

CONCEPTO TÉCNICO: CAMBIO DE COBERTURAS DE SUELO EN LA ZONA DE
RONDA HÍDRICA DEL RÍO GÜEJAR, PRODUCTO DE LAS ACTIVIDADES
ECONÓMICAS POSTERIORES A LA FIRMA DEL ACUERDO DE PAZ, EN EL
MUNICIPIO DE SAN JUAN DE ARAMA (META).



DANNY AIDY ROA TUNJANO



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2024

INFORME DEL CONCEPTO TÉCNICO: CAMBIO DE COBERTURAS DE SUELO EN LA ZONA DE RONDA HÍDRICA DEL RÍO GÜEJAR, PRODUCTO DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS POSTERIORES A LA FIRMA DEL ACUERDO DE PAZ, EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE ARAMA (META).

DANNY AIDY ROA TUNJANO

Concepto técnico presentado como requisito para optar por el título profesional en Ingeniería Ambiental.

Director

Msc. JAIR ESTEBAN BURGOS CONTENTO

Magíster en Hidrosistemas

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2024

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.

Rector General

P. Mauricio Antonio CORTES GALLEGU, O. P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O. P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Adrián Mauricio GARCÍA PEÑARANDA, O.P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Msc. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria de Seccional Villavicencio

Msc. William PEÑARANDA ZÁRATE

Decano de la Facultad de Ingeniería Ambiental

Tabla de contenido

Objetivo.....	5
Introducción	5
Metodología	7
Importación y Procesamiento de los datos.....	7
Clasificación de las Coberturas de Suelo	8
Análisis Temporal de las Coberturas	8
Validación de los Resultados	9
Limitaciones.....	9
Resultados.....	9
Análisis de resultados	15
Discusión	18
Conclusiones	20
Referencias bibliográficas	21

Lista de Tablas

Figura 1. Mapa localización del área de estudio.....	7
Figura 2. Mapa de coberturas del suelo en la ronda hídrica del río Güejar (2012).	10
Figura 3. Mapa de coberturas del suelo en la ronda hídrica del río Güejar (2019).	13
Figura 4. Mapa de coberturas del suelo en la ronda hídrica del río Güejar (2022).	15

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa localización del área de estudio.....	7
Figura 2. Mapa de coberturas del suelo en la ronda hídrica del río Güejar (2012).	10
Figura 3. Mapa de coberturas del suelo en la ronda hídrica del río Güejar (2019).	13
Figura 4. Mapa de coberturas del suelo en la ronda hídrica del río Güejar (2022).	15

Informe técnico

Cambio de coberturas de suelo en la zona de ronda hídrica del Río Güejar producto de las actividades económicas posteriores a la firma del Acuerdo de Paz, en el municipio de San Juan de Arama (Meta)

Entidades solicitantes: Alcaldía de San Juan de Arama (Meta)

Entidad prestadora: Universidad Santo Tomás - Facultad de Ingeniería Ambiental

Ingenieros a cargo: Jair Esteban Burgos Contento

Auxiliar: Danny Aidy Roa Tunjano

Objetivo

Analizar el cambio de coberturas de suelo en la zona de ronda hídrica del Río Güejar producto de las actividades económicas posteriores a la firma del Acuerdo de Paz, en el municipio de San Juan de Arama (Meta).

Introducción

El cambio de coberturas de suelo es un fenómeno complejo que afecta diversos aspectos ambientales, sociales y económicos a nivel global. El aumento de la demanda de recursos naturales, el crecimiento poblacional y los cambios en los patrones de consumo a nivel mundial han generado presiones significativas sobre los ecosistemas terrestres, promoviendo la conversión de áreas naturales a usos agrícolas, urbanos e industriales (Foley, y otros, 2005). Estos cambios han sido impulsados por dinámicas geopolíticas y económicas que han llevado a la explotación desmedida de recursos naturales en diversas partes del mundo (Lambin & Meyfroidt, 2011)

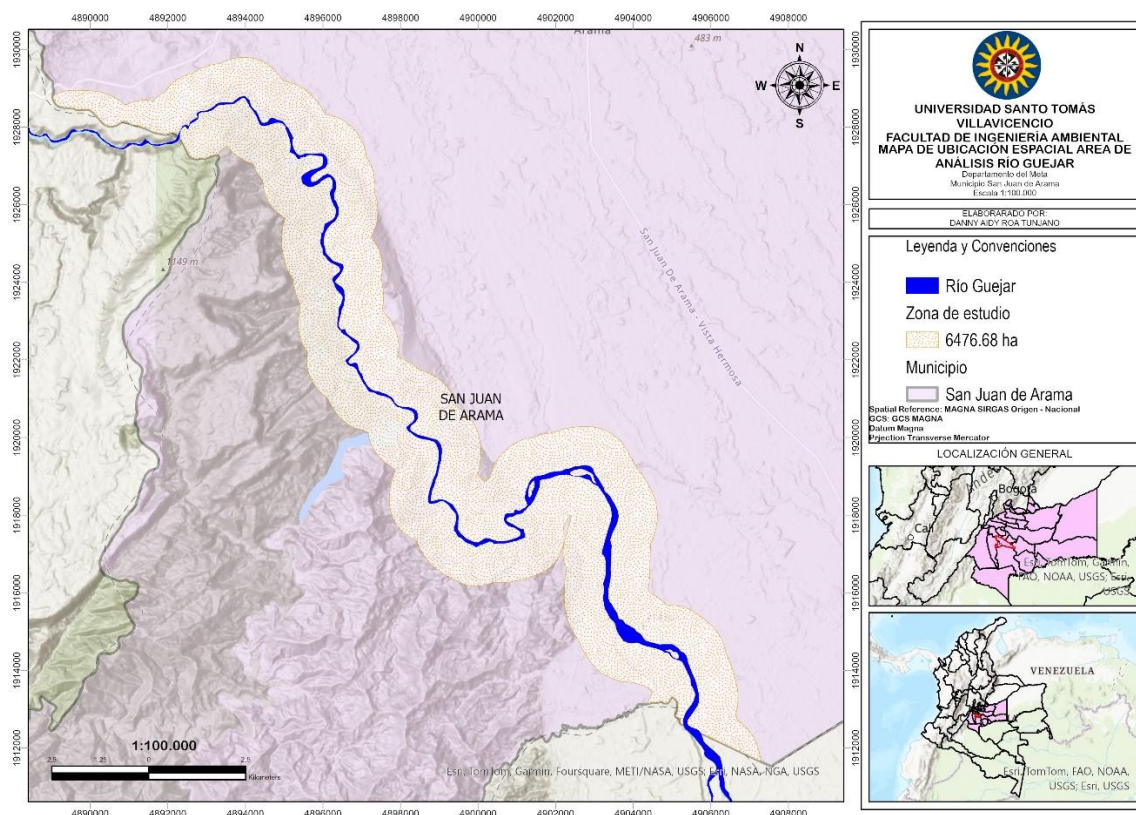
Sumado a lo anterior, en Latinoamérica, se han observado patrones de cambio de coberturas de suelo, donde la expansión de la agricultura, la ganadería y la minería han sido los principales impulsores de la deforestación y la transformación de ecosistemas naturales (Aide &

Grau, 2004). Además, la urbanización acelerada y la infraestructura asociada han generado presiones adicionales sobre el uso del suelo, exacerbando los conflictos socioambientales en la región (Rudel, y otros, 2009).

El cambio de uso del suelo en Colombia está intrínsecamente ligado a un conjunto de factores interrelacionados, entre los que se destacan la expansión urbana, el desplazamiento forzado y la consecuente ocupación desmedida de suelo en centros urbanos como resultado del conflicto armado interno (Aristizábal & Gómez, 2010), la expansión de la frontera agrícola, la minería ilegal y la construcción de infraestructura. Estos procesos han desencadenado tensiones en las dinámicas territoriales y han contribuido a la degradación ambiental en diversas regiones del país (IDEAM, 2007). Si bien, en algunas zonas, grupos al margen de la ley asumieron un rol conservacionista durante más de 50 años (Vergara & Rodriguez, 2012), la firma del Acuerdo de Paz en 2016 entre el Gobierno colombiano y las FARC-EP ha dado lugar a nuevas dinámicas en el uso del suelo, especialmente en áreas previamente afectadas por el conflicto armado (García & Sánchez, 2019). El presente estudio analiza el caso específico de la ronda del río Güejar en el municipio de San Juan de Arama (Meta), explorando los cambios en el uso del suelo asociados a las actividades económicas que se han desarrollado antes y después de la firma del Acuerdo de Paz.

Área de estudio

El área de estudio es el Río Güejar en la zona del municipio de San Juan de Arama, al sur del departamento del Meta, Colombia, se ubica entre los 200 y 800 m.s.n.m y la temperatura promedio anual oscila entre 27°C y 31°C. Su zona de influencia comprende las veredas: Monserrate, Monserrate bajo, La Lajosa y Bajo Curia, Bocas del Sanza, Peñas Blancas,, Puerto Gaitan, La Glorita (Figura 1).

Figura 1. Mapa localización del área de estudio.

Metodología

El análisis del cambio de coberturas de suelo en la ronda hídrica del río Güejar se llevó a cabo utilizando el software ArcGIS 10.3 y datos del Sistema de Información Ambiental Colombiano (SIAC) para los años 2012, 2015 y 2020. El área de estudio se proyectó bajo el sistema MAGNA-SIRGAS Colombia Origen Bogotá (EPSG: 3116), correspondiente a una superficie de 6476,77 Ha, localizada en el municipio de San Juan de Arama (Meta). Para delimitar el área de interés, se aplicó un buffer de 1 km alrededor de la ronda hídrica del río Güejar, asegurando un enfoque detallado en la zona de influencia directa del recurso hídrico.

Importación y Procesamiento de los datos

Los mapas raster descargados del SIAC se importaron a ArcGIS 10.3 y se ajustaron a la proyección MAGNA-SIRGAS EPSG:3116 para garantizar una correcta georreferenciación. A

continuación, se empleó la herramienta de buffer para delimitar un área de 1 km alrededor de la ronda hídrica del río Güejar, con el fin de captar las dinámicas de cambio de uso del suelo en las zonas más cercanas al cauce fluvial. Este buffer permitió un enfoque espacial concentrado en las áreas directamente afectadas por las actividades económicas y ambientales en la región.

Clasificación de las Coberturas de Suelo

La clasificación del uso del suelo se realizó mediante una clasificación supervisada, utilizando la metodología Corine Land Cover y la cartilla guía para Colombia. Se identificaron clases de cobertura tales como áreas forestales, pastizales, zonas agrícolas y áreas urbanizadas, basándose también en imágenes de Google Maps para verificar y refinar la clasificación. Esta metodología aseguró una identificación precisa de las diferentes coberturas de suelo, que posteriormente fueron categorizadas siguiendo los estándares internacionales de Corine Land Cover. Para llevar a cabo la clasificación, se utilizaron herramientas del análisis espacial de ArcGIS, con apoyo de la extensión Spatial Analyst. Las capas principales empleadas en el análisis fueron los mapas de coberturas de suelo de 2012, 2015 y 2020, obtenidos del SIAC, y el mapa que definía la zona buffer de 1 km alrededor del río Güejar.

Análisis Temporal de las Coberturas

El análisis de los cambios de cobertura a lo largo del tiempo se realizó utilizando la herramienta Raster Calculator, comparando los mapas de 2012, 2015 y 2020. El enfoque temporal permitió identificar las áreas donde se produjeron cambios significativos en el uso del suelo, facilitando una evaluación precisa de las dinámicas de transformación del paisaje dentro del buffer de 1 km en la ronda hídrica. Se generaron mapas de superposición que destacaban las principales modificaciones en la cobertura del suelo, lo cual resultó clave para el análisis de las implicaciones post-acuerdo de paz en la región.

Validación de los Resultados

Los resultados fueron validados mediante verificación en campo, con la toma de fotografías georreferenciadas en puntos específicos dentro de la zona de estudio. Este proceso permitió contrastar las clasificaciones realizadas en el software con las condiciones observadas en terreno, garantizando la exactitud de los resultados obtenidos a partir de los mapas raster y las herramientas de análisis espacial.

Limitaciones

El análisis enfrentó algunas limitaciones, principalmente relacionadas con el difícil acceso a algunas áreas del terreno, lo que impidió una verificación completa en toda la zona de estudio. Además, la falta de actualización del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) en la región afectó la disponibilidad de información más reciente sobre los planes de uso del suelo. Sin embargo, el uso de datos del SIAC, complementado con imágenes satelitales y Google Maps, permitió un análisis confiable y representativo de los cambios en las coberturas de suelo.

Resultados

El análisis de las coberturas del suelo en la ronda hídrica del río Güejar para los años 2012, 2019 y 2022 evidencia una transformación significativa del paisaje, marcada principalmente por la disminución de áreas boscosas y el crecimiento acelerado de áreas destinadas a pastos y actividades agrícolas. Estos cambios reflejan la influencia de las actividades económicas en la región, que han intensificado el uso del suelo después de la firma del Acuerdo de Paz.

Cobertura del Suelo en 2012.

En el año 2012, la zona de estudio estaba caracterizada por una alta proporción de áreas boscosas, que representaban la cobertura predominante (Figura 2). Las áreas naturales, compuestas principalmente por bosque denso y bosque de galería y ripario, constituían los ecosistemas más extendidos. Sin embargo, ya se comenzaban a notar presiones económicas que promovían la

expansión de áreas de pastizales y mosaicos de cultivos, aunque de manera limitada en este periodo.

Figura 2. Mapa de coberturas del suelo en la ronda hídrica del río Güejar (2012).

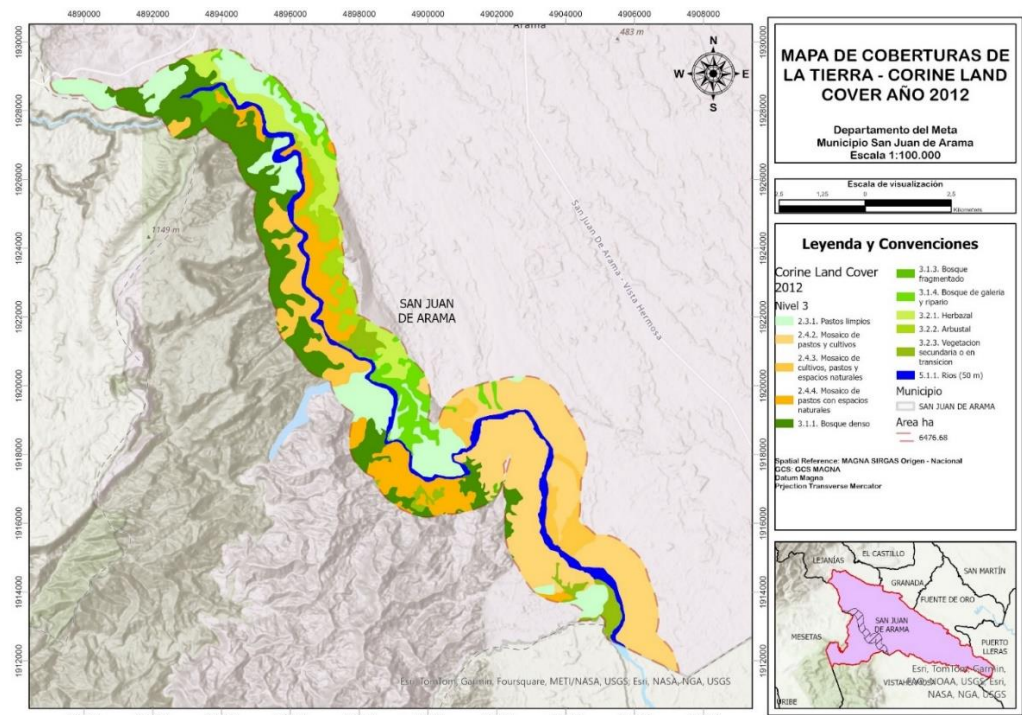


Tabla 1. Distribución de coberturas del suelo en 2012 (Ha).

NIVEL				Área (Ha)
5. SUPERFICIES DE AGUA 3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)		418,90
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición		188,78
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.2. Arbustal		233,23
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal		370,56
	3.1. Bosques	3.1.4. Bosque de galería y ripario		328,42
	3.1. Bosques	3.1.3. Bosque fragmentado		57,97
	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso		1030,67

Tabla 1. *Continuación*

2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.4. Áreas heterogéneas	agrícolas	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	637,69
	2.4. Áreas heterogéneas	agrícolas	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	585,28
	2.4. Áreas heterogéneas	agrícolas	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1676,18
	2.3. Pastos		2.3.1. Pastos limpios	945,07

La mayor parte del área estudiada en 2012 estaba dominada por el bosque denso (1030,67 ha), seguido por el bosque de galería y ripario (328,42 ha). Estos ecosistemas cumplían funciones críticas en la protección del recurso hídrico, control de la erosión, y preservación de la biodiversidad. Sin embargo, las áreas de pastos limpios (945,07 ha) y mosaicos de cultivos y pastos (1676,18 ha) ya mostraban un nivel considerable de intervención antrópica, evidenciando las primeras fases de transformación hacia actividades económicas (Tabla 1).

Cobertura del Suelo en 2019

En 2019, se evidenció un cambio importante en la distribución de las coberturas del suelo (Figura 3). Las áreas boscosas experimentaron una leve reducción, mientras que las áreas de pastos limpios y mosaicos de cultivos y pastos aumentaron considerablemente, lo que señala una intensificación en las actividades ganaderas y agrícolas en la región.

Tabla 2. *Distribución de coberturas del suelo en 2019 (Ha).*

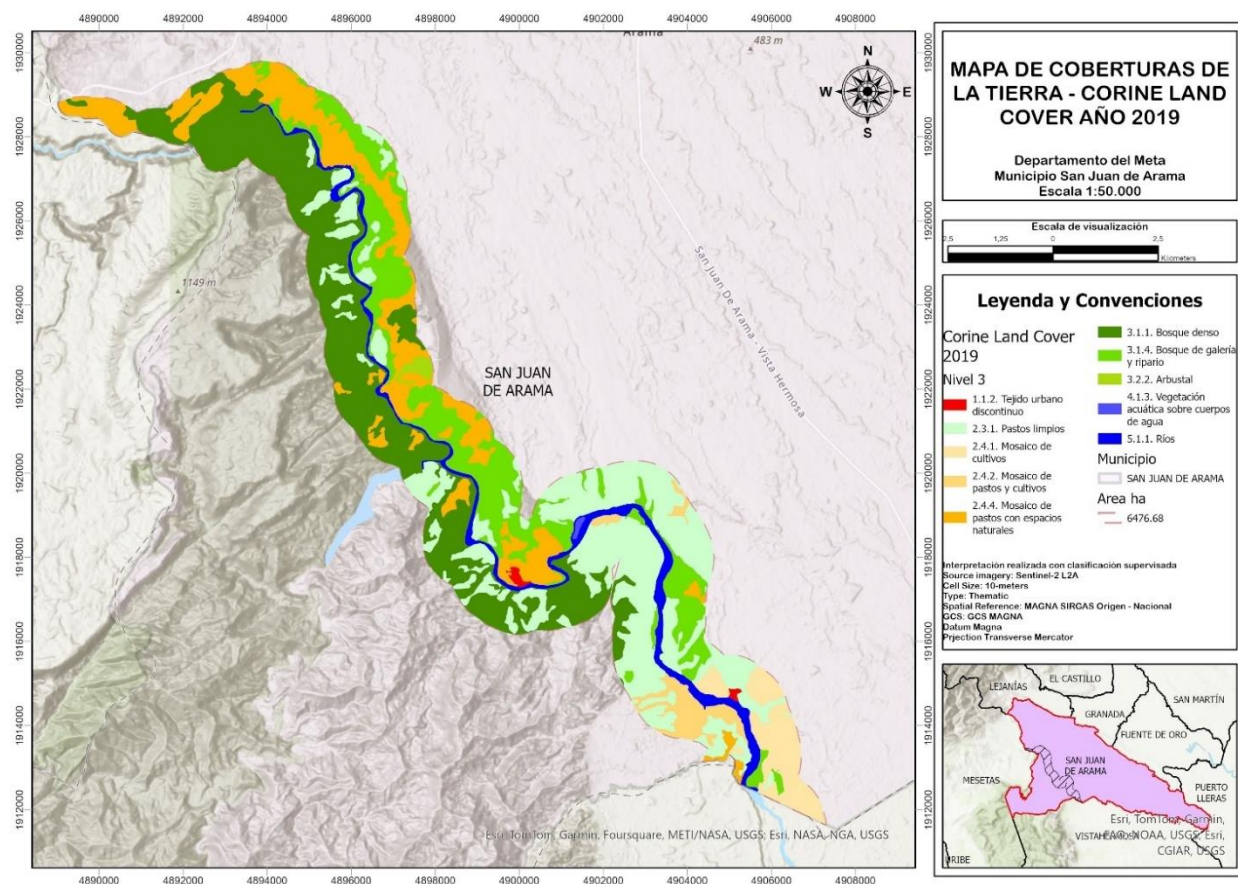
NIVEL				Área (Ha)
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.2. Tejido urbano discontinuo		18,24
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios		1693,41
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos		323,74
		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos		182,04
		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales		1000,00
3. BOSQUES Y SEMINATURALES	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso		1806,45

Tabla 2. *Continuación*

		3.1.4. Bosque de galería y ripario	1060,77
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.2. Arbustal	30,52
4. AREAS HÚMEDAS	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	6,75
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos	354,77

Entre los cambios más notables, se destaca el crecimiento de las áreas de pastos limpios, que aumentaron a 1693,41 Ha, lo cual representa un crecimiento del 79.15% con respecto a 2012. Este crecimiento es indicativo de la expansión de la actividad ganadera, que ha ganado terreno frente a los ecosistemas boscosos. Además, las áreas de mosaicos de cultivos y pastos con espacios naturales también muestran una notable expansión, alcanzando 323,74 Ha y 100,00 Ha respectivamente. Este cambio refleja una transición hacia un uso del suelo más intensivo para actividades productivas, lo cual podría estar asociado al crecimiento económico y la demanda de tierras después del Acuerdo de Paz.

En contraste, las áreas de bosque denso y bosque de galería, aunque todavía presentes, comienzan a mostrar signos de presión, disminuyendo su extensión debido a la expansión de áreas productivas como se observa en la tabla de distribución de coberturas del año 2019 (Tabla 2).

Figura 3. Mapa de coberturas del suelo en la ronda hídrica del río Güejar (2019).

Cobertura del Suelo en 2022

Para el año 2022, la tendencia hacia la transformación del paisaje se aceleró. Se observó una marcada reducción en las áreas boscosas y un notable incremento en las áreas dedicadas a pastos limpios y mosaicos de cultivos, consolidando el predominio de las actividades económicas sobre los ecosistemas naturales (Figura 4).

Tabla 3. *Distribución de coberturas del suelo en 2022 (Ha).*

NIVEL			Area (Ha)
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.2 Tejido urbano discontinuo	17,65
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios	2050,10
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos	445,55
		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	523,92
		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	218,98
		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	305,94
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1. Bosques	3.1.1 Bosque denso	1759,80
		3.1.4 Bosque de galería y ripario	748,55
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.2. Arbustal	32,70
4. AREAS HÚMEDAS	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	14,32
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Rios (50 m)	359,18

Las áreas de pastos limpios alcanzaron un total de 2050,10 ha en 2022, lo que representa un aumento significativo del 21.06% en comparación con 2019. De igual manera, las áreas de mosaico de cultivos crecieron, ocupando 44,555 ha. Este cambio sugiere una intensificación del uso del suelo para la producción agrícola y ganadera, a expensas de las áreas boscosas, cuya extensión disminuyó considerablemente en este periodo.

del bosque denso original había sido transformada o degradada.

Posteriormente, entre 2019 y 2022, el área de bosque denso sufrió una disminución adicional del 69.04%. Aunque la tasa de pérdida es menor que en el periodo anterior, sigue siendo alarmantemente alta. Este patrón sugiere que la conversión de áreas boscosas continuó a un ritmo acelerado, lo que compromete aún más la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios clave, como la captura de carbono, la regulación de los ciclos hídricos y la conservación de hábitats críticos para la biodiversidad.

Tabla 4. *Comparativo de Cambios en Coberturas Boscosas.*

Cobertura del Suelo	2012 (ha)	2019 (ha)	2022 (ha)	Cambio 2012-2019 (%)	Cambio 2019-2022 (%)	Cambio 2012-2022 (%)
Bosque denso (3.1.1)	1030.67	106.077	328.42	-89.71%	-69.04%	-68.13%
Bosque de galería y ripario (3.1.4)	328.42	248.91	164.22	-24.20%	-34.04%	-50.00%

El bosque de galería y ripario, que es fundamental para la protección de los márgenes del río y la estabilización del suelo, también ha sufrido una reducción significativa. Entre 2012 y 2019, se observó una disminución del 24.20% en su extensión, lo que indica que las zonas ribereñas empezaron a ser desplazadas, posiblemente por el avance de actividades productivas en áreas cercanas al cauce del río.

En el periodo de 2019 a 2022, esta tendencia negativa se intensificó, con una pérdida adicional del 34.04% del bosque de galería y ripario. Esta pérdida progresiva es preocupante, ya que compromete la estabilidad de las riberas del río Güejar, incrementando el riesgo de erosión, desbordamientos, y una mayor sedimentación en las aguas del río. Además, al reducirse el bosque ribereño, los ecosistemas acuáticos pierden una importante barrera protectora, lo que podría llevar a una disminución de la calidad del agua y afectar negativamente a la fauna y flora dependientes del ecosistema fluvial.

En términos generales, la comparación entre 2012 y 2022 muestra que tanto el bosque denso como el bosque de galería y ripario han experimentado pérdidas devastadoras. El bosque

denso ha sufrido una reducción acumulada del 68.13%, mientras que el bosque de galería y ripario ha perdido el 50.00% de su cobertura original. Estas cifras reflejan un proceso de transformación y degradación del paisaje natural que compromete seriamente la capacidad de los ecosistemas para mantener su equilibrio y prestar servicios ambientales esenciales para la región.

Por otro lado, las coberturas no boscosas (Tabla 5, en la ronda hídrica del río Güejar revela una expansión continua de las áreas de pastoreo, lo que está transformando el paisaje a expensas de las áreas naturales. Aunque el crecimiento del tejido urbano discontinuo ha sido más moderado, los patrones de urbanización podrían acelerarse en el futuro. Estos cambios requieren una gestión sostenible del uso del suelo y la implementación de políticas de conservación para proteger los recursos naturales y mitigar los impactos de la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad.

Tabla 5. *Cambios de coberturas no boscosas.*

Cobertura del Suelo	2012 (ha)	2019 (ha)	2022 (ha)	Cambio 2012-2019 (%)	Cambio 2019-2022 (%)	Cambio 2012-2022 (%)
Pastos limpios (2.3.1)	94,507	169,341	205,010	+79.15%	+21.06%	+117%
Mosaico de pastos y cultivos (2.4.2)	167,618	182,204	52,392	+8.68%	-71.23%	-68.74%
Tejido urbano discontinuo (1.1.2)	1,765	1,824	1,765	+3.34%	-3.24%	0.00%

El mosaico de cultivos y pastos ha mostrado un comportamiento más moderado en comparación con los pastos limpios, con fluctuaciones en los dos periodos de análisis. Entre 2012 y 2019, el mosaico de cultivos y pastos aumentó un 8.68%, lo que indica una expansión moderada en este tipo de cobertura, posiblemente reflejando una combinación de cultivos y áreas de pastoreo.

Entre 2019 y 2022, el crecimiento fue aún más reducido, con un incremento del 4.63%, alcanzando 190,622 ha en 2022. Aunque el crecimiento total del 13.74% en diez años no es tan alarmante como en otras coberturas, sigue siendo una indicación de que el uso mixto del suelo sigue siendo predominante en algunas áreas, donde los cultivos y pastos coexisten.

El mosaico de cultivos y pastos es importante en términos de sostenibilidad, ya que permite una diversificación del uso del suelo, lo que podría ofrecer ciertos beneficios para la conservación

si se maneja de manera sostenible. Sin embargo, si las áreas de cultivo no siguen prácticas agrícolas responsables, como la rotación de cultivos o el uso de tecnologías agrícolas sostenibles, el riesgo de erosión del suelo y degradación de la tierra sigue presente.

El crecimiento del tejido urbano discontinuo ha sido relativamente moderado durante el periodo de estudio, con un incremento del 3.34% entre 2012 y 2019, pasando de 1,765 ha a 1,824 ha. Este aumento refleja una expansión lenta pero progresiva de asentamientos humanos dispersos o de baja densidad, lo cual es característico en zonas rurales que comienzan a experimentar procesos de urbanización.

Sin embargo, entre 2019 y 2022, el tejido urbano discontinuo disminuyó ligeramente en un 3.24%, regresando a 1,765 ha, lo que podría estar relacionado con cambios en la ocupación del suelo o desplazamientos de población. La estabilidad a largo plazo (0.00%) en los últimos diez años sugiere que la urbanización no ha sido un factor determinante en la transformación del uso del suelo en esta región, al menos hasta el momento.

No obstante, aunque el crecimiento urbano ha sido moderado, es fundamental monitorear su desarrollo para evitar una expansión urbana descontrolada que podría comprometer la planificación territorial y el equilibrio entre el desarrollo urbano y la conservación de áreas productivas y naturales. Sin una planificación adecuada, la expansión del tejido urbano discontinuo podría fragmentar los ecosistemas y reducir la capacidad de la región para sostener sus recursos naturales.

Discusión

El cambio de uso del suelo en la ronda hídrica del río Güejar entre los años 2012 y 2022 revela una clara tendencia hacia la transformación de áreas boscosas en áreas productivas, principalmente destinadas a actividades agropecuarias y, en menor medida, agraria y turística. Esta transformación ha sido impulsada por la expansión de prácticas agrícolas y ganaderas, con implicaciones significativas para los ecosistemas locales, los recursos hídricos y las dinámicas económicas de la región.

Los resultados indican que la expansión de los pastos limpios ha sido uno de los factores más influyentes en el cambio de uso del suelo, con un crecimiento acumulado del 117% entre 2012 y 2022. Este incremento está asociado a la intensificación de la actividad ganadera, la cual ha

desplazado áreas naturales como el bosque denso y el bosque de galería y ripario. La conversión de tierras a pastizales implica un uso intensivo del suelo que, si no se gestiona adecuadamente, puede generar degradación del suelo, pérdida de fertilidad y un aumento de los riesgos de erosión.

Este fenómeno no es único de la región, ya que diversos estudios han documentado tendencias similares en otras áreas rurales de Colombia donde las actividades ganaderas han sustituido extensas áreas de bosques nativos (IDEAM, 2007). El cambio en la estructura del paisaje tiene profundas consecuencias para los servicios ecosistémicos, como la regulación de ciclos hídricos y la capacidad del suelo para absorber agua y carbono, lo que incrementa la vulnerabilidad de la región frente al cambio climático.

El turismo en el río Güejar ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, debido a su relevancia como destino ecoturístico. Este auge ha traído consigo nuevas presiones sobre el uso del suelo, ya que áreas previamente naturales han sido transformadas para facilitar infraestructuras turísticas, como alojamientos, zona de desembarque, caminos y servicios asociados a las actividades recreativas (Rincón et al., 2015). Si bien el turismo de naturaleza tiene el potencial de generar ingresos económicos y fomentar la conservación, su expansión descontrolada puede llevar a la degradación de los ecosistemas ribereños, especialmente cuando se construyen infraestructuras que no respetan los límites de protección ambiental.

La literatura también destaca que el turismo no planificado puede aumentar la presión sobre los recursos naturales, al promover la fragmentación de hábitats y el desplazamiento de actividades tradicionales, como la agricultura de subsistencia, hacia áreas más frágiles (Gómez & Sánchez, 2019). Esto resalta la necesidad de implementar planes de ordenamiento territorial que equilibren el crecimiento del turismo con la conservación de las áreas naturales.

El análisis también muestra una significativa pérdida de cobertura forestal, particularmente en el bosque denso y el bosque de galería y ripario, con reducciones del 68.13% y 50.00% respectivamente entre 2012 y 2022. Estos bosques son fundamentales para la protección de las riberas del río Güejar, ya que actúan como una barrera natural que regula la erosión del suelo y mantiene la calidad del agua. Su pérdida incrementa los riesgos de sedimentación en el río, afectando no solo los ecosistemas acuáticos, sino también las comunidades que dependen del agua del río para el riego agrícola y el abastecimiento.

La literatura sobre cambio de uso del suelo en áreas ribereñas sugiere que la pérdida de bosques ribereños genera un impacto directo en la biodiversidad y en la capacidad del suelo para

regular las crecidas del río en épocas de lluvias intensas (Aristizábal & Gómez, 2010). En el contexto del río Güejar, este proceso podría exacerbar las consecuencias de los eventos climáticos extremos, aumentando la vulnerabilidad de las áreas cercanas a inundaciones y sequías.

El mosaico de cultivos y pastos, que refleja una combinación de actividades agrarias y ganaderas, ha experimentado fluctuaciones, con un leve crecimiento del 13.74% entre 2012 y 2022, pero una disminución significativa entre 2019 y 2022, lo que sugiere que las áreas de cultivo han sido desplazadas por otras actividades, principalmente ganaderas o agrícolas. Esto podría estar relacionado con la falta de implementación de prácticas agrícolas sostenibles, que permitan conservar la calidad del suelo y maximizar su capacidad productiva sin deteriorar los ecosistemas.

La agricultura tradicional, que ha sido un pilar de la economía en la región, necesita adoptar prácticas como la rotación de cultivos, la agroforestería y el uso de tecnologías de conservación de suelos para reducir la erosión y mejorar la resiliencia de los suelos frente al cambio climático. La política pública debe enfocarse en apoyar a los productores locales para que implementen estas prácticas y en fortalecer la regulación ambiental en áreas de uso mixto.

Conclusiones

Es evidente que se presenta una disminución significativa de áreas boscosas, pues entre 2012 y 2022, se registró una reducción del 68.13% en el bosque denso y del 50.00% en el bosque de galería y ripario en la ronda hídrica del río Güejar. Esta pérdida afecta negativamente los servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación hídrica, la protección del suelo y la conservación de la biodiversidad.

Las áreas de pastos limpios aumentaron en un 117% durante el mismo periodo, evidenciando una intensificación de la ganadería y la agricultura. Esta expansión ha contribuido a la conversión de áreas naturales en zonas productivas, incrementando la presión sobre los recursos naturales y potencialmente causando degradación del suelo y pérdida de biodiversidad.

La pérdida de cobertura forestal, especialmente en las zonas cercanas al río Güejar, fue observada directamente durante las salidas de campo. Las imágenes capturadas en terreno evidencian la transformación de estas áreas en zonas productivas y su impacto en la estabilidad de las riberas del río. Las fotografías de dichas salidas se incluyen en el Anexo 1.

El crecimiento del turismo en el río Güejar ha generado nuevas presiones sobre el uso del suelo, incluyendo la construcción de infraestructuras, senderos, en áreas sensibles. Sin una adecuada planificación y gestión, el turismo puede exacerbar la degradación ambiental y la fragmentación de ecosistemas, afectando la sostenibilidad a largo plazo de la región.

La transformación del uso del suelo resalta la urgencia de implementar prácticas agropecuarias y turísticas sostenibles que equilibren el desarrollo económico con la conservación ambiental. Esto incluye la adopción de técnicas de manejo sostenible del suelo, la restauración de áreas degradadas y la promoción de un turismo responsable que minimice el impacto ambiental.

Los cambios observados subrayan la necesidad de fortalecer y actualizar el Esquema de Ordenamiento Territorial que integre la conservación de los ecosistemas, el desarrollo socioeconómico y la participación comunitaria. Una gestión territorial adecuada es crucial para garantizar la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las comunidades locales.

Es fundamental que las autoridades locales y regionales implementen políticas y acciones que mitiguen la pérdida de cobertura forestal y promuevan el uso sostenible del suelo. La conservación de los ecosistemas naturales es esencial para mantener los servicios ambientales y la resiliencia frente al cambio climático.

Referencias bibliográficas

- Aide, T. M., & Grau, H. R. (2004). Globalization, migration, and Latin American ecosystems. *Science*, 305(5692), 1915-1916. <https://dx.doi.org/10.1126/science.1103179>
- Aristizábal, E., & Gómez, L. M. (2010). Desplazamiento forzado y cambio de uso del suelo en Colombia: Un análisis espacial. *Revista de Geografía Norte de Santander*, 5(10), 123-142.
- Foley, J., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1111772>
- García, C. A., & Sánchez, H. (2019). Impactos del Acuerdo de Paz sobre el uso del suelo en zonas afectadas por el conflicto armado en Colombia: Un análisis preliminar. *Estudios Rurales y Urbano Territoriales*, 20(3), 437-460.
- Gómez, J., & Sánchez, F. (2019). Turismo de naturaleza y desarrollo económico en áreas rurales

- de Colombia. Editorial Universidad de Antioquia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2007). Estado del medio ambiente en Colombia. Imprenta Nacional.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2007). Estudio Nacional del Agua. Ideam.
- Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the national academy of sciences*. 108(9), 3465-3472. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>
- Rudel, T. K., Schneider, L., Uriarte, M., Turner, B. L., DeFries, R., Lawrence, D., & Grau, R. (2009). Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(49), 20675-20680. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812540106>
- Vergara, F., & Rodriguez, J. J. (2012). Áreas de conservación privada y grupos al margen de la ley en Colombia: Un análisis exploratorio. *Revista Latinoamericana de Conservación*, 7(2), 183-194