sobre geodinámica externa, principalmente en los procesos de meteorización, erosión y zonificación ambiental relacionada con el componente biótico y abiótico de la región.

El área de estudio fue localizada en el flanco oriental de la cordillera central de Colombia, al Suroccidente del departamento del Huila en el municipio de Tesalia, con un área total de 252 hectáreas. Se observó algunas actividades agrícolas, con cultivos de poca extensión de plátano, yuca y algunos frutales, su uso es principalmente destinado a la ganadería, donde se presentó algunas amenazas naturales tanto de geodinámica externa (deslizamientos, derrumbes, etc.) De acuerdo con la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto se efectuó un análisis de los componentes del medio abiótico, biótico y socioeconómico con el objetivo de zonificación ambiental en donde se determinó la importancia y la sensibilidad ambiental que presentó el área de estudio, donde se tuvo en cuenta algunas variables de sensibilidad ambiental como fueron: áreas de importancia ecológica (áreas protegidas, ecosistemas sensibles, rondas, corredores biológicos), área de recuperación ambiental (áreas erosionadas, áreas de conflicto por uso del suelo, áreas contaminadas antrópicamente), áreas de estabilidad geotécnica (áreas que

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



por sus características propias determinan el nivel de estabilidad que permite identificar la sensibilidad a la inestabilidad de estos terrenos) y áreas de producción económica.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The Surcolombiana University, through the Geological and Petroleum Museum, has worked in recent years with students and professionals of Agricultural Engineering, integrating geology with the area of land adaptation to carry out studies on external geodynamics, mainly in weathering processes. erosion and environmental zoning related to the biotic and abiotic component of the region.

The study area was located on the eastern flank of the central mountain range of Colombia, in the southwest of the department of Huila in the municipality of Tesalia, with a total area of 252 hectares. Some agricultural activities were observed, with small crops of banana, cassava and some fruit trees, their use is mainly intended for livestock farming, where some natural threats were presented, both external geodynamics (slides, landslides, etc.) According to the environmental characterization of the area of influence of the project, an analysis of the components of the abiotic, biotic and socioeconomic environment was carried out with the objective of environmental zoning where the importance and environmental sensitivity of the study area was determined, where it was taken into account. some environmental sensitivity variables such as: areas of ecological importance (protected areas, sensitive ecosystems, roundabouts, biological corridors), environmental recovery area (eroded areas, conflict areas due to land use, anthropically contaminated areas), areas of geotechnical stability (areas that, due to their own characteristics, determine the level of stability that allows identifying the sensitivity to the instability of these lands) and areas of economic production.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma: *Diana Carolina Polanco Montiel*

Nombre Jurado: MSc. Diana Carolina Montiel Polania

Firma: *[Signature]*

Nombre Jurado: Dr. Jaime Izquierdo Bautista

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

**ZONIFICACIÓN AMBIENTAL Y DE AMENAZAS NATURALES
EN EL SECTOR DE LA QUEBRADA CACHIMBO EN LA CUENCA
BAJA DEL RÍO YAGUARACITO EN EL MUNICIPIO DE TESALIA-
HUILA**

Trabajo de grado presentado al departamento de Ingeniería Agrícola
como requisito para optar al título de: Ingeniero Agrícola

Autore(s)

Luis Alejandro Espinosa Ramírez: 20162153033

Sebastián Rojas Silva: 20161147664

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Agrícola

Neiva, Huila, Colombia. 2023



ROBERTO VARGAS CUERVO

Director: MSc. Roberto Vargas Cuervo

Nota de aceptación

Jurado: MSc. Diana Carolina Polanía M.

Jurado: Dr. Jaime Izquierdo Bautista

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL Y DE AMENAZAS NATURALES EN EL SECTOR DE LA QUEBRADA CACHIMBO EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO YAGUARACITO EN EL MUNICIPIO DE TESALIA- HUILA

RESUMEN

La Universidad Surcolombiana por intermedio del Museo Geológico y del Petróleo ha trabajado en los últimos años con estudiantes y profesionales de Ingeniería Agrícola integrando la geología con el área de adecuación de tierras para la realización de estudios sobre geodinámica externa, principalmente en los procesos de meteorización, erosión y zonificación ambiental relacionada con el componente biótico y abiótico de la región.

El área de estudio fue localizada en el flanco oriental de la cordillera central de Colombia, al Suroccidente del departamento del Huila, en un polígono con coordenadas; 1) 821074.31N, 775223.82E; 2) 821074.31N, 772860.82E; 3) 820010.31N, 772860.82E y 4) 820010.31N, 775223.82E, ocupando un área de 252 hectáreas en la zona rural del municipio de Tesalia, correspondiendo a la plancha topográfica 344-IV-A a escala 1:25.000, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi "IGAC". La zona presentó relieve ondulado a montañoso con alturas que oscilan entre los 850 y 900 msnm. Las pendientes del terreno fluctuaron entre 10 y 40 grados, la red hidrográfica pertenece a la cuenca baja del río Yaguaracito. En la zona se observó algunas actividades agrícolas, con cultivos de poca extensión de plátano, yuca y algunos frutales, su uso es principalmente destinado a la ganadería, donde se presentó algunas amenazas naturales tanto de geodinámica externa (deslizamientos, derrumbes, etc.) como interna (pliegues, fallas, fracturas y sismos.) con fuerte incidencia en el desarrollo socioeconómico de la región. De acuerdo con la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto se efectuó un análisis de los componentes del medio abiótico, biótico y socioeconómico con el objetivo de zonificación ambiental en donde se determinó la importancia y la sensibilidad ambiental que presentó el área de estudio, donde se tuvo en cuenta algunas variables de sensibilidad ambiental como fueron: áreas de importancia ecológica (áreas protegidas, ecosistemas sensibles, rondas, corredores biológicos), área de recuperación ambiental (áreas erosionadas, áreas de conflicto por uso del suelo, áreas contaminadas antrópicamente), áreas de estabilidad geotécnica (áreas que por sus características propias determinan el nivel de estabilidad que permite identificar la sensibilidad a la inestabilidad de estos terrenos) y áreas de producción económica. Para municipio de Tesalia se fundamentó en el sector primario y los componentes principales fueron: la agricultura, la ganadería y la minería especialmente la explotación de fosforita y la producción de metales preciosos como el oro y la plata. Estas actividades hacen parte fundamental de la ocupación del suelo, teniendo en cuenta que la vereda Potrero Grande se abastece principalmente de esta actividad. Por lo anterior, se realizó una zonificación ambiental y de amenazas naturales en el

sector de la quebrada cachimbo en la cuenca baja del río Yaguaracito en el municipio de Tesalia-Huila.

Palabras clave: biótico, abiótico, zonificación, cobertura vegetal, amenaza, erosión, pendiente.

ABSTRAC

The Surcolombiana University, through the Geological and Petroleum Museum, has worked in recent years with students and professionals of Agricultural Engineering, integrating geology with the area of land adaptation to carry out studies on external geodynamics, mainly in weathering processes. erosion and environmental zoning related to the biotic and abiotic component of the region.

The study area was located on the eastern flank of the central mountain range of Colombia, in the southwest of the department of Huila, in a polygon with coordinates; 1) 821074.31N, 775223.82E; 2) 821074.31N, 772860.82E; 3) 820010.31N, 772860.82E and 4) 820010.31N, 775223.82E, occupying an area of 252 hectares in the rural area of the municipality of Tesalia, corresponding to topographic plate 344-IV-A at a scale of 1:25,000, of the Geographic Institute Agustín Codazzi "IGAC". The area presented undulating to mountainous relief with heights ranging between 850 and 900 meters above sea level. The slopes of the land fluctuated between 10 and 40 degrees, the hydrographic network belongs to the lower basin of the Yaguaracito River. In the area, some agricultural activities were observed, with small crops of banana, cassava and some fruit trees, their use is mainly intended for livestock farming, where some natural threats were presented, both from external geodynamics (slides, landslides, etc.) and internal (folds, faults, fractures and earthquakes.) with a strong impact on the socioeconomic development of the region. In accordance with the environmental characterization of the area of influence of the project, an analysis of the components of the abiotic, biotic and socioeconomic environment was carried out with the objective of environmental zoning where the importance and environmental sensitivity of the study area was determined, where Some environmental sensitivity variables were taken into account, such as: areas of ecological importance (protected areas, sensitive ecosystems, roundabouts, biological corridors), environmental recovery area (eroded areas, conflict areas due to land use, anthropically contaminated areas), areas of geotechnical stability (areas that, due to their own characteristics, determine the level of stability that allows identifying the sensitivity to the instability of these lands) and areas of economic production. For the municipality of Thesalia, it was based on the primary sector and the main components were: agriculture, livestock and mining, especially the exploitation of phosphorite and the production of precious metals such as gold and silver. These activities are a fundamental part of the occupation of the land, taking into account that the Potrero Grande district is mainly supplied by this activity. Due to the above, an environmental and natural hazard zoning was carried out in the Cachimbo ravine sector in the lower basin of the Yaguaracito River in the municipality of Tesalia-Huila.

Keywords: biotic, abiotic, zoning, vegetation cover, threat, erosion, slope.

INTRODUCCIÓN

El Ingeniero Agrícola juega un papel importante en el desarrollo de zonificaciones ambientales enfocada a la valoración de las amenazas y estudios de impacto ambiental, al igual en la realización de levantamientos de líneas base biótica y abiótica para la construcción y ejecución de los Planes de Ordenamiento Territoriales de los Municipios y Departamentos (POT), Estudios de concesiones mineras, estudios de impacto ambiental (EIA) y planes de manejo ambiental (PMA).

La zonificación ambiental puede definirse como un proceso de planeación territorial alternativo, integral y dinámico, que incorpora el componente sociocultural tanto a nivel espacial como programático y construye estrategias de conservación comunitaria a partir de su integración, lo que permite propiciar el empoderamiento de las comunidades (Borda & Giraldo, 2020) y sirve como herramienta para construir de manera concertada las estrategias de manejo para el aprovechamiento consciente de los recursos naturales del área de estudio (Montoya, 2011), mediante el cual se busca ordenar adecuadamente un área geográfica dividiéndola en unidades espaciales con similitudes en sus componentes bióticos, físicos o socioculturales, para luego aplicar criterios que permitan agrupar estas unidades con el fin de establecer sus necesidades de manejo y conservación (Ospino & López, 2019). Se procedió a realizar la calificación de los elementos del medio biótico, en este caso no enfocamos en la de coberturas, siguiendo los parámetros dentro de la metodología CORINE (Coordination of information on the environment) promovido por la Comisión de la Comunidad Europea fue desarrollado el proyecto de cobertura de la tierra CORINE Land Cover 1990 (CLC90), el cual definió una metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra. La base de datos de Corine Land Cover Colombia (CLC) permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas (IDEAM, 2023).

Los desastres naturales son prácticamente inevitables y son muy pocas las acciones que se pueden emprender y desarrollar con el fin de evitar su normal desarrollo, aunque en su mayoría, es preciso predecirlas, además cuantificar sus efectos y consecuencias (Vargas R, 2001). Del estudio detallado de la Geología, Geotecnia y Geomorfología de una zona determinada es posible deducir eventos catastróficos naturales que han afectado en épocas pasadas a diferentes regiones, civilizaciones y comunidades en general, y con base en la recopilación histórica de estos eventos y la evaluación técnica de las amenazas geológicas se podría establecer y delimitar con un mínimo margen de error (Vargas & Polania, 1996), zonas en las cuales no es indicado desarrollar ningún tipo de actividad humana, proyecto de infraestructura vial o planes de desarrollo. Con base en la identificación de las características geográficas y geológicas del terreno las amenazas naturales de la región de tesalia se puede dividir así : Amenaza de origen geomorfológico, dentro de este grupo se cobijan todas las amenazas que tienen que ver con probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales que tiene relación con el deterioro de la cobertura superficial de la tierra por efectos naturales o antrópicos como son los procesos de

meteorización (tanto física como química), erosión del suelo y las rocas, y fenómenos de remoción en masa como los derrumbes y escurrimiento del suelo (Varga R, 2001); Amenazas de origen antrópico, es entendida como los procesos no controlables o parcialmente controlables, con suficiente intensidad en un espacio y tiempo específicos, que pueden causar daños (Tamayo & Torres, 2022), son ocasionadas por distintas actividades del ser humano teniendo impacto negativo en diferentes áreas como: la producción, distribución, transporte, consumo de bienes, servicios y la construcción de obras civiles. El cual comprende una gama amplia de peligros como lo son las distintas formas de contaminación de aguas, aire y suelos, los incendios, las explosiones, los derrames de sustancias tóxicas, los accidentes en los sistemas de transporte, la ruptura de presas de retención de agua y minería ilegal. Es así como se pueden realizar modelos de planificación con base en los resultados de los análisis de riesgos que se presentan en el área de estudio (Flórez et al., 2008) para ejecutar este proyecto y dar cumplimiento con lo planteado en realizar la zonificación ambiental y de amenazas naturales en el sector de la quebrada Cachimbo en la cuenca baja del río Yaguaracito en el municipio de Tesalia-Huila.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio fue la vereda Potrero grande y en las cuencas presentes del Rio Yaguaracito, en donde se realizó una restitución topográfica a escala 1:4000 (**ver figura 1**) basados en los mapas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y control detallado en campo efectuado por medio de un polígono utilizando un navegador genérico - GPS e Hip Chain.

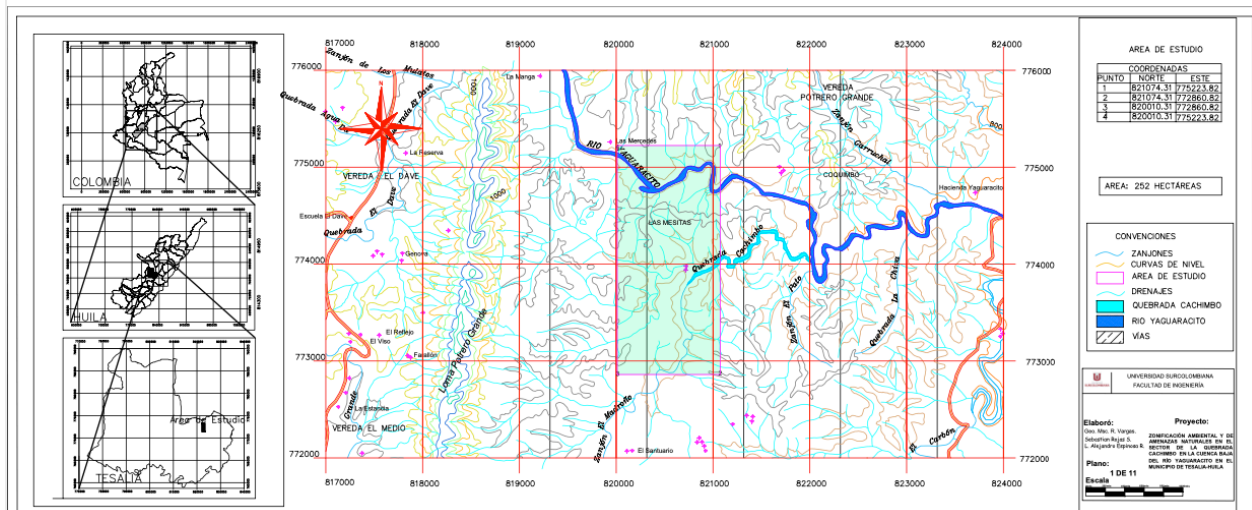


Figura 1. Mapa de localización

Para este estudio se consultó las imágenes satelitales Landsat 7 como también un modelo de elevación digital (MDE) CoDeCol175-04 y el espacio-mapa de la plancha 344-IV-A, los cuales sirvieron de apoyo para la interpretación de la cartografía geomorfología, geología estructural y levantamientos bióticos. Durante esta etapa se realizó las siguientes actividades en campo:

- Se seleccionó los mapas temáticos: localización geográfica (**ver figura 1**), topográfico (**ver anexo 1**), pendientes (**ver anexo 2**), geomorfológico (**ver anexo 3**), geológico (**ver anexo 4**), cobertura vegetal (**ver figura 2**), uso del suelo (**ver anexo 5**), erosión (**ver figura 3**), zonificación ambiental de amenaza (**ver figura 4**) existente extraídos de las páginas abiertas del IGAC.
- Se determinó valores para cada grado de sensibilidad: alto valor de 5, medio valor de 3 y bajo de 1, ese valor es establecido para cada área de acuerdo con el uso, el servicio actual y la susceptibilidad al daño que tenga la unidad.
- Con la ayuda de la herramienta QGIS versión 3.24 software libre, se superpusieron los diferentes mapas temáticos, obteniendo así los mapas de sensibilidad para cada medio.
- Finalmente, se obtuvo las zonificaciones para el medio abiótico y se procedió a la intersección de estos con el objeto de obtener el mapa de zonificación ambiental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo de la zonificación ambiental del área de estudio se basó en criterios de información básica obtenida de la caracterización, a partir de ella se definió y orientó las acciones para el manejo integrado del área, buscando identificar los ecosistemas de mayor presión basado en la metodología Corine Land Cover, con el fin de realizar un balance sobre el estado actual, y una comparación de la dinámica de las coberturas vegetales presentes en el área.

Se realizó una revisión de las fuentes secundarias, revisión documental de los estudios desarrollados en la región por la Gobernación, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), y un levantamiento base que se desarrolló con un levantamiento fotogramétrico con Sistema de Aeronaves tripuladas Remotamente (RPAS), con la cual se efectuó la delimitación de la zona de estudio, la caracterización del medio abiótico y biótico (cartografía), identificación del estado real de las coberturas vegetales existentes y con ayuda de imágenes de satélite Land Sand 8, se definió y estableció los límites de las unidades de vegetación existentes en el área de influencia del proyecto.

Para realizar la evaluación y monitoreo de la dinámica estructural se realizó muestreos específicamente para las coberturas de bosque frondosos con vegetación, matorral boscoso de transición, cultivos permanentes, tierras de labor y zona de agricultura homogéneas, identificados en el área de estudio según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. A continuación, se presentan las áreas inventariadas por cobertura vegetal (**ver figura 2**) con su respectiva georreferenciación.

AMENAZA POR EROSIÓN

La erosión se produce generalmente sobre la superficie de un terreno conformado por el horizonte del suelo y depende de factores naturales como las pendientes topográficas, el clima y su posición geográfica, acelerándose por factores antrópicos como el sobrepastoreo, incendios forestales, explotaciones mineras, entre otros.

La zonificación de amenaza por erosión realizada en el área de estudio fue producto de varios factores aplicados como son: la interpretación de imágenes satélites y ortofotos, apoyados por la cartografía geomorfológica (**ver anexo 3**) y geológica (**ver anexo 4**) realizada para el área.

AMENAZA ALTA POR EROSIÓN

Para el levantamiento cartográfico realizado, la amenaza alta por erosión corresponde a un 17.7% del área de estudio, se localiza a manera de delgados cordones de dirección noreste correspondiendo principalmente en la parte norte al cause activo del río Yaguaracito el cual presenta una dinámica de erosión lateral. Así también, en el contacto entre los niveles de terraza baja y alta la cual en los depósitos aluviales del río Yaguaracito presenta escarpes de hasta 3

metros presentando canales hídricos y caída de rocas, este proceso es acelerado por actividad de minería ilegal en el área. También es común la generación de escarpes entre la terraza alta y los depósitos conglomeráticos de la formación Doima, presentando localmente algunos golpes de cucharas y caída de rocas.

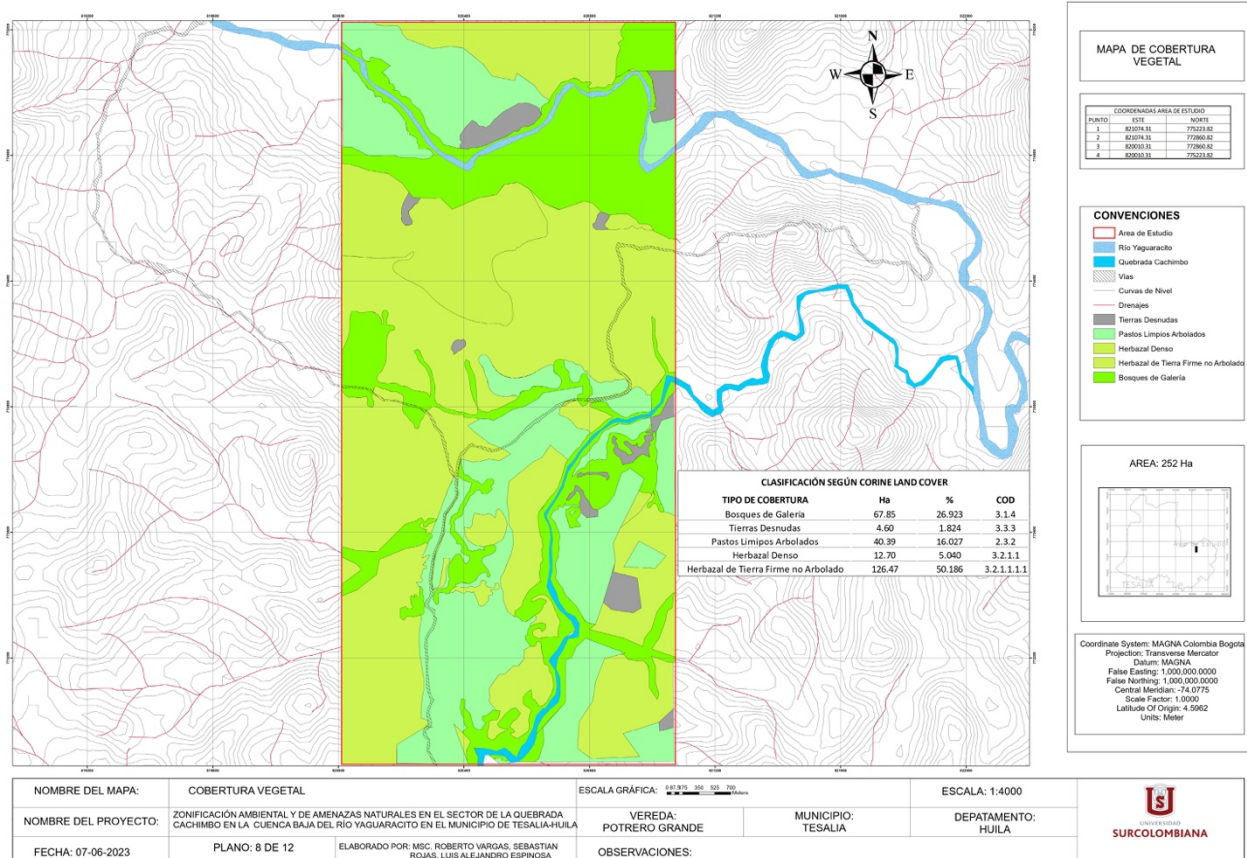


Figura 2. Mapa de coberturas vegetal

FENÓMENO DE REMOCIÓN EN MASA

Las remociones en masa son agentes geomorfológicos comunes en lugares con pendientes pronunciadas, cuya ocurrencia y propiedades son determinadas por la interacción de varios factores geológicos, topográficos, climáticos y las actividades antropogénicas. La comprensión de sus características se beneficia de estudios comparativos sobre áreas climáticas, geomorfológicas y socioeconómicas (Mergili et al, 2014). El Municipio de Tesalia puede ser de alto riesgo de remoción en masa, como deslizamientos y flujos, accionados por el fenómeno de La Niña (ver **figura 3**).



Figura 3. Fenómenos de remoción en masa

AMENAZA MEDIA POR EROSIÓN

La zonificación de amenaza media por erosión cubre un área de 159.2 hectáreas la cual corresponde al 47.2 % del área total. Se zonificó en el sector norte asociado entre la terraza media y baja en contacto entre la terraza baja con los depósitos aluviales recientes correspondientes principalmente a las zonas que han sufrido explotación minera ilegal, también es común esta amenaza donde existen actividades antrópicas de pequeños cultivos (plátano, yuca, caña, piña) y sobrepastoreo por ganadería. Los procesos de erosión más comunes son de tipo laminar que se da como producto de la alta precipitación sobre pendientes moderadas, la poca cobertura vegetal que generan procesos de erosión concentrada en surcos y localmente en cárcavas (**ver figura 4**).



Figura 4. Procesos de erosión.

AMENAZA BAJA POR EROSIÓN

Se calculó como amenaza baja por erosión los sectores con laderas moderadamente inclinadas con pendiente entre 3 y 5 grados presentes el cual corresponde a un área 69.5 ha equivalente al 27.6 % del área total. Se observó pequeños surcos y canales a favor de la pendiente, gran parte de

esta área ha sido trabajado por actividades antrópicas de ganadería (**ver figura 5**) y puntualmente de cultivos.



Figura 5. Proceso de erosión baja por ganadería extensiva.

AMENAZA MUY BAJA POR EROSIÓN.

Fue determinada esta zona de amenaza muy baja por erosión en pendiente entre 0 y 3 grados, corresponde a un área 18.5 ha correspondientes al 7.3 % del área total, el cual pertenece a algunos sectores bajos de la terraza 1 del río Yaguaracito, algunas áreas de depósitos aluviales recientes (**ver figura 6**).



Figura 6. Proceso de erosión muy bajo.

La información de amenazas por erosión fue recolectada para posteriormente procesarla y poderla representar en un mapa de erosión (**ver figura 3 y tabla 1**) a escala detallada de 1:4000.

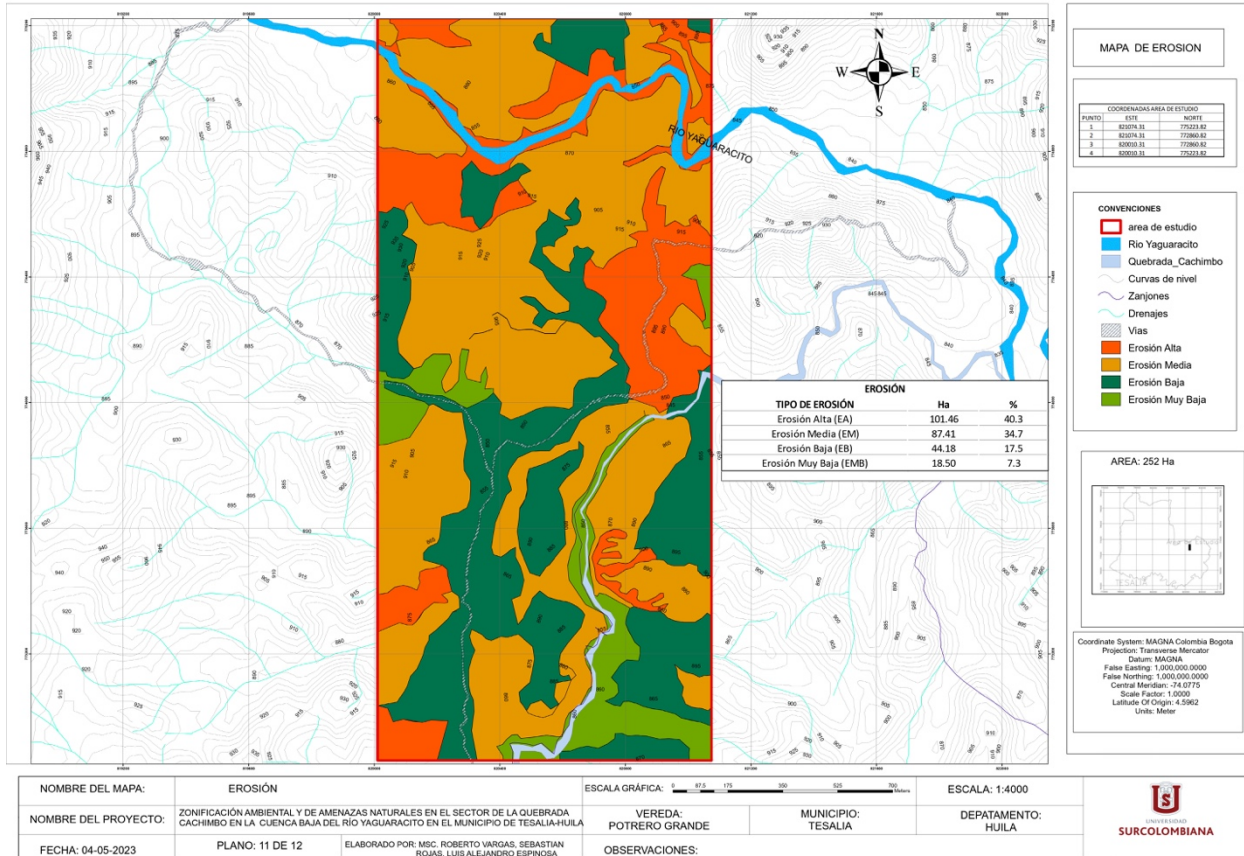


Figura 7. Mapa de erosión.

EROSIÓN			
TIPO DE EROSIÓN	Ha	%	COLOR
EROSIÓN ALTA (EA)	44,5	17,7	
EROSIÓN MEDIA (EM)	119,0	47,2	
EROSIÓN BAJA (EB)	69,6	27,6	
EROSIÓN MUY BAJA (EMB)	18,5	7,3	

Tabla 1. Tipos de erosión

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DE AMENAZAS

Según el resultado de la zonificación ambiental, se detallan los niveles de intervención a partir del área y de las características de cada zona, con base en los criterios ampliados y ejemplificados (Solano, 2017), la metodología general para la zonificación ambiental se fundamentó en la identificación de áreas que ofrecen diversos niveles de sensibilidad en función de sus propiedades intrínsecas asociadas con la oferta ambiental, es así como en el área evaluada

se consideró las áreas para zonificación donde esta referida el área de estudio bajo ciertas medidas de manejo ambiental de acuerdo con el grado de sensibilidad ambiental.

En este caso los criterios asignados a cada elemento según su sensibilidad serán sumados para así obtener el valor de sensibilidad del medio:

Sensibilidad de amenazas= Componente geotecnia + sensibilidad del uso del suelo + Organización Comunitaria y ámbitos de participación + Uso y destinación económica del suelo.

El área de estudio por su posición geográfica y geológica presentó varios tipos de amenazas geológicas catalogadas de acuerdo con su origen como amenazas de tipo geomorfológico, geológico e hidrometeorológico, siendo la base fundamental para poder determinar las áreas específicas afectadas por cada tipo de amenaza, que genera la zonificación ambiental a partir de los siguientes mapas:

1. Mapa topográfico (ver anexo 1).
2. Mapa geológico (ver anexo 2).
3. Mapa geomorfológico (ver anexo 3).
4. Mapa de cobertura vegetal (ver figura 2).
5. Mapa de uso del suelo (ver anexo 5).
6. Mapa de Erosión (ver figura 3).
7. Mapa de Amenaza (ver figura 5).

COMPONENTE GEOTECNIA

Se relacionó la condición de sensibilidad con la estabilidad natural del terreno, obtenido a partir de la integración de la información de la estabilidad de las rocas, pendientes, sismicidad, tectónico, precipitación y erosión de los suelos (**ver tabla 2**).

Características	Sensibilidad	Calificación
Zonas inestables: Zonas donde la condición de inestabilidad de los terrenos es crítica o se manifiesta inestabilidad. En estos terrenos se definen áreas con algunos procesos morfodinámicos, influenciados por zonas de fallamiento o fracturamiento. La pendiente varía entre moderadamente escarpada a fuertemente escarpada.	Alta	5
Zonas medianamente estables: están condicionadas por factores externos e internos. Los procesos morfodinámicos y fenómenos de inestabilidad activos son escasos o inexistentes.	Media	3
Zonas estables: No muestran rasgos de inestabilidad, asentados en zonas de bajas pendientes y con condiciones geotécnicas óptimas. Presenta una susceptibilidad muy baja a los deslizamientos.	Baja	1

Tabla 2. Clasificación de los niveles de sensibilidad para la variable de geotecnia.

SENSIBILIDAD DEL USO DEL SUELO

El resultado que se obtuvo al confrontar las cualidades del suelo, el uso de este frente a los conflictos de uso, a fin de determinar el menor riesgo de deterioro de acuerdo con su sensibilidad actual. Este resultado puede ser modificado por los componentes socioculturales y económicos que se manifiestan en un área determinada (**ver tabla 3**).

CARACTERÍSTICAS	SENSIBILIDAD	CALIFICACIÓN
Conservación/Recuperación CRE: Son tierras susceptibles a la degradación con características como los relieves abruptos en las que se deben establecer sistemas de conservación y manejo estrictos, en general en estas áreas no se debe desarrollar ningún tipo de actividad económica, diferente a aquella que propenda a la conservación y recuperación del bosque protector, son tierras sin conflicto o con uso adecuado.	Alta	5
Conservación / Forestal protectora CFP: Tierras aptas para el establecimiento de sistemas forestales destinadas a la protección de colinas contra procesos erosivos o al mantenimiento y desarrollo de la vegetación nativa o como protección de recursos hídricos.	Media	3

Forestal / Producción Protección FPP: Se ubica en los paisajes de montaña, como son las colinas estructurales y las montañas estructurales, son tierras sin conflictos de uso o uso adecuado		
Agroforestal/Agropastoril SAP: Son tierras que armonizan usos agrícolas, forestales y de pastoreo, y pueden realizarse labores de siembra y recolección de cosechas, con pastoreo extensivo sin dejar el suelo desprovisto de cobertura, son tierras sin conflictos de uso o con uso adecuado y se ubican en zonas de piedemonte como colinas y llanuras aluviales	Media	3
Bosques fragmentados con vegetación secundaria, bosques de galería y ripiario, son áreas importantes ecosistemicamente; la fauna utiliza estos lugares como parte fundamental del hábitat.	Baja	1

Tabla 3. Clasificación de los niveles de sensibilidad para la variable del suelo al uso.

Organización Comunitaria y ámbitos de participación

El análisis de este criterio tiene en cuenta la existencia de organizaciones comunitarias y sociales en cada una de las unidades territoriales menores. Con relación a esta variable, en el presente estudio se presentan los siguientes niveles de sensibilidad.

CARACTERÍSTICAS	GRADO O NIVEL	SENSIBILIDAD	CALIFICACIÓN
Se refiere a la no existencia de organización social, también se identifica desvinculación entre los miembros de la comunidad y ausencia de gestión ante otros actores sociales o institucionales ya sean públicas o privadas.	Ausencia de Organizaciones Sociales (JAC, ONG's, veedurías, asociaciones, agremiaciones)	ALTO	5
Existe al menos una JAC u otra organización reconocida legalmente como representantes de la comunidad. Tiene una capacidad de gestión baja, ya que no se evidencia trabajo	Presencia de Organizaciones (Presencia de JAC u otra organización Social)	MEDIO	3

en red con otras organizaciones.			
Se refiere al funcionamiento y representación de la(s) JAC, junto con más de dos (2) asociaciones o agremiaciones que interactúan con instituciones estatales o privadas. Cuenta con una muy buena capacidad de gestión, organización con articulación de sus miembros.	Alta presencia de Organizaciones (JAC, ONG'S, veedurías, asociaciones, agremiaciones)	BAJO	1

Tabla 4. Niveles de sensibilidad para Organización Comunitaria y ámbitos de participación.

Uso y destinación económica del suelo

La valoración de esta variable tuvo en cuenta la información correspondiente a las coberturas vegetales de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (Castellanos, 2010) y los usos actuales del suelo que tienen relación con las actividades económicas predominantes en las unidades territoriales menores del área de influencia. Respecto a la sensibilidad a continuación, en la se presenta los niveles para analizar esta variable (**ver tabla 5**).

DESCRIPCIÓN	GRADO O NIVEL	SENSIBILIDAD	CALIFICACIÓN
Áreas con una muy alta utilización o demanda de uso del suelo, generalmente asociada a una mayor concentración poblacional, dedicadas a la vivienda, la producción industrial. Centros Poblados o caseríos.	Alta urbanización y demanda del suelo	ALTO	5
Áreas con moderado grado de uso o demanda del suelo, generalmente asociado a una moderada productividad de los suelos o demanda del mercado. Zonas agroforestales	Uso Moderado	MEDIO	3

Áreas con bajo grado de uso o demanda del suelo, generalmente asociado a suelos de baja Productividad, dedicados a zonas forestales o de conservación principalmente.	Bajo grado del uso	BAJO	<i>I</i>
---	--------------------	-------------	----------

Tabla 5. Niveles de sensibilidad por uso y destinación económica del suelo.

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DE AMENAZA ALTA (AA).

Las zonas de alta intervención están caracterizadas por ser zonas de alto riesgo, de alta fragilidad ambiental, con importancia hídrica, con densidad de población alta, son sitios con paisajes inestables, con un uso de la tierra variado y con tierras subutilizadas (Solano, 2017). En esta zonificación se acobija las amenazas de origen geomorfológico, geológico, hidroclimatológico y antrópico que han generado un daño del paisaje físico y estructural, a continuación, se mencionan en esta zonificación ambiental de amenaza alta algunas amenazas naturales que han influido en este grado, en la degradación física destaca la erosión; fenómeno de remoción de masa (FRM), compactación, el sellamiento, la desertificación generada por la ganadería extensiva. En la degradación biológica se tiene disminución de la materia orgánica y el carbono de los suelos, por factores y procesos naturales como el clima, la morfología o por acción humana como la deforestación, las quemadas, el uso y manejo no sostenibles.

ZONIFICACION DE AMENAZA MEDIA (AM).

Esta área zonificada presenta algunas limitaciones ambientales y en la cual puede realizarse algún tipo de actividad antrópica para el desarrollo de la región como son la actividad ganadera muy común en la zona, la realización de pequeñas parcelas para la siembra de cultivos transitorios como frutales (piña, cítricos) y cultivos permanentes (yuca, plátano, café, etc.). En el trazo del carretable en la parte norte que corresponde a una divisoria de aguas deben tomarse medidas de precaución que sean necesarias para proteger las microcuencas y taludes.

ZONIFICACION DE AMENAZA DE GRADO BAJO (AB)

Corresponde principalmente a las zonas de depósito aluviales recientes y depósitos de terraza baja, con pendientes menores al tres por ciento (3%), acá se presenta generalmente fenómenos erosivos de carácter antrópicos ocasionados por minería ilegal como túneles activos, también se presenta asociado al trayecto de la quebrada Cachimbo y depósitos arcillosos de baja pendiente. En estas áreas se debe permitir el desarrollo agrícola, ganadero y minero con los controles necesarios para mitigar los impactos negativos como la erosión alta.

Con base en el análisis y la superposición de estos mapas, la fotointerpretación y los reconocimientos de campo se zonificó ambientalmente el área teniendo en cuenta las amenazas presentes en grados alto, medio y bajo (ver figura 8).

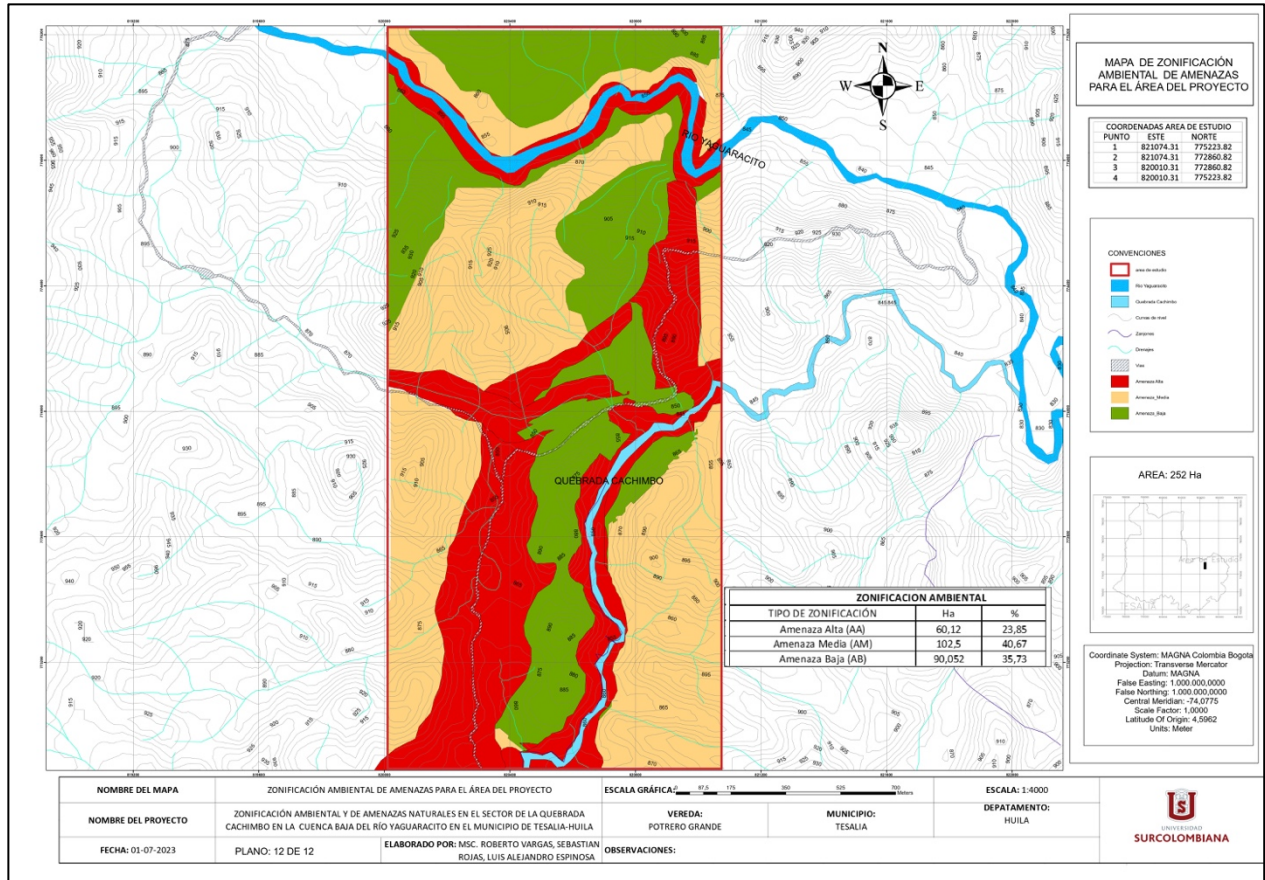


Figura 8. Zonificación Ambiental de Amenazas para el área del proyecto.

CONCLUSIONES

- Con el apoyo de imágenes satélite, ortofoto y poligonales realizadas en campo fue realizada la restitución topográfica del área con escala 1:4000.
- De acuerdo a la interpretación de la imagen satelital Landsat 8 , ortofoto y control de campo se realizó la zonificación del uso del suelo y zonas de vida, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son una herramienta fundamental y facilita los procesos de zonificación ambiental, permiten el almacenamiento, consulta y análisis espacial de la información ayudando a simplificar el trabajo participativo en los grupos interdisciplinarios y con las comunidades locales. Además de esto, la estructuración de un SIG ofrece la posibilidad del uso de herramientas como determinación de distancias, áreas, vecindad, buffers y en general aquellas herramientas para la representación cartográfica para el diseño de diferentes mapas que se vayan a realizar.
- Los resultados presentados en este trabajo muestran un esquema de análisis de criterios relevantes para aplicar a una zonificación ambiental; este marco muestra que, bajo un enfoque integral en su ámbito de aplicación y un esquema multidisciplinario, se puede lograr una visión de la zona de estudio acorde con sus características y potencialidades para la conservación y uso sostenible. El desarrollo de la zonificación ambiental se basa en criterios establecidos a partir de la información básica colectada en la caracterización y diagnóstico. A partir de las áreas de manejo definidas se orientan las acciones para el manejo integrado del área. Se constituye en una herramienta fundamental para fortalecer los procesos de ordenamiento del territorio, como es el caso de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de los municipios, al aportar determinantes ambientales específicas al ámbito agropecuario.
- Se identificaron los distintos tipos de amenazas naturales y antrópicas presentes en el área del proyecto, y de acuerdo con ello se estableció la zonificación ambiental de amenazas con referencia los diferentes factores que se evaluaron y calificaron de acuerdo a su impacto en la zona de estudio teniendo como resultado grado alto con un porcentaje de 23,85 % , medio 40,67 y bajo 35,73%.

REFERENCIAS

- Borda León, S., & Giraldo Vargas, JA (2020). Zonificación ambiental participativa: una oportunidad para la conservación de la naturaleza y su planificación en el posacuerdo. *REVISTA CONTROVERSIA*, 214, 125–165. <https://doi.org/10.54118/controver.vi214.1202> , pág 13.
- Catellanos Quiroz, Henry. (2010). LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA. METODOLOGIA CORINE LAND COVER ADAPTADA PARA COLOMBIA. ESCALA 1:100.000.
- Flórez, N., Pardo, M., Lopera, M., 2008. Estrategia Nacional de monitoreo del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Parques Nacionales Naturales de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Metodología Corine land cover - IDEAM (no date) IDEAM. Available at: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover> (Accessed: 13 August 2023).
- IGAC, Planchas topográficas 344-IV-A Escala 1:25 000.
- Montoya Rojas, GA (sf). La zonificación ambiental en la cuenca hidrográfica media del río Negro. Un modelo de aplicación en Útica (Cundinamarca, Colombia). <https://doi.org/10.14201/gredos.110545>
- Ospino Sepúlveda, LJ, & López Rodríguez, AC (2019). Definición de Unidades Ambientales de Análisis (UAA): metodología socioeconómica para la zonificación ambiental de determinados ecosistemas marino-costeros. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 48(1). <https://doi.org/10.25268/10.25268/bimc.invenmar.2019.48.1.760> , pág 136.
- Solano-Monge, F. (2017). Propuesta de zonificación biológica ambiental del corredor interurbano río María Aguilar, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(1), 33. <https://doi.org/10.15359/rca.51-1.3> , pág 35, pág 47.
- Tamayo-Quintana, A. y Torres-Romero, FJ (2022). Amenazas y riesgos de origen natural y antrópico que pueden afectar un proceso de restauración ecológica en bosque seco tropical: estudio de caso Central Hidroeléctrica El Quimbo (Huila, Colombia). *Gestión y Ambiente*, 25(1), 102880. <https://doi.org/10.15446/ga.v25n1.102880>
- VARGAS, R Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el bloque San Jorge en el área de las concesiones mineras 14200 y 19221 en Neiva – Palermo Huila. Universidad Surcolombiana. Neiva huila. 2020.

- VARGAS, R., Geomorfología y Amenazas Geológicas del municipio de Neiva. INGENIERIA Y REGION Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Surcolombiana 2001.
- VARGAS, R., POLANIA, M. Seminario sobre Mitigación de Amenazas Geológicas, Museo Geológico Facultad de Ingeniería Universidad Surcolombiana 1996.
- *Metodología Corine land cover - IDEAM* (no date) IDEAM. Available at: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover> (Accessed: 07 March 2023).