

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS
AFECTADOS POR EROSIÓN EN EL MUNICIPIO SAN VICENTE DE CHUCURÍ.

JENIFER ANDREA AMADO VALDERRAMA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

PREGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

BUCARAMANGA

2020

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS
AFECTADOS POR EROSIÓN EN EL MUNICIPIO SAN VICENTE DE CHUCURÍ.

JENIFER ANDREA AMADO VALDERRAMA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Ambiental

Director

Angelica María Muskus Morales

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

PREGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

BUCARAMANGA

2020

Dedicatoria

Dedico mi trabajo a mi generación, en nosotros esta arreglar las malas decisiones de nuestros antecesores y darle un rumbo diferente al futuro, valorando y preservando lo que Dios y la vida nos da todos los días.

Agradecimientos

A Dios por iluminarme, inspirarme y darme la sabiduría para desarrollar este proyecto.

A mi familia y seres queridos por el apoyo incondicional.

A mis padres Nestor Amado y Belty Valderrama por creer en mí y apoyarme en mi vida profesional.

A mi hermano Jhonatan Amado por guiarme e inspirarme en todo mi camino.

A mi cuñada Diana Moreno por iluminarme y apoyarme en el desarrollo de este proyecto.

A mi mejor amiga Silvia Zambrano por estar siempre para mí, en todas las decisiones de mi vida.

A mi novio y amigo incondicional Daniel Pérez, por acompañarme y darme la serenidad para desarrollar este proyecto.

A todos los profesores de la Universidad Pontificia Bolivariana, por contribuir en mi crecimiento como profesional y persona.

A mi guía y directora Angelica María Muskus Morales, por creer en mí y en el desarrollo de este proyecto.

Tabla de contenido.

Resumen	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
Delimitación del Problema.	14
Alcance	15
Antecedentes.....	16
Justificación	17
Objetivos del Proyecto	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.	19
Marco Teórico	20
¿Qué es el suelo?	20
Problemática de la degradación de suelos por erosión	20
Historia de la erosión	21
Tipos de erosión	21
Erosión hídrica.....	21
Erosión eólica.	24
Sistemas de información geográfica (SIG).....	26
Diseño Metodológico	28
Metodología del Objetivo 1	28
Metodología del Objetivo 2.....	29
Metodología del Objetivo 3.....	31
Resultados Objetivo 1.....	33
Actividad A (diagnóstico inicial)	33
Información General del Municipio.	33
Actividades Económicas e Industriales.....	34
Actividades Culturales.....	38
Principales Usos del Suelo.	38
Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos.	47
Gestión Ambiental y Normativa.....	50
Características del Suelo.....	51
Erosión en San Vicente de Chucurí y los factores naturales que influyen.	52
Factores naturales que influyen en la erosión.....	56

Deforestación en el municipio.....	58
Actividad B (análisis del diagnóstico inicial).....	60
Resultados del Objetivo 2.....	62
Actividad A (preselección de estrategias y tecnologías).....	62
Actividad B (análisis comparativo de las estrategias y tecnologías).....	63
Estrategias para un manejo sostenible del recurso suelo.....	64
Tecnologías Biológicas y de Coberturas Superficiales.	71
Actividad C (selección de estrategias y tecnologías)	77
Resultados del Objetivo 3.....	79
Actividad A y B (proyección de la información y definición de los sistemas de clasificación).....	79
Actividad C (formulación de mapas).....	85
Conclusiones.....	89
Recomendaciones	90
Bibliografía.....	91
Anexos	94
Anexo 1	94
Anexo 2	95
Anexo 3.	96

Lista de tablas

Tabla 1. Relación del proyecto con los ODS	18
Tabla 2. Fases de la erosión hídrica.....	22
Tabla 3. Factores que influyen en la erosión hídrica.....	23
Tabla 4. Tipos de erosión hídrica	23
Tabla 5. Fases de erosión eólica	24
Tabla 6. Factores que influyen en la erosión eólica	25
Tabla 7. Tipos de erosión eólica.....	25
Tabla 8. Herramientas de información.	28
Tabla 9. Cultivos desarrollados en San Vicente de Chucurí	35
Tabla 10. Producción pecuaria en San Vicente de Chucurí	36
Tabla 11. Ciclo de los cultivos de San Vicente de Chucurí	40
Tabla 12. Porcentaje de participación del Sector Agropecuario	40
Tabla 13. Zonas de vida de San Vicente de Chucurí.....	42
Tabla 14. Zonas de vida y ecosistemas de San Vicente de Chucurí.....	47
Tabla 15. Ecosistemas de interés ambiental de San Vicente de Chucurí	49
Tabla 16. Clasificación taxonomica de los suelos de San Vicente de Chucurí	51
Tabla 17. Descripción de los paisajes de San Vicente de Chucurí.....	56
Tabla 18. Zonificación Hidrográfica de San Vicente de Chucurí	58
Tabla 19. Análisis de usar el suelo según su vocación de uso.....	64
Tabla 20. Análisis de labranza mínima	65
Tabla 21. Análisis de pastoreo controlado o rotativo	66
Tabla 22. Análisis de cultivos de cobertura.....	66
Tabla 23. Análisis de rotación de cultivos.....	67
Tabla 24. Análisis de policultivos o cultivos asociados	68
Tabla 25. Análisis de diversificación funcional	69
Tabla 26. Análisis de barreras	70
Tabla 27. Análisis de revegetalización inducida	71
Tabla 28. Análisis de abonos verdes	72
Tabla 29. Análisis de siembra utilizando bambu o guadua	72
Tabla 30. Análisis de mantos orgánicos	73
Tabla 31. Análisis de clavado de estaquillas vivas en taludes.....	74
Tabla 32. Análisis de las fajinas	75
Tabla 33. Análisis de empradizado.....	76
Tabla 34. Selección de estrategias y tecnologías	77
Tabla 35. Niveles de intervención	80
Tabla 36. Niveles de intervención de cada vereda	81
Tabla 37. Asignación de estrategias y tecnologías.....	82

Lista de figuras

Figura 1.Erosión hídrica	22
Figura 2.Erosión eólica.....	24
Figura 3.Diseño metodológico del objetivo 1 actividad A.....	29
Figura 4.Diseño metodológico del objetivo 1 actividad B.....	29
Figura 5.Diseño metodológico del objetivo 2 actividad A.....	30
Figura 6.Diseño metodológico del objetivo 2 actividad B.....	30
Figura 7.Diseño metodológico del objetivo 2 actividad C.....	31
Figura 8.Diseño metodológico del objetivo 3 actividad A.....	31
Figura 9.Diseño metodológico del objetivo 3 actividad B.....	32
Figura 10.Diseño metodológico del objetivo 3 actividad C.....	32
Figura 11.Municipio San Vicente de Chucurí.....	33
Figura 12.Actividades desarrolladas en San Vicente de Chucurí.....	39
Figura 13.Zonas de vida de San Vicente de Chucurí	43
Figura 14.Ecosistemas de San Vicente de Chucurí	45
Figura 15.Porcentaje de ecosistemas naturales y transformados	46
Figura 16.Erosion en el municipio San Vicente de Chucurí	52
Figura 17.Porcentajes de los grados de erosión en San Vicente de Chucurí.....	53
Figura 18.Clases de erosión en San Vicente de Chucurí.....	54
Figura 19.Porcentajes de las clases de erosión.....	55
Figura 20.Área de bosques en San Vicente de Chucurí	59
Figura 21.División territorial.....	86
Figura 22.Niveles de intervención.....	86
Figura 23.Clases y grados de erosión	87
Figura 24.Vocación del Uso del Suelo.	87

Lista de anexos

Anexo 1 Porcentajes de los grados de erosión en cada de vereda.....	94
Anexo 2 Porcentajes de las clases de erosión en cada vereda.....	95
Anexo 3 Porcentajes de las combinaciones de grados y clases de erosión en cada vereda..	96

Glosario

Suelo: Superficie de la Tierra.

Erosión: Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento.

Municipio: División administrativa menor de un estado.

Pobreza: Necesidad, estrechez, carencia de lo necesario para vivir.

Recursos naturales: Bienes o servicios que proporciona la naturaleza sin la intervención del hombre.

Ecosistema: Sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven.

Biodiversidad: Variedad de formas de vida.

Actividad Económica: Forma mediante la cual se produce, intermedia y/o se vende un bien o servicio destinado a satisfacer una necesidad o deseo.

Sostenibilidad: satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas.

Resumen

11/11/2020

www.upbbga.edu.co/biblioteca/formaton.php

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS AFECTADOS POR EROSIÓN EN EL MUNICIPIO SAN VICENTE DE CHUCURÍ.

AUTOR(ES): Jenifer Andrea Amado Valderrama

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR(A): Angelica María Muskus Morales

RESUMEN

La recuperación de los suelos degradados es un tema de interés actual, debido a la importancia de la conservación del suelo para garantizar la seguridad alimentaria de las futuras generaciones. De ahí que el presente proyecto tenga como objetivo desarrollar una propuesta para la recuperación de los suelos afectados por la erosión en el municipio de San Vicente de Chucurí. La metodología del proyecto se establece en 3 objetivos, en el primero se realiza un diagnóstico del municipio y la erosión presente. En el segundo se realiza una revisión teórica de las estrategias de manejo sostenible y de las tecnologías de recuperación del suelo de carácter biológico y de cobertura superficial, y en el tercero se proyectan las estrategias y tecnologías seleccionadas con la ayuda del software ArcGIS y la información geográfica de la región, proporcionados por instituciones ambientales. Como resultados se obtiene que la región presenta erosión de tipo hídrica de grado ligera y moderada y que el municipio tiene un crecimiento desmedido de sus actividades agropecuarias. Adicionalmente las estrategias y tecnologías a implementar en la región son la labranza mínima, pastoreo controlado, fajinas, revegetalización, entre otras. Por otra parte se obtienen mapas que exponen los dos sistemas de clasificación de estrategias y tecnologías (por niveles de intervención y por clase y grado de erosión), las veredas a intervenir con medidas orientadas a la vocación del suelo y la distribución de las veredas en el municipio. Finalmente, las veredas a intervenir con mayor prioridad son Santa Rosa y Nueva Granada, cuyas estrategias y tecnologías a implementar corresponden a la labranza mínima, abonos verdes, fajinas, entre otras. Donde se destaca necesidad de capacitar a la comunidad en la correcta ejecución de estrategias de manejo sostenible y las tecnologías propuestas.

PALABRAS CLAVE:

erosión, suelos, municipio, sostenible, tecnologías

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

Abstract

12/11/2020

www.upbga.edu.co/biblioteca/formatoi.php

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: DEVELOPMENT OF A PROPOSAL TO RECOVER THE SOILS AFFECTED BY EROSION IN SAN VICENTE DE CHUCURÍ

AUTHOR(S): Jenifer Andrea Amado Valderrama

FACULTY: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR: Angelica Maria Muskus Morales

ABSTRACT

The recovery of degraded soils is a topic of current interest due to soil conservation's importance to guarantee food security for future generations. Hence, the present project aims to develop a proposal for the recovery of soils affected by erosion in the municipality of San Vicente de Chucurí. The project's methodology has three objectives. First, a diagnosis of the municipality and the present erosion is carried out. Second, a theoretical review of sustainable management strategies and the soil recovery technologies of a biological nature and surface cover is implemented. Finally, some strategies and selected technologies are projected with the Geographical Information System's help, provided by environmental institutions. As a result, the region presents a light and moderate degree of water erosion and that the municipality has an excessive growth of its agricultural activities. Additionally, the strategies and technologies to be implemented in the region are minimum tillage, controlled grazing, fajinas, and revegetation. On the other hand, some maps expose the two systems of classification of strategies and technologies (by intervention levels, class and degree of erosion). The paths to be intervened with measures aimed at the vocation of the soil and the distribution of the town's paths. Finally, the villages to intervene with the highest priority are Santa Rosa and Nueva Granada, whose strategies and technologies correspond to minimum tillage, green manures, and fajinas. Where the need to train the community in the correct execution of sustainable management strategies and the proposed technologies is highlighted.

KEYWORDS:

erosion, soils, municipality, sustainable, technologies

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

Introducción.

Son numerosas las definiciones para la palabra suelo, y dependiendo de la perspectiva el concepto cambia, los geólogos lo definen como el estado entre la roca y el sedimento, los químicos como un recipiente donde el material mineral ha sido alterado por fuerzas naturales, los ecologistas lo consideran parte de la naturaleza y los filósofos una manifestación de la belleza (Loaiza, 2010). Estas definiciones determinan que el suelo está sujeto a factores naturales y que presenta su propia temporalidad y limitaciones en su manejo. En los últimos años el recurso ha sido sometido a numerosas intervenciones debido a las actividades antrópicas, causando fenómenos de degradación como; desertificación, erosión y salinización (Loaiza, 2010), las cuales comprometen y afecta la productividad futura del suelo.

En Colombia se presentan diversos tipos de degradación, incluyendo la erosión, y Santander es el quinto departamento más afectado por este fenómeno (MADS et al., 2015) indicando panoramas desalentadores relacionados a la conservación y preservación del recurso natural suelo.

Debido a la actual situación presentada con la degradación de suelos por erosión, este proyecto se plantea como respuesta a la problemática ambiental desarrollando una propuesta para la recuperación de los suelos afectados por erosión en el municipio San Vicente de Chucurí, del departamento de Santander, ya que es uno de los mayores productores agrícolas del departamento y del país (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2018; Secretaría de Agricultura, 2016). Por esta razón es fundamental garantizar la productividad futura del territorio, investigando tecnologías de carácter biológico y de coberturas superficiales, que no generen impactos ambientales negativos, y/o estrategias de manejo sostenible que se adapten a la situación y necesidades de la región.

El proyecto está conformado por 3 objetivos, en el primero se evaluó por medio de información secundaria la erosión del suelo en el municipio de San Vicente de Chucurí, con el propósito de establecer las causas principales de la erosión en la región. En el segundo se realizó una revisión teórica sobre las tecnologías de carácter biológico y de cobertura superficial y estrategias de manejo sostenible del recurso suelo, estableciendo las más adecuadas para implementar en la región, apoyándose del análisis realizado en el objetivo 1. En el tercer y último objetivo se formularon mapas con la ayuda del software ArcGIS para clasificar y exponer las técnicas y/o estrategias seleccionadas a implementar en el municipio, utilizando los sistemas de información geográfica y cartografía existente de la región.

Delimitación del Problema.

La degradación de suelos es una problemática ambiental de bastante relevancia actual, manifestándose mediante diferentes procesos como: erosión, contaminación, pérdida de la materia orgánica, salinización, compactación y desertificación (SIAC, 2012).

Aproximadamente el 40% del territorio colombiano presenta algún grado de erosión y Santander es el quinto departamento más perjudicado en el país por este fenómeno, con más del 70 % de su territorio afectado (SIAC, 2014; Vanguardia, 2017). El proceso de erosión se ha magnificado e intensificado debido a las actividades antrópicas no sostenibles como la agricultura extensiva, pastoreo y deforestación (SIAC, 2012), afectando el estado de los ecosistemas, el equilibrio ecológico y la fertilidad del suelo y a su vez a las poblaciones que se abastecen por medio de este recurso natural (IAEA, 2020).

El departamento de Santander se destaca por su producción agrícola, específicamente de cultivos como: cacao, palma de aceite, café y caña panelera, resaltando el municipio San Vicente de Chucurí como uno de los más grandes productores del departamento (Secretaría de Agricultura, 2016), por esta razón garantizar su productividad futura es fundamental para permitir el desarrollo íntegro de las próximas generaciones.

En este proyecto, se desarrolló una propuesta para la recuperación de los suelos afectados por erosión en el municipio San Vicente de Chucurí, del departamento de Santander. Para su ejecución fue necesario resolver dos preguntas, la primera era como el municipio y sus actividades están relacionadas con la erosión presente en el suelo, y la segunda era cuales son las tecnologías y estrategias más adecuadas a implementar en el municipio, teniendo en cuenta la erosión presente y la situación de la región.

Alcance

En este proyecto se desarrolló una propuesta para la recuperación de los suelos afectados por erosión en el municipio San Vicente de Chucurí. Para su ejecución se evaluó por medio de información secundaria la erosión del suelo en el municipio, investigando sus actividades y la erosión, apoyándose en fuentes de información secundaria, con el fin de establecer la relación entre el municipio y la erosión presente, determinando sus causas principales.

Posteriormente se realizó una investigación teórica sobre las tecnologías de recuperación de suelos afectados por erosión y las estrategias para un manejo sostenible del recurso suelo, analizándolas y estableciendo las más adecuadas para implementar en el municipio San Vicente de Chucurí.

Finalmente, por medio de ayudas electrónicas y softwares e implementando la información geográfica de la región, se formularon mapas que clasifican y exponen las técnicas y/o estrategias a implementar.

Antecedentes.

El municipio San Vicente de Chucurí se encuentra ubicado en el departamento de Santander, presenta una extensión territorial de 119.541 hectáreas (ha) y está conformado por 37 veredas (Plan de Desarrollo Municipal, 2020). Las actividades económicas del municipio son variadas, cuenta con riquezas en recursos ecoturísticos presentando atractivos como: parques naturales, cuevas, pozos y cascadas (Turismo en Colombia, 2020). Sin embargo, las actividades agrícolas y pecuarias constituyen el eje de la economía local, no obstante estas actividades presentan deficiencias en su optimización, modernización y tecnificación, limitando el avance y el fortalecimiento de los sectores productivos (Plan de Desarrollo Municipal, 2020).

El municipio es considerado como la despensa agrícola departamental y como la capital cacaotera del país, además de resaltar otros cultivos como, palma de aceite, caucho y caña panelera, debido a su alta producción a nivel departamental (Secretaría de Agricultura, 2016). En menores escalas representativas están los cultivos de (plátano, banano, cítricos y otros), que aportan al soporte de la economía campesina y despensa municipal, variando la actividad agrícola en el territorio del municipio. (Plan de Desarrollo Municipal, 2020)

Algunos cultivos como el caucho y la palma de aceite requieren extensos territorios para su desarrollo, comprometiendo la productividad del suelo y precisan la implementación de actividades sostenibles que reduzcan los impactos ambientales negativos. Otro pilar de la economía municipal es la actividad pecuaria, resaltando la producción avícola, bovina y porcina, lamentablemente también presenta deficiencia en su optimización, modernización y tecnificación, limitando el avance del sector productivo. (Plan de Desarrollo Municipal, 2020).

Justificación

El suelo es un recurso natural fundamental para el desarrollo de la vida, conforma la corteza terrestre y lleva a cabo diversos procesos naturales y ciclos vitales (Peluffo, 2016) por lo tanto, su preservación y conservación es de gran importancia para el ser humano, sin embargo las actividades antrópicas han perjudicado la calidad y estabilidad del recurso natural, contaminándolo e intensificando los procesos de degradación natural, como la erosión (SIAC, 2014).

La erosión hace referencia a la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre, por factores naturales como el agua y el viento, y si es intensificada por la actividad humana ocasiona graves consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (SIAC, 2014). Este fenómeno es una gran amenaza para la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas a nivel mundial y para la productividad del suelo (IAEA, 2020). Se estima que aproximadamente el 40 % del territorio colombiano y el 70 % del territorio de Santander presenta algún grado de erosión (SIAC, 2012). También se calcula que actualmente la degradación del suelo afecta 1900 millones (ha) en el mundo, de las cuales el 85% es producto de la erosión (IAEA, 2020).

Debido a la gran problemática presentada con la erosión a nivel mundial y nacional, y a los altos porcentajes de afectación evidenciados en el departamento de Santander, el desarrollo de este proyecto se plantea como un aporte teórico y de análisis investigativo, ya que se estudiará al municipio San Vicente de Chucurí y la erosión presente, determinando su relación y causas principales. También se realizará una revisión teórica sobre las técnicas para la recuperación de suelos afectados por erosión y estrategias de manejo sostenible, concluyendo en la proyección de las técnicas y estrategias seleccionadas en mapas de clasificación, con el propósito de tener una propuesta que mejore la problemática

de erosión en la región, la cual es fundamental para el abastecimiento de productos agrícolas a nivel municipal, departamental y nacional.

Finalmente es importante resaltar la relación entre el proyecto y los objetivos de desarrollo sostenible planteados en la agenda del 2030, ya que el proyecto al tener una inclinación por la preservación al medio ambiente y la recuperación de recursos naturales contribuye y apoya al desarrollo de varios objetivos planteados.

En la tabla 1, se observan los objetivos de desarrollo que tienen relación con el proyecto y la justificación de cada objetivo descrito.

Tabla 1.

Relación del proyecto con los objetivos de desarrollo

Objetivo de desarrollo	Descripción de la relación
(Objetivo 2) “Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible”(ONU, 2018).	La recuperación de suelos por erosión, y el manejo sostenible del recurso, contribuye a conseguir la seguridad alimentaria, ya que así aumentan los territorios fértiles para cultivar y permite el desarrollo de una agricultura sostenible.
(Objetivo 6) “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos” (ONU, 2018).	La recuperación de los suelos afectados por erosión contribuye a preservar los ecosistemas relacionados con el uso del agua, aportando a la gestión sostenible del recurso.
(Objetivo 15) “Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica”(ONU, 2018).	El manejo sostenible del recurso suelo y su recuperación por erosión, promueve el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, combate la desertificación y contribuye a revertir la degradación de la tierra, frenando la pérdida de biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia.

Objetivos del Proyecto

Objetivo General

- Desarrollar una propuesta para la recuperación de suelos afectados por erosión en el municipio San Vicente de Chucurí.

Objetivos Específicos.

- Evaluar por medio de información secundaria, la erosión del suelo en el municipio San Vicente de Chucurí.

- Establecer diferentes tecnologías para la recuperación de suelos afectados por erosión y/o estrategias para un manejo sostenible del recurso suelo, en el municipio San Vicente de Chucurí.

- Proyectar la información seleccionada, en un mapa de clasificación de tecnologías de recuperación de suelos afectados por erosión y/o estrategias de manejo sostenible del recurso, en el municipio San Vicente de Chucurí, con la ayuda del software ArcGIS.

Marco Teórico

¿Qué es el suelo?

El suelo se define como un recurso natural y finito, que permite el desarrollo de diversos procesos, presentando un papel fundamental en el desempeño de funciones vitales para el planeta y el hombre (SIAC, 2020). También se define como un medio natural para el crecimiento de las plantas, considerándose un componente esencial de los ecosistemas y la tierra (FAO, 2020).

La importancia del suelo es de gran magnitud, es un recurso fundamental para el correcto desarrollo de los ciclos biogeoquímicos, permitiendo la distribución, transporte, almacenamiento y transformación de la materia y energía, fundamental para la existencia de la vida (Helga Van Miegroet, 2009). Al mismo tiempo permite la práctica de actividades antrópicas, contribuyendo al desarrollo cultural, social y económico del hombre, por lo tanto es fundamental garantizar su preservación y conservación, considerando que el suelo se puede degradar, siendo su recuperación costosa, difícil, a largo plazo y en algunos casos irreversible (SIAC, 2020).

Problemática de la degradación de suelos por erosión

La degradación del suelo se conoce como un proceso degenerativo, causando una reducción en la capacidad del recurso para producir bienes y prestar servicios ecosistémicos (MADS et al., 2015). Por lo tanto es importante resaltar la importancia de la gestión sostenible del recurso, su preservación y protección. En la actualidad 1900 millones (ha) en el mundo presentan algún tipo de degradación de suelo, el 85% de esa degradación es causada por erosión, además la cuarta parte de la población mundial depende de la producción de tierras degradadas. Adicionalmente, los sistemas agrícolas mundiales pierden cada año 36 000 millones de toneladas de suelo fértil por erosión, convirtiéndose en

una amenaza directa a la sostenibilidad de los ecosistemas, la productividad agrícola y la seguridad alimentaria (IAEA, 2020).

Historia de la erosión

Los estudios de la erosión en las primeras civilizaciones indican que la degradación de los suelos fueron los pilares para la caída de grandes imperios, (Hudson, 2006). Los estudios pioneros en erosión iniciaron con un edafólogo alemán Ewadh Wollny entre (1877-1895) reconocido como el padre de la conservación moderna del suelo, dirigiendo una investigación sobre las relaciones entre; suelo, planta, aire, agua y su relación con las propiedades del suelo y su erosión. El siguiente estudio significativo se realizó por Walter Ellison en 1940, analizando el efecto de la gota de lluvia sobre el suelo, que denominó erosión por salpicadura. Posteriormente se realizaron diversos estudios con el fin de analizar más variables e identificar la causas de los procesos erosivos (Hudson, 2006).

Tipos de erosión

Los dos agentes principales erosivos son el viento y el agua, y dependiendo de las condiciones y factores la erosión puede ser leve, moderada o grave (Tayupanta, 1993)

Erosión hídrica.

Es la degradación de los suelos causada por la energía del agua al precipitarse en la tierra y fluir sobre su superficie (Lopez Falcon, 2002).

En la figura 1, se expone la erosión hídrica y en la tabla 2, se presentan las 4 fases del proceso de degradación.

Figura 1.*Erosión hídrica*

Fuente: Adaptado de (CREA, 2018).

Tabla 2.*Fases de la erosión hídrica.*

Fase	Explicación
Tamaño de la gota e impacto en el suelo.	Es el inicio del proceso y la parte más importante, las gotas de lluvia presentan tamaños entre 5-6mm de diámetro e impactan con una velocidad entre 2-9m/s.
Escurrimiento.	Si la precipitación es mayor que la infiltración, se presenta un escurrimiento en el suelo, el cual arrastra las partículas y las acumula en las grietas del terreno.
Transporte y sedimentación.	Debido a la escorrentía, las partículas de suelo son transportadas formando socavaciones.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Tayupanta, 1993)

Los factores que influyen en el proceso erosivo del agua, reduciendo la productividad y fertilidad del suelo, se exponen en la tabla 3 y los tipos de erosión hídrica en la tabla 4.

Tabla 3.*Factores que influyen en la erosión hídrica*

Factores	Explicación
Precipitación.	Existe una fuerte relación entre la lluvia y la erosión del suelo, la intensidad, frecuencia y duración inciden en su degradación.
Características del suelo.	La roca madre, el grado de meteorización y las propiedades fisicoquímicas influyen en el proceso erosivo del suelo, siendo la distribución de partículas por tamaño, aspereza superficial y humedad inicial, los aspectos que mayor influencia tienen en el fenómeno de degradación.
Topografía.	El relieve del suelo, la pendiente y longitud inciden en el proceso erosivo, a mayor pendiente y longitud, mayor erosión.
Cobertura vegetal.	La vegetación actúa como barrera entre el suelo y las gotas de agua, disipando la energía del impacto, por esta razón los suelos con ausencia de cobertura vegetal son más propensos a desarrollar procesos erosivos.
Manejo.	Las practicas inadecuadas en el suelo como: el excesivo laboreo, la quema del suelo, la preparación del terreno en sentido de la pendiente y el mal riego, exponen al suelo a sufrir de erosión.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Tayupanta, 1993)**Tabla 4.***Tipos de erosión hídrica.*

Tipos de erosión	Explicación
Erosión por salpicamiento.	Consiste en la dispersión de partículas de suelo por el impacto de las gotas de lluvia. La cantidad de suelo erosionado varía dependiendo de la textura y pendiente del terreno.
Erosión laminar.	Es causada por la saturación del terreno y consiste en la remoción del suelo en capas delgadas debido a la escorrentía superficial y pendiente.
Erosión en canales y canalillos.	Es bastante común y a su vez subestimada, ya que puede ser cubierta fácilmente por labores agrícolas. Es causada cuando la escorrentía superficial se concentra en las irregularidades del terreno formando canales y canalillos.
Erosión en cárcavas y zanjas.	Son producto del desprendimiento del suelo a causa de la pendiente y escorrentía, formando canales profundos que van aumentando con el tiempo.
Movimientos en masa.	Es poco frecuente y consiste en grandes cantidades de agua infiltrada que sigue la orientación de las fallas geológicas, provocando derrumbes y deslizamientos en diferentes magnitudes.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Tayupanta, 1993)

Erosión eólica.

Se define como la degradación de suelos por acción del viento, siendo más susceptibles los lugares con ausencia de vegetación como desiertos y costas (Portillo, 2020).

En la figura 2, se expone la erosión eólica y en la tabla 5, se presentan las 3 fases del proceso de degradación.

Figura 2

Erosión eólica



Fuente: Adaptado de (Ibáñez, 2011)

Tabla 5.

Fases de la erosión eólica

Fase	Explicación
Desprendimiento.	Momento donde la fuerza eólica es mayor a la resistencia ejercida por la partícula de suelo, resultando en su movimiento.
Transporte.	Las partículas del suelo desprendidas son trasladadas y la distancia a recorrer es determinada por el tamaño de la partícula y la velocidad del viento.
Sedimentación.	Las partículas del suelo caen por efecto de la gravedad y pérdida de energía del viento, sedimentando la partícula en el suelo.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Portillo, 2020)

Los factores que aceleran el proceso de degradación del suelo por erosión eólica son expuestos en la tabla 6 y los tipos de erosión eólica en la tabla 7.

Tabla 6.

Factores que influyen en la erosión eólica.

Factores	Explicación
Clima.	La precipitación, viento y temperatura son los aspectos más relevantes, a razón de su estrecha relación con la humedad en el suelo, puesto que, entre menor humedad mayor susceptibilidad de sufrir erosión eólica.
Suelo.	Las características del suelo indican que tan susceptibles son a desarrollar procesos erosivos.
Vegetación.	Las características de la vegetación como; altura, densidad y tamaño de las raíces, disminuyen los procesos erosivos del suelo.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Castro, 2020)

Tabla 7.

Tipos de erosión eólica.

Tipos de erosión	Explicación	Subdivisión	Explicación
Deflación.	Se da cuando el viento desplaza las partículas sueltas del suelo.	Saltación.	Son diminutos saltos realizados por las partículas del suelo suspendidas sobre la superficie del terreno, siendo la altura, relieve y densidad de la partícula, las variables que más influyen en el proceso.
		Suspensión.	Ocurre cuando las partículas de suelo removidas permanecen en el aire, ya que su tamaño y densidad no les permite sedimentarse, siendo las partículas diminutas y livianas las más susceptibles.
		Rodamiento	Sucede en las partículas de mayor peso, que son arrastradas sobre la superficie del suelo, provocado por la fuerza del viento u otra partícula en movimiento.
Abrasión.	Se da cuando las superficies del suelo se desgastan al ser rozadas por las partículas de suelo desplazadas por el viento.	-----	-----

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Castro, 2020)

También se han establecido diversos métodos para determinar la pérdida de suelo por erosión hídrica, destacando los métodos USLE y sus modificaciones MUSLE (USLE modificada) y RUSLE (USLE revisada), ANSWERS, AGNPS, CREAMS, entre otros. Sin embargo, el sistema USLE se ha establecido como el sistema métrico internacional expresándose con la fórmula: $A=R*K*Ls*C*P$. (CORPOICA et al., 2015).

Donde:

A: es la pérdida de suelo en t/ha x año.

R: es el factor erosividad de la lluvia en MJ.mm/ha x año

K: es el factor erosionabilidad del suelo en (t/ha) / (Mj.mm/ha x h)

Ls: es el factor que expresa la relación entre el suelo perdido en una determinada zona con pendiente p y longitud λ (adimensional)

C: es el factor cobertura y manejo de la vegetación (adimensional).

P: es el factor prácticas de conservación (adimensional).

La erosión siempre existió y siempre existirá, la tierra sufre cambios continuamente, las montañas emergen, los valles se hacen más profundos y extensos, las costas retroceden o avanzan. La superficie de la tierra no es resultado de cambios abruptos, sino de pequeñas alteraciones a lo largo del tiempo, la erosión solo es un aspecto más en este proceso del cambio. La actividad antrópica ha acelerado este proceso, convirtiéndolo en un obstáculo para la conservación y preservación del recurso natural, el cual es fundamental para el desarrollo de la vida humana (Hudson, 2006).

Sistemas de información geográfica (SIG)

Los SIG tienen como objeto la comprensión y análisis de datos espaciales georreferenciados y son utilizados actualmente como herramienta para la gestión ambiental y la planificación territorial. Igualmente se han realizado estudios sobre la erosión

implementando los SIG, por medio de simulaciones y el análisis de variables de los diferentes modelos para la determinación de la pérdida de suelo por erosión hídrica. (Ramirez, 2018). Existen programas de software y herramientas electrónicas como el SW ArcGIS, que permiten: visualizar y explorar los conjuntos de datos de los SIG, asignar símbolos y crear diseños de mapas, elaborar y editar los conjuntos de datos, entre otras funciones. (Arc Map, 2016).

Diseño Metodológico

Metodología del Objetivo 1

•Evaluar por medio de información secundaria, la erosión del suelo en el municipio San Vicente de Chucurí.

En el desarrollo de este objetivo, se utilizaron las herramientas de información disponibles expuestas en la tabla 8.

Tabla 8

Herramientas de información.

Documentación del municipio	Plan de desarrollo del municipio San Vicente de Chucurí (2020-2023), Plan de gestión integral de residuos sólidos (2015), Plan básico de ordenamiento territorial (2009), entre otros
Información geográfica	Mapas cartográficos, sistemas de información geográfica, visores geográficos como el SIAC, IDEAM, entre otros
Documentación de los cultivos municipales.	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la Federación Nacional de Cacaoteros, Instituto Colombiano Agropecuario, AGROSAVIA, entre otros.

Fuente: Elaboración propia

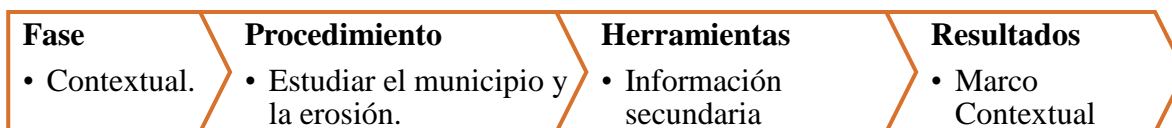
En el desarrollo de este objetivo se utilizó los SIG de los estudios de la degradación de suelos por erosión en Colombia (2010-2011) y los ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (2017), realizados por el IDEAM, con el fin de ampliar la investigación del municipio.

En el desarrollo de este objetivo, se plantearon las siguientes actividades:

A. (Diagnóstico inicial). Estudiar el municipio San Vicente de Chucurí por medio de investigaciones en las herramientas anteriormente mencionadas, bases de datos y documentación previa.

Figura 3.

Diseño metodológico del objetivo 1 actividad A.



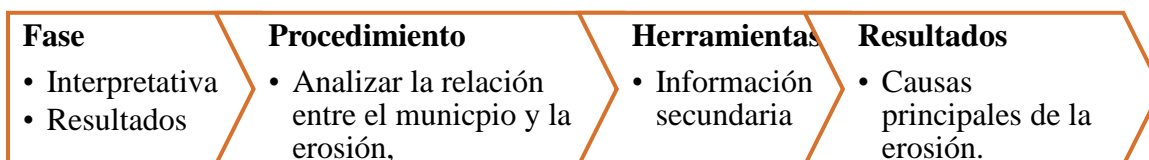
Fuente: Elaboración propia

En el estudio del municipio se profundizó en los siguientes temas: actividades económicas e industriales, actividades culturales, principales usos del suelo, biodiversidad y ecosistemas estratégicos, gestión ambiental y normativa, características del suelo, erosión en el municipio, factores que influyen en la erosión y deforestación.

B. (Análisis del diagnóstico inicial). Establecer la relación entre la información estudiada, y el fenómeno de erosión presente en el municipio San Vicente de Chucurí, determinando sus causas principales.

Figura 4.

Diseño metodológico del objetivo 1 actividad B.



Fuente: Elaboración propia.

Metodología del Objetivo 2

- Establecer diferentes tecnologías para la recuperación de suelos afectados por erosión y/o estrategias para un manejo sostenible del recurso suelo, en el municipio San Vicente de Chucurí.

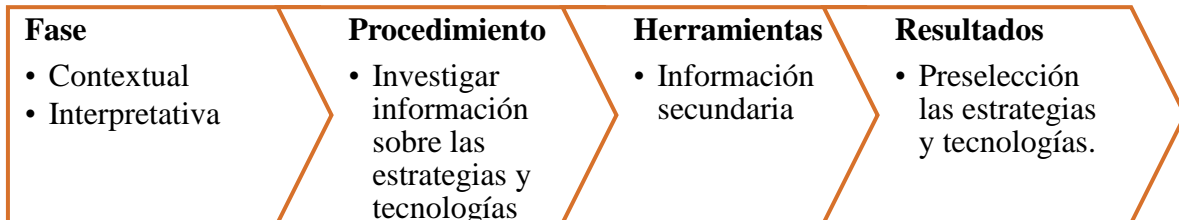
En el desarrollo de este objetivo, se plantearon las siguientes actividades:

A. (Preselección de estrategias y tecnologías). Investigar sobre; estrategias para un manejo sostenible del recurso suelo y tecnologías presentes para la recuperación de suelos

afectados por erosión, específicamente las tecnologías biológicas y de coberturas superficiales.

Figura 5.

Diseño metodológico del objetivo 2 actividad A.



Fuente: Elaboración propia.

B. (Análisis comparativo de las estrategias y tecnologías). Realizar un análisis por medio de mapas comparativos entre: las tecnologías biológicas, coberturas superficiales y estrategias para un manejo sostenible del recurso suelo, comparando aspectos como; características limitantes de las tecnologías, ventajas y desventajas, costo económico, entre otros, basándose en la información encontrada

Figura 6.

Diseño metodológico del objetivo 2 actividad B.



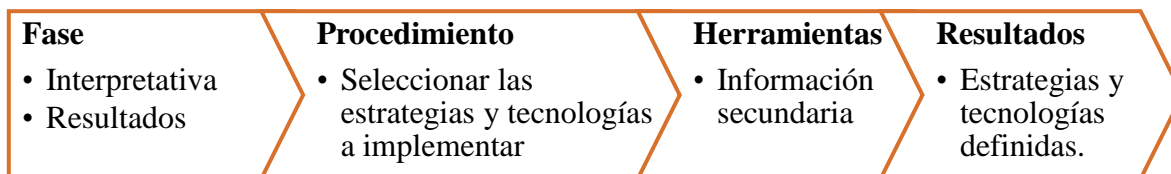
Fuente: Elaboración propia.

C. (Selección de estrategias y tecnologías). Determinar las estrategias y/o las tecnologías más viables para la recuperación de los suelos afectados por erosión en el municipio San Vicente de chucuri, considerando los siguientes aspectos: el análisis comparativo desarrollado entre las tecnologías, el grado de erosión del suelo, las causas principales de la erosión, y las condiciones (ambientales, sociales, económicos y culturales) del municipio, entre otros aspectos, a partir de la información estudiada.

Para el desarrollo de esta actividad se tuvo en cuenta el análisis realizado en el objetivo 1, sobre la relación establecida entre el municipio y el grado de erosión en el suelo.

Figura 7.

Diseño metodológico del objetivo 2 actividad C.



Fuente: Elaboración propia.

Metodología del Objetivo 3

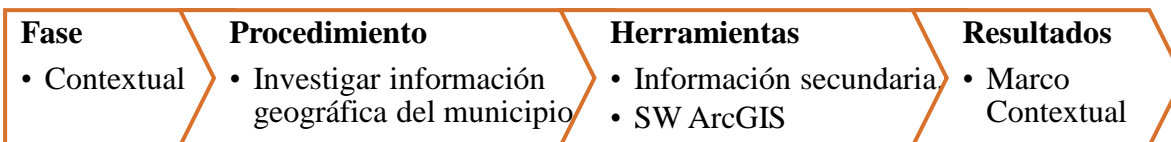
•Proyectar la información seleccionada, en un mapa de clasificación de técnicas de recuperación de suelos afectados por erosión y/o estrategias de manejo sostenible del recurso, en el municipio San Vicente de Chucurí, con la ayuda del software ArcGIS.

En el desarrollo de este objetivo, se plantearon las siguientes actividades.

A. (Investigación de información). Investigar por medio de: sistemas de información geográfica, visores geográficos, y cartografía existente del municipio San Vicente de Chucurí, información como: mapas de geología, recurso hídrico, cobertura del suelo, rural, urbano, entre otros.

Figura 8.

Diseño metodológico del objetivo 3 actividad A.



Fuente: Elaboración propia.

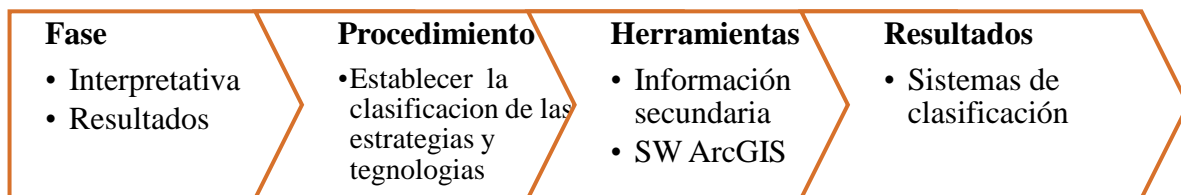
B. (Definición de los sistemas de clasificación). Determinar a partir de la información analizada en el objetivo 1 y 2 y la investigación realizada sobre la información

geográfica de la región, la clasificación, orden y distribución de las técnicas de recuperación de los suelos afectados por erosión y/o estrategias de manejo sostenible del recurso suelo, en el municipio San Vicente de Chucurí.

Para la determinación de la clasificación, orden y distribución de las técnicas de recuperación de los suelos afectados por erosión y/o estrategias de manejo sostenible del recurso suelo, se utilizaron los datos extraídos de los SIG del estudio de la degradación de suelos por erosión en Colombia (2010-2011) de la región, y se calcularon las áreas afectadas por clase y grado de erosión de cada vereda, con el fin de obtener justificación y validez en los sistemas de clasificación establecidos.

Figura 9.

Diseño metodológico del objetivo 3 actividad B

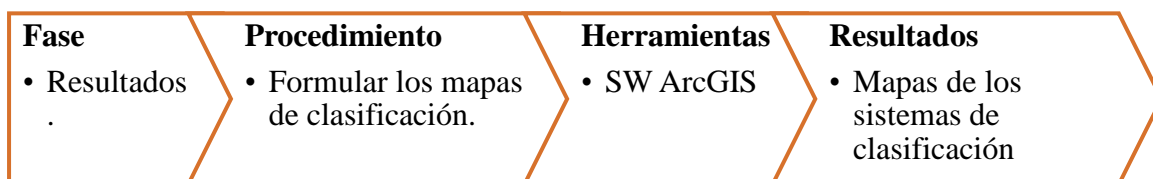


Fuente: Elaboración propia.

C. (Formulación de mapas). Formular los mapas de clasificación de técnicas y/o estrategias de manejo sostenible del recurso suelo por medio de la ayuda del software ArcGIS, apoyándose en la información estudiada, proyectando la información de la región, el estado del suelo y las técnicas a implementar en los suelos del municipio.

Figura 10.

Diseño metodológico del objetivo 3 actividad C



Fuente: Elaboración propia.

Resultados Objetivo 1

- Evaluar por medio de información secundaria, la erosión del suelo en el municipio San Vicente de Chucurí.

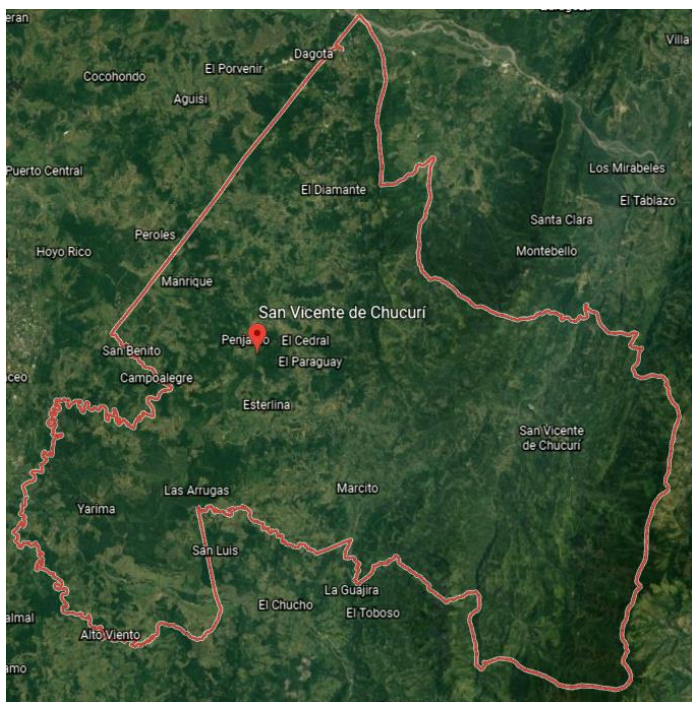
Actividad A (diagnóstico inicial)

Se estudió e investigo al municipio de San Vicente de Chucurí, mediante las herramientas de información mencionadas y se profundizo en las temáticas propuestas (ver Metodología del Objetivo 1).

Información General del Municipio.

Figura 11.

Municipio San Vicente de Chucurí.



Fuente: Adaptado de (Google Earth, 2020)

El municipio San Vicente de Chucurí está localizado en la provincia de Yariguíes, dentro del departamento de Santander, tiene una extensión territorial de 119.541 (ha) y se conforma por 37 veredas. De acuerdo con los estudios realizados por el DANE en el 2018,

su población está distribuida en un 37,75% en el sector urbano y un 62,25% en el sector rural, con un total de 33,593 habitantes. Siendo una población predominantemente rural, a razón de que solo el 0,15% del territorio pertenece al sector urbano. Además, el municipio presenta deficiencia en la cobertura de las necesidades básicas de su población y altos índices de pobreza multidimensional, especialmente en el sector rural, siendo la educación, el trabajo informal, el saneamiento y el acceso a agua potable, los principales problemas que afectan a la comunidad.

Actividades Económicas e Industriales.

Sector Agrícola.

El municipio presenta los parámetros ideales en: precipitación, elevación y temperatura, que posibilitan el desarrollo de diversas actividades agrícolas, de carácter permanente, semipermanente y transitoria, favoreciendo al sector como uno de los pilares de la economía local. Además, es considerada como la capital cacaotera del país, constituyendo parte de la identidad campesina de la región, siendo el cultivo de cacao su principal actividad económica, con un área cultivada actual de 17.019 ha. De acuerdo con FEDECACAO, en el año 2019 el municipio contribuyó con el 12.44% de la producción nacional de 59.740 toneladas (ton) y con el 29% de la producción departamental de 25.090 (ton) de cacao.

El municipio también se destaca como la despensa agrícola del departamento, resaltando la producción de cultivos como: cacao, palma de aceite, aguacate y caucho, evidenciando sus competencias para la comercialización nacional e internacional. Aunque son evidentes las capacidades de crecimiento del sector agrícola del municipio, este presenta deficiencias en su modernización y tecnificación, dificultando el progreso del sector productivo y del municipio.

En la tabla 9, se observan los cultivos que se desarrollaron en el municipio San Vicente de Chucurí durante el periodo (2007-2019), los datos fueron extraídos de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA), proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Tabla 9.

Cultivos desarrollados en San Vicente de Chucurí.

Cultivos de Mayor Producción		Otros Cultivos		
Cacao	Ahuyama	Habichuela	Mandarina	Naranja
Aguacate	Arveja	Hortalizas	Frijol	Caña panelera
Palma de aceite	Banano	Limón	Cebolla de rama	Patilla
Caucho	Guanábana	Lulo	Cítricos	Plátano
	Yuca	Maíz	Frijol	Tomate
	Mora	Café	Tomate de árbol	

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (EVA, 2018)

La producción de cultivos como la palma de aceite y el caucho requieren de grandes extensiones de tierra para su desarrollo como monocultivos, por lo tanto, es importante la integración de prácticas agrícolas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental, además de la planificación e inclusión de los demás cultivos con el fin de un desarrollo económico integral. Asimismo, los cultivos transitorios están reduciendo sus extensiones debido a la alta producción de cultivos permanentes que requieren mayor extensión de territorio, y la alta demanda de los mercados por estos productos. De este modo, es importante la inclusión de los cultivos transitorios de la región en los mercados locales, ferias comerciales y la formalización en el mercado, garantizando un crecimiento económico integral y equilibrado.

Sector Pecuario.

Al igual que el sector agrícola, el sector pecuario presenta deficiencia en su modernización, infraestructura, tecnificación e innovación, a causa de la falta de inversiones como: mejoramiento genético, infraestructura, tecnología y prácticas sostenibles en los suelos, siendo uno de los principales obstáculos para el desarrollo del sector productivo y del municipio.

En la tabla 10, se observa la producción del sector pecuario en el municipio San Vicente de Chucurí durante el año 2019, los datos fueron extraídos de los Censos Pecuarios, proporcionados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Tabla 10.

Producción pecuaria de San Vicente de Chucurí.

Porcícola	Avícola	Búfalos	Ovinos	Caprinos	Bovinos	Equinos	Total
1.287	5.600	1.004	2.517	1.012	53.957	2.061	67.438

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (ICA, 2020)

La producción del sector pecuario no representa valores significativos para el departamento de Santander, pero si manifiesta un gran potencial para el desarrollo del sector en el municipio, sin embargo es necesario realizar inversiones en la infraestructura, especialmente para: el sacrificio del ganado, sistemas de acopio, enfriamiento y procesamiento de leche, con el fin de ingresar los productos a los mercados locales, regionales y nacionales, apoyando el desarrollo del sector productivo y de la región.

Sector Agroforestal.

De acuerdo con las Plantaciones Forestales Comerciales proporcionadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural durante el año 2018, se realizaron plantaciones de Abarco con 15 ha y Cedro Rosado con 70 ha, para un total de 85 ha, sin

embargo, no se practican actividades de aprovechamiento forestal, ni nuevas siembras, demostrando un desperdicio del potencial forestal de la región, ya que el municipio presenta 40.245 ha destinadas para esta actividad económica, reflejando la deficiente integración de las actividades agroforestales para su aprovechamiento comercial y uso en la región.

Minería.

La actividad minera de la región se lleva a cabo en minas y canteras, dedicándose a los materiales de construcción como grava y arcilla, igualmente se desarrollan actividades extractivas en los ríos del municipio, representando grandes conflictos por el desarrollo de la minería ilegal. A razón de esto, la administración municipal junto con las demás autoridades competentes realiza vigilancias y controles en las actividades mineras de la región.

El municipio también realiza explotación petrolera y de gas propano en la ribera del río Magdalena. Además de los conflictos ocasionados por la minería ilegal, el sector minero contribuye al desarrollo económico de la región, representando el 19,93% de las actividades económicas locales.

Según el Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO), durante el periodo (2012-2019) el municipio aumento su producción de grava de 102 m^3 en el año 2012 a 18.592 m^3 en el año 2019, lo que representa un incremento de 182 veces en los últimos 8 años, representando un riesgo para una minería sostenible, debido a la ausencia de herramientas en el municipio para una correcta gestión ambiental de las actividades extractivas, dificultando la protección y preservación de los recursos naturales de la región.

Industria y Comercio.

En el municipio existen empresas transformadoras de cacao y café, que les otorgan valor agregado a los productos por hacer parte de la identidad cultural de la región.

También existen empresas dedicadas a la producción quesera y a la producción artesanal, que se identifican como pequeños microempresarios.

La dificultad para cumplir con la normatividad INVIMA, carencia de estrategias de mercadeo y la falta de tecnificación, orientación y conocimiento, son los limitantes para ingresar los productos de la región en los mercados.

Actividades Culturales.

Las expresiones culturales se han implementado como herramientas para alejar a los jóvenes de la drogadicción, delincuencia y prostitución, así mismo también promueven escenarios de inclusión social permitiendo la interacción de los diferentes grupos de la comunidad, creando espacios de respeto, tolerancia y aceptación, contribuyendo a una cultura de paz. Los proyectos culturales que se realizan son de carácter artístico y musical, igualmente el municipio presenta sus propias festividades regionales.

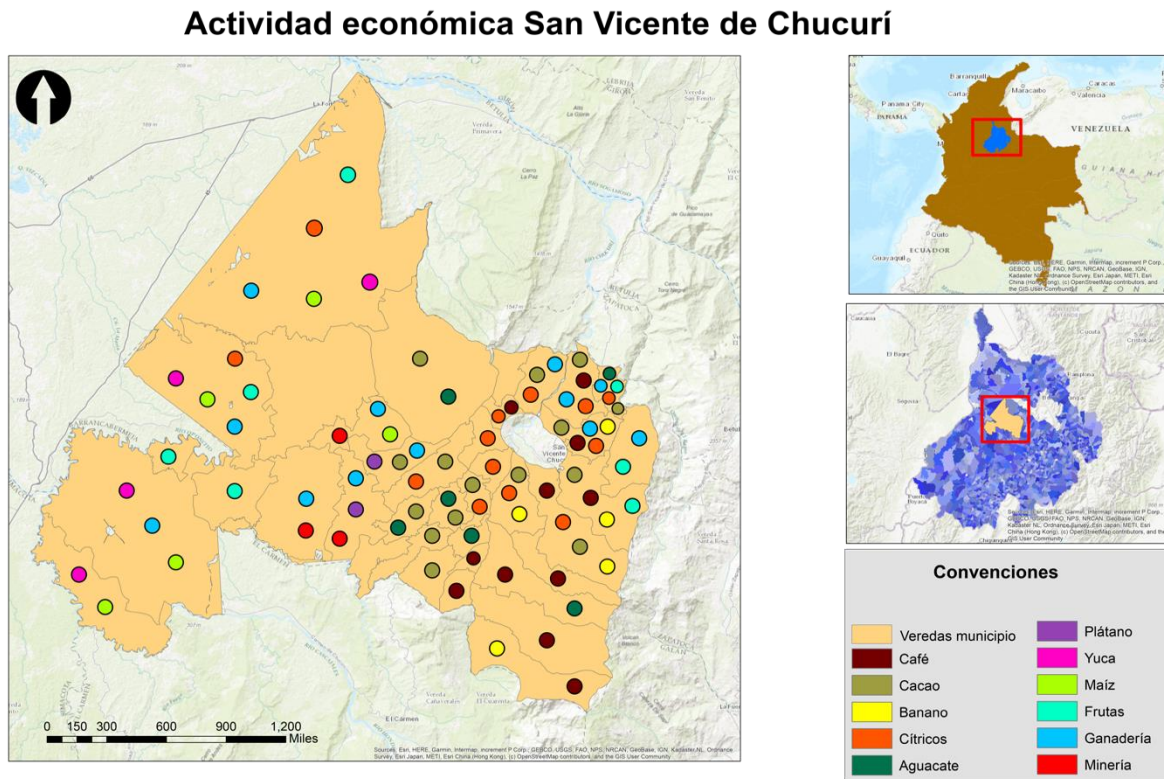
Principales Usos del Suelo.

En el municipio San Vicente de Chucurí se destacan las actividades agropecuarias como el pilar de la economía municipal, asimismo el uso y manejo del recurso suelo gira entorno a estas actividades económicas, ocupando gran parte de la extensión del municipio.

En la figura 12, se observan las actividades económicas que más se desarrollan en la región, y las veredas donde se localizan.

Figura 12.

Actividades desarrolladas en San Vicente de Chucurí.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12, se presentan algunos de los principales cultivos del municipio como: cacao, café, cítricos y aguacate; igualmente se detallan otros cultivos de menor proporción como: plátano, banano, yuca, maíz y frutas, también se observan las regiones donde se practica la ganadería y minería.

Es importante resaltar el ciclo de los cultivos ya que indican su tiempo de duración y tipo de uso del suelo, siendo los cultivos permanentes los que más impactos negativos presentan, debido al manejo intensivo de fertilizantes y agroquímicos, afectando directamente la calidad del suelo y del recurso hídrico.

En la tabla 11, se observan algunos de los cultivos presentes en el municipio, su ciclo y tiempo de duración respectivo.

Tabla 11.

Ciclo de los cultivos de San Vicente de Chucurí.

Ciclo de cultivo	Tiempo de Duración	Cultivo
Permanente	5 años o más	aguacate, banano, cacao, café, caucho, cítricos, palma de aceite, plátano
Transitorio	Menor a 1 año	ahuyama, habichuela, hortalizas, maíz
Anual	1 año	yuca

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al porcentaje de participación de las actividades agropecuarias en la extensión del municipio, se realizaron estimaciones con los datos obtenidos de las Evaluaciones Agropecuarias (2016- 2018), proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y por la Secretaria De Agricultura y Desarrollo Rural de Santander.

En la tabla 12, se observa el sector agrícola y pecuario con sus respectivas actividades económicas, tipos de cultivo y las áreas que ocupan. A partir de las áreas de cada sector, se realizó una estimación del porcentaje de participación en el área total del municipio.

Tabla 12.

Porcentaje de participación del sector agropecuario.

Sector Económico	Actividad Económica	Tipo de cultivo	Área Sembrada (ha)	Porcentaje de Participación
Sector Agrícola	Siembra de cultivos	aguacate	618	
		ahuyama	101	
		banano	1.500	
		cacao	17.019	
		café	2.081	
		caucho	1.270	
		habichuela	15	
		hortalizas	502	
		varias		
		limón	96	
		maíz tradicional	113	
		mandarina	210	
		naranja	690	
palma de aceite	7.138			

		plátano	1.610	
		yuca	450	
Total Sector Agrícola			33413	28%
Sector Pecuario	Pastoreo (bovino)	corte	1200	
		natural	3000	
		mejorada	45000	
		cultivo	200	
		forrajero		
		sistema silvopastoril	300	
Total Sector Pecuario			49700	42%
Total del Área del Sector Agropecuario			83.113	70%
Área Total del Municipio			119.541	

Fuente: Elaboración propia, adaptado del (EVA, 2018; Secretaría de Agricultura, 2016)

En la tabla 12, se observan los diferentes cultivos agrícolas y de pastoreo, que ocupan un total del 70% de la extensión del municipio con prácticas insostenibles que degradan los patrimonios naturales de la región, debido a la usencia de modernización, tecnificación y adecuado uso de los recursos naturales. Estas diferentes actividades, están predispuestas y orientadas por aspectos como: el clima, las características fisicoquímicas del suelo, la variedad de ecosistemas, entre otros, presentando 4 diferentes zonas de vida, que son aprovechadas de distinta forma.

Las zonas de vida son un sistema para clasificar las formaciones naturales, a partir de parámetros como: precipitación, elevación y temperatura, siendo las variadas combinaciones de estos aspectos, lo que define la vegetación que pueden existir en una región determinada.

En la tabla 13, se realizó una ligera descripción de cada zona de vida presente en el municipio y se indicaron sus actuales actividades económicas.

Tabla 13.*Zonas de vida de San Vicente de Chucurí*

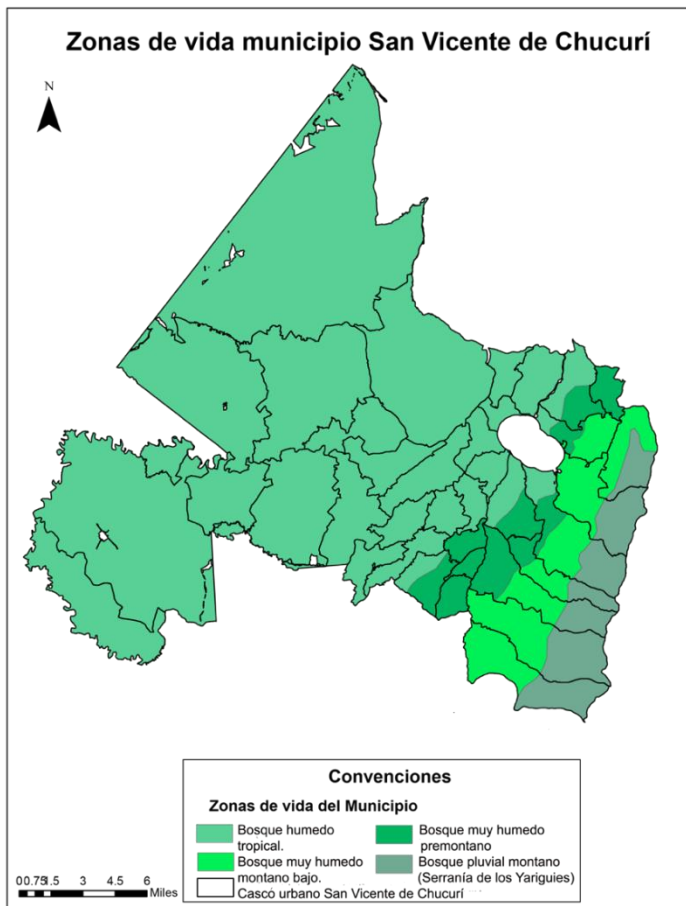
Zona de vida	Actividades Económicas	Descripción
Bosque Húmedo Tropical	Cultivos permanentes y transitorios, cultivos de palma de aceite, cultivos arbóreos, siembra de pasto y ganadería.	Es la zona que más extensión presenta dentro del municipio, con más del 60 % del área total, sin embargo, por la acelerada explotación del bosque primario durante el periodo (1960-1990), causo que la zona disminuyera su capacidad productiva, a razón de la permanente lixiviación en el terreno. Se eliminaron los bosques para sembrar pasto, ya que las características del suelo permiten un pasto verde casi todo el año.
Bosque muy Húmedo Premontano	Cultivos permanentes y transitorio, cultivos de café y cacao, desarrollo de potreros y ganadería.	La cobertura vegetal de esta zona está compuesta por pastizales, rastrojos y pequeños fragmentos de bosque primario.
Bosque muy Húmedo Montano Bajo	Cultivos permanentes y transitorios, cultivos de café y cacao, explotación ilegal de madera, siembra de pasto y ganadería	En esta zona nacen importantes fuentes hídricas que son; las quebradas La Verde, La Paramera, La San Guillerma, San Cayetano y Las Cruces, que abastecen de agua al casco urbano y a la parte media del municipio, también presenta una gran biodiversidad.
Bosque Pluvial Montano	Cultivos permanentes, cultivos de cacao y café.	Estos bosques hacen parte de la Serranía de los Yariguíes, presenta gran biodiversidad, siendo una de las áreas de protección forestal que posee el municipio.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Alcaldía San Vicente de Chucurí, 2020)

En la figura 13, se observan las 4 zonas de vida que ofrece el municipio, que son: bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo montano bajo y bosque pluvial montano. Además de su ubicación dentro de la región.

Figura 13.

Zonas de vida de San Vicente de Chucurí.

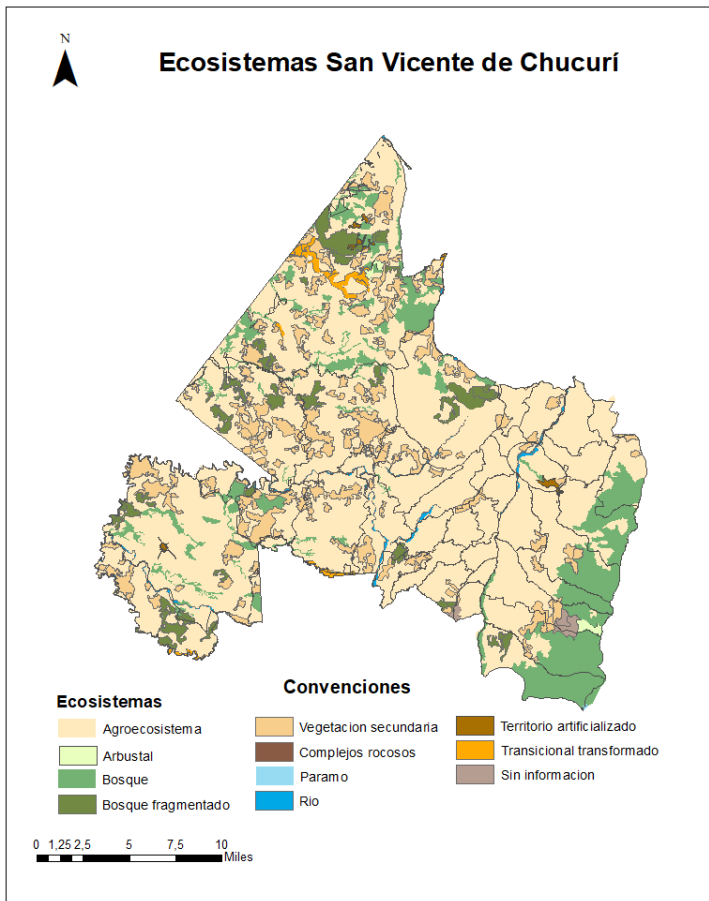


Fuente: Elaboración propia.

Las actividades antrópicas han transformado los ecosistemas naturales presentes en el municipio, modificando los bosques de la región. Siendo la conversión de terrenos hacia usos agropecuarios, la causa principal de los cambios en los ecosistemas. Estos cambios influyen negativamente al ambiente, modificando los paisajes de la región, contaminando el recurso hídrico por el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos, acelerando los procesos de degradación del suelo, alterando los ciclos biogeoquímicos y procesos naturales como la polinización, entre otros impactos ambientales negativos.

En la figura 14, se aprecia que la mayoría de los bosques naturales han sido modificados para actividades agropecuarias, derivando en la creación de agroecosistemas de diferentes tipos como: (agroecosistema de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, agroecosistema ganadero, agroecosistema palmero y agroecosistema cafetero). Igualmente se presenta la fragmentación de los bosques naturales, provocando la creación de ecosistemas transformados como: bosques fragmentados con (pastos y cultivos) y bosques fragmentados con (vegetación secundaria).

Debido a la destrucción de los bosques y de la vegetación primaria, el municipio presenta zonas con vegetación secundaria a causa del proceso de sucesión vegetal; igualmente hay zonas de ecosistemas arbustal y transicional transformado, también originados por la degradación de los ecosistemas naturales a razón de la actividad antrópica, específicamente de la eliminación de bosques naturales y la intervención de ecosistemas acuáticos para el desarrollo de actividades antrópicas.

Figura 14.*Ecosistemas de San Vicente de Chucurí.*

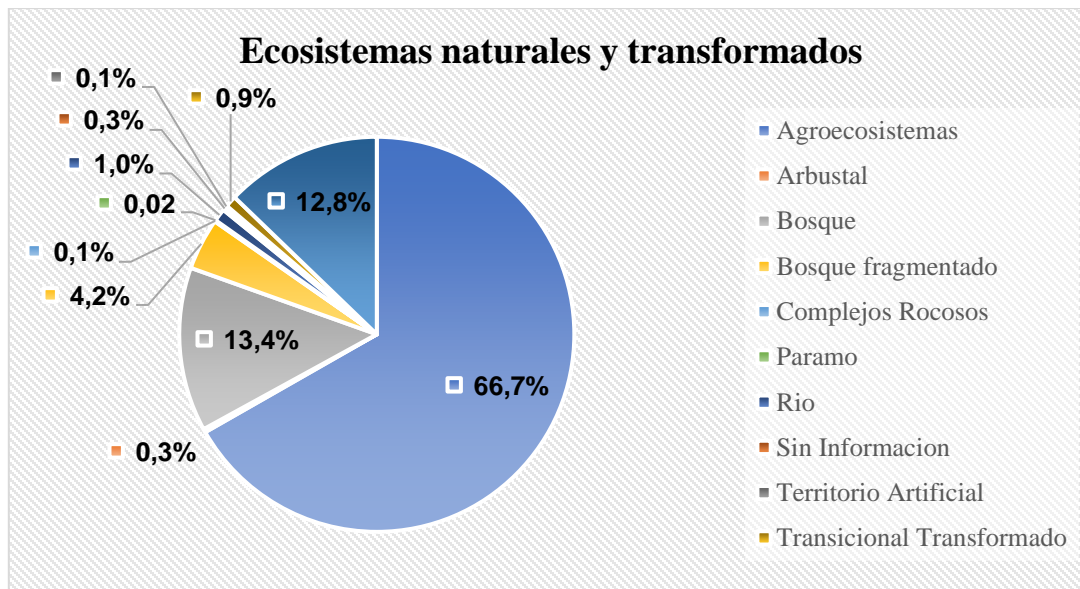
Fuente: Elaboración propia, adaptado de (IDEAM, 2017)

Para la apreciación de cada ecosistema se realizaron estimaciones sobre el porcentaje que abarca cada categoría dentro de la extensión territorial de la región.

En la figura 15, se observa el porcentaje de áreas ocupadas por los ecosistemas naturales y transformados en el municipio de San Vicente de Chucurí, los datos fueron extraídos de los SIG del estudio de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (2017), proporcionados por el IDEAM.

Figura 15.

Porcentaje de ecosistemas naturales y transformados.



Fuente: Elaboración propia, adaptado de (IDEAM, 2017)

Los porcentajes de los ecosistemas naturales y transformados reflejan el resultado de las principales actividades económicas desarrolladas en el municipio, que corresponden al sector agropecuario. El porcentaje mayor corresponde a los agroecosistemas con un valor del 66,7 %, seguido de los bosques naturales con un valor del 13,4%, la vegetación secundaria con un 12,8 % y el bosque fragmentado con un 4,2%. También se encuentra los ecosistemas de río con 1%, páramo con 0,02%, complejos rocosos con 0,1%, arbustal con 0,3%, transicional transformado con 0,9%, territorio artificial con 0,1% y sin información con 0,3%. Estos valores reflejan la reducción de los recursos naturales que anteriormente existían en el municipio, a razón de la actividad antrópica no sostenible, por lo tanto es necesario la implementación de medidas para proteger y recuperar los patrimonios naturales, preservando los servicios ecosistémicos que proveen al municipio como : la regulación de los ciclos de nutrientes, la regulación del clima, la provisión de agua y

alimentos, la formación del suelo, la regulación de la erosión, la polinización, entre otros, con el fin de garantizar la productividad futura del municipio.

Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos.

Se identifican diversos ecosistemas como: paramos, boques, valles, entre otros, que influyen en el clima de la región y presentan 4 pisos térmicos diferentes: cálido, templado, frío y páramo. Asimismo, se establecen 4 zonas de vida diferentes, que son un sistema de clasificación de áreas, teniendo en cuenta los parámetros geometeorológicos que establecen las asociaciones vegetales posibles en una determinada zona.

En la tabla 14, se observan las zonas de vida presentes en el municipio, sus características y descripción, igualmente se observa los ecosistemas naturales y transformados presentes actualmente en cada zona del municipio.

Tabla 14.

Zonas de vida y Ecosistemas de San Vicente de Chucurí.

Zona de Vida	Características	Descripción	Ecosistemas
Bosque Húmedo Tropical	Precipitación:200-4000 mm Temperatura:24 - 30°C Elevación:0-1000 msnm	Bosques densos de grandes alturas, se destacan por su biodiversidad. Sus especies forestales características son: Cedro, Mónico, Ceiba, Frijolillo, Caracolí, Guamo, Guadua, Nauno, Samán, Manchador, Abarco, Almendro, Guayacán, Higuera, Yarumo, Nispero, Balso, Roble, Sapan, Coco cristal, entre otras especies. También presentan potencial productivo para la ganadería y agricultura intensiva.	Agroecosistema Arbustal Bosque Transicional Transformado
Bosque Muy	Precipitación:2000-4000 mm	Altos cerros andinos, cuencas, valles interandinos y llanuras son los relieves característicos de la	Agroecosistemas

Húmedo Pre- montano	Temperatura:18 - 24°C Elevación:1000- 2000 msnm	zona, su vegetación es abundante. Algunas de sus especies forestales son: Pisquin, Escobo, Carbonero, Velero, Guamo, Lanzo, Niguito, Surrumbo, Aguacatillo, Cedro, Caracolí y Roble, entre otras. Esta zona presenta gran potencial productivo para la silvicultura y el desarrollo de cultivos arbóreos. A razón de las fuertes lluvias y lixiviación en el terreno, es fundamental la implementación de prácticas sostenibles para el desarrollo de la agricultura.	Bosque
			Bosque Fragmentado
			Vegetación Secundaria
			Río
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo	Precipitación:2000- 4000 mm Temperatura:12- 18°C Elevación:2000- 3000 msnm	Bosques altos y homogéneos, presentan formaciones de neblina debido a las fuertes lluvias y relieve de la región, tiene gran diversidad de especies y presenta alta importancia para la regulación del ciclo hidrológico, abasteciendo a los ríos, siendo fundamental para el suministro de agua potable. Algunas de sus especies forestales son: Roble, Chaparro, Arrayán, Nogal, Cedro Blanco y Amarillo de Peña, entre otras especies.	Agroecosistema
			bosque
			Bosque fragmentado
			Vegetación secundaria
Bosque pluvial montano	Precipitación:2000- 4000 mm Temperatura:9-12°C Elevación:3000- 3600 msnm	Vegetación variada, se destacan los arbustos, coníferas, árboles bajos y frágiles, que pierden sus hojas por las bajas temperaturas. Debido a la alta precipitación estas zonas tienen gran importancia en el suministro de agua a las cuencas hidrográficas, por lo tanto, es importante la preservación de la vegetación nativa y cobertura de a zona.	Agroecosistemas
			Arbustal
			Bosque
			Páramo

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (D. A. G. Gonzales, 1996; IDEAM, 2017)

La zona de vida bosque pluvial montano forma parte del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, identificándose como una zona de gran valor ambiental por su alta biodiversidad y servicios ecosistémicos que ofrece. También se reconoce como el sistema montañoso de mayor altitud en la cordillera oriental de Colombia y corresponde al

complejo boscoso más preservado y de mayor extensión en el departamento de Santander, donde convergen las cuencas hidrográficas del río Suarez, Sogamoso y Opón, que regulan la oferta hídrica de las regiones aledañas. Igualmente, el municipio presenta otras zonas de interés ambiental esenciales para garantizar la sostenibilidad de la región, por lo tanto, es fundamental su protección y conservación.

En la tabla 15, se presentan los ecosistemas de interés ambiental en el municipio San Vicente de Chucurí, que se dividen en: sistema hídrico, recreativo y paisajístico.

Tabla 15.

Ecosistemas de interés ambiental de San Vicente de Chucurí

Sistema	Ecosistema	Servicios Ecosistémicos
Sistema hídrico	Nacimientos de las quebradas; las Cruces, Cantarranas, la Paramera, la Verde, San Cayetano, la India, el Zarzal, las Margaritas, Lizama, la Pedregosa, la Vizcaína, la Salitra, Mérida, los Venados, la Carbonera, los Medios, la San Guillermo, Mataperros, la Miraflores, Agua Blanca y las Arrugas. Los cauces de los ríos Chucurí, río Fuego, Cascajales, Colorado, Oponcito y las quebradas la Llana, la Putana y los medios.	Aprovisionamiento de agua potable y alimentos, regulación del clima, calidad de aire y de los ciclos biogeoquímicos, soporte a la biodiversidad
Sistema recreativo y paisajístico	Salto Caracolí, cueva de los Aviones, cascada la Chorrera, cueva del Diablo, salto la India, hacienda Santa Cruz, pozo la Chorrera, cueva la Colorada, cueva Santa Ines, cerros los Cobardes, cerro la Paz, cascada la Iguala, pozos de Azufre, oratorio Chimita, piedras Pictográficas.	Servicios culturales, de recreación y ecoturismo, valor estético al paisaje, valor espiritual y religioso, servicio de regulación del clima y aire, soporte a la biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (PBOT, 2009)

De igual manera el municipio también se destaca por su diversidad en flora y fauna, caracterizándose con las siguientes especies autóctonas de su región:

Fauna: Oso palmero, Tinajo, Oso de anteojos, Guagua, Conejo, Tigrillos, Cerdos salvajes.

Flora: Guadua, Ceiba, Cedro, Caracolí, Anaco, Moncoro, Caña brava y Cañas de castilla.

Gestión Ambiental y Normativa.

El municipio desarrolló los siguientes instrumentos de planificación: Plan de Desarrollo municipal (2020-2023), Plan Básico de Ordenamiento Territorial (2009), Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2015) y Plan Municipal de la Gestión del Riesgo (2011), que contribuyen a un desarrollo integro de la región; sin embargo no presenta instrumentos de planeación ambiental, derivando en una mala gestión ambiental de la región, puesto que no desarrollado planes de manejo ambiental, planes de manejo forestal, planes de seguimiento, control y monitoreo, planes de saneamiento y manejo de vertimientos, planes de ahorro y uso eficiente del agua, entre otros instrumentos, que permiten y orientan a una correcta gestión de los recursos naturales de la región. Las autoridades municipales y la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) ha puesto en marcha procedimientos orientados al desarrollo de actividades de gestión ambiental con el objeto de promover la educación ambiental y la conservación de los recursos naturales del municipio, a partir de los siguientes procedimientos: procedimiento para la protección de microcuencas hidrográficas, procedimiento para la reforestación de áreas de interés ambiental, procedimiento para el mantenimiento y aislamiento de zonas abastecedoras de agua para acueductos y el procedimiento para la capacitación y educación ambiental. También se han realizado propuestas en el plan de desarrollo municipal para la implementación de estrategias de protección de los recursos naturales y la oferta de bienes y servicios ecosistémicos; lamentablemente no se tiene información de control o seguimiento de estas actividades. Además, el municipio dispone de núcleos de familias campesinas que protegen los bosques nativos de la región, al estar vinculados al proyecto BanCo2 de la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) en alianza con la

empresa Isagen, donde se otorga una compensación monetaria por la preservación y conservación de los ecosistemas estratégicos.

Características del Suelo.

Las características de los suelos del municipio como la textura, la categoría taxonómica y el drenaje natural, son diversas dependiendo del tipo de geoforma sobre el cual se desarrolla el suelo.

En la clasificación taxonómica se encuentran ordenes de inceptisol, entisol y oxisol. En la textura se identifican las clases de: franco-arcillosa, franco- arcillosa-arenosa, franco-arcillosa-limosa y franco-arenosa. En el drenaje se registran suelos con malos y buenos drenajes, dependiendo de las propiedades del suelo, el relieve de las zonas y el contenido de arcilla. Además, el municipio registra deslizamientos de tierra, caída de rocas y reptación del suelo.

En la tabla 16, se expone la clasificación taxonómica de los suelos presentes en el municipio San Vicente de Chucurí y su descripción correspondiente.

Tabla 16.

Clasificación taxonómica de los suelos de San Vicente de Chucurí.

Orden	Descripción
Entisol	Suelos menos evolucionados, sus características están determinadas por la roca madre, se forman sobre superficies erosionadas que no han evolucionado debido a su ubicación fisiográfica. Se utilizan principalmente como pastos, bosques o cultivos de tierra.
Inceptisol	Suelos jóvenes en evolución con presencia de uno o más horizontes, los cuales se forman en regiones con clima cálido - templado y abundante precipitación. Esta categoría taxonómica presenta amplia diversidad, desde suelos poco evolucionados hasta suelos que sus horizontes no corresponden a otros ordenes, presentan un pH ácido, mal drenaje y contienen minerales de arcilla.
Oxisol	Suelos erosionados de baja fertilidad que se caracterizan por carencia de minerales a excepción del aluminio y hierro, causando un pH ácido. Se desarrollan en pendientes suaves de las regiones tropicales, tienen baja retención de humedad y no poseen horizontes

Fuente: Elaboración propia.

Erosión en San Vicente de Chucurí y los factores naturales que influyen.

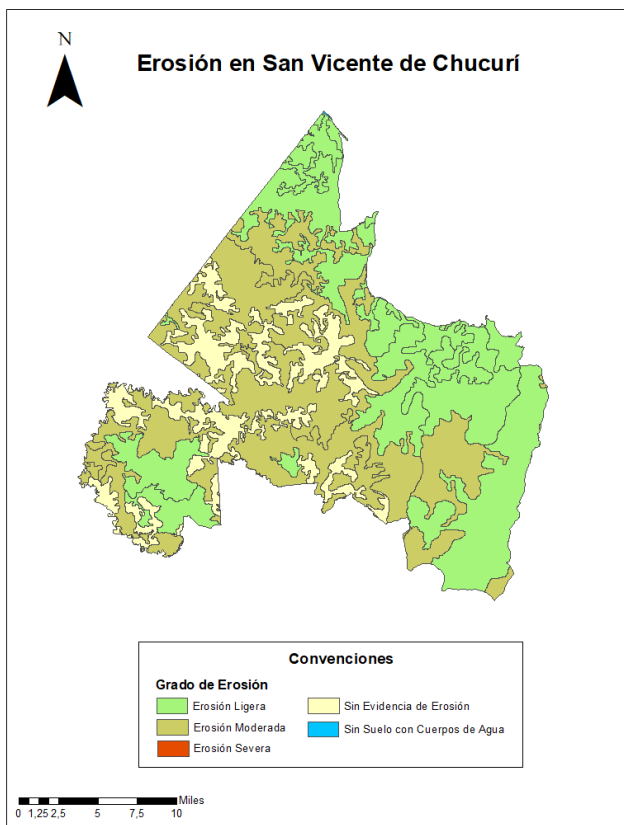
Erosión.

De acuerdo con los estudios realizados por el IDEAM sobre la degradación de suelos por erosión en Colombia durante el periodo (2010-2011), el municipio presenta erosión en gran parte de su extensión territorial y se identifican diferentes grados: erosión ligera, erosión moderada y erosión severa, igualmente se registran zonas con ausencia de erosión.

En la figura 16, se presentan los diferentes grados de erosión dentro de la extensión territorial del municipio San Vicente de Chucurí.

Figura 16.

Erosión en el municipio San Vicente de Chucurí.



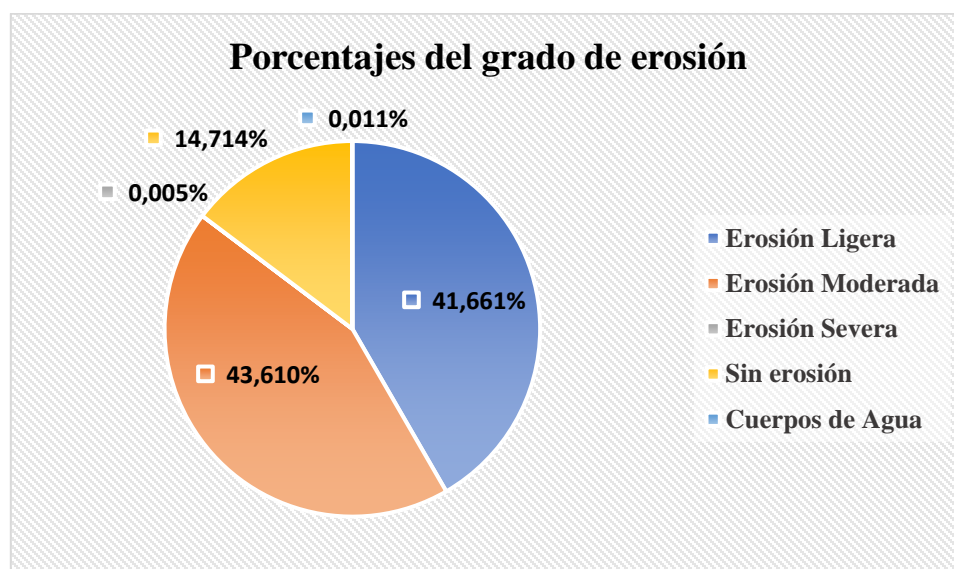
Fuente: Elaboración propia, adaptado de (IDEAM, 2010)

En la figura 16, se observa que gran parte del municipio presenta erosión ligera y moderada, otra parte no evidencia erosión, y la erosión severa y cuerpos de agua son imperceptibles a simple vista. Para su apreciación se realizaron estimaciones sobre el porcentaje que abarca cada categoría dentro de la extensión territorial de la región.

En la figura 17, se observa el porcentaje de áreas afectadas por los diferentes grados de erosión en el municipio San Vicente de Chucurí. Los datos fueron extraídos de los SIG del estudio de la degradación de suelos por erosión en Colombia (2010-2011), proporcionados por el IDEAM.

Figura 17.

Porcentajes de los grados de erosión en San Vicente de Chucurí



Fuente: Elaboración propia, adaptado de (IDEAM, 2010)

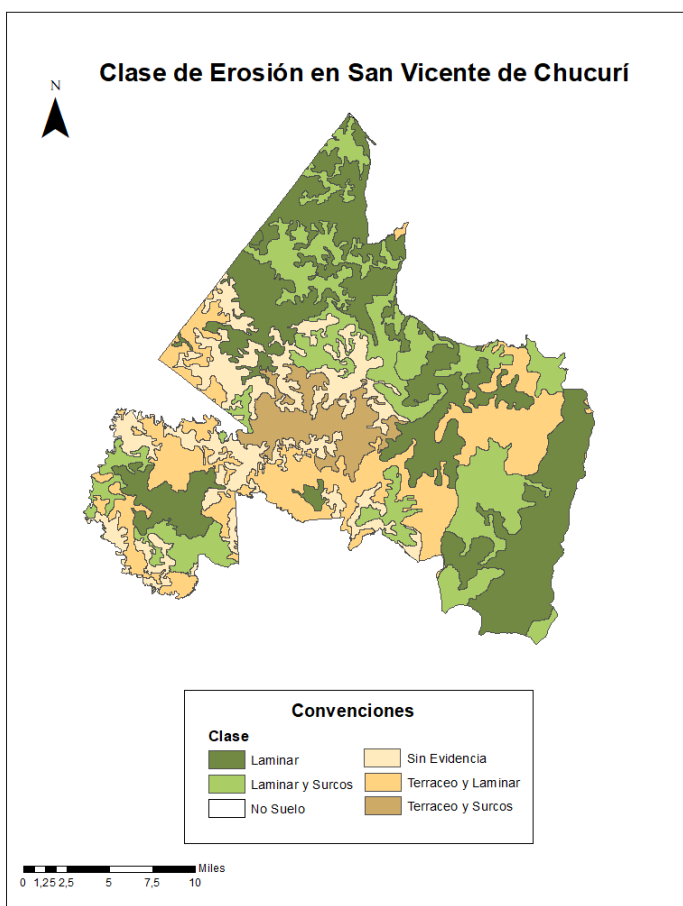
Los porcentajes de los diferentes grados de erosión en el municipio manifiestan que el 41,661% es afectado por erosión ligera, 43,610% por erosión moderada, 14,714% no evidencia erosión, 0,005% presenta erosión severa y 0,011% corresponde a los cuerpos de agua. Es importante tener en cuenta que los datos se desarrollaron durante el periodo (2010-2011), por lo tanto, en la actualidad los niveles de erosión probablemente aumentaron

debido a factores como: el cambio climático, el desarrollo de las actividades agropecuarias no sostenibles, las condiciones meteorológicas, entre otros. También se identificaron las clases de erosión presentes en el municipio San Vicente de Chucurí.

En la figura 18, se presentan las diferentes clases de erosión dentro de la extensión territorial del municipio San Vicente de Chucurí.

Figura 18.

Clases de erosión en San Vicente de Chucurí.



Fuente: Elaboración propia, adaptado de (IDEAM, 2010)

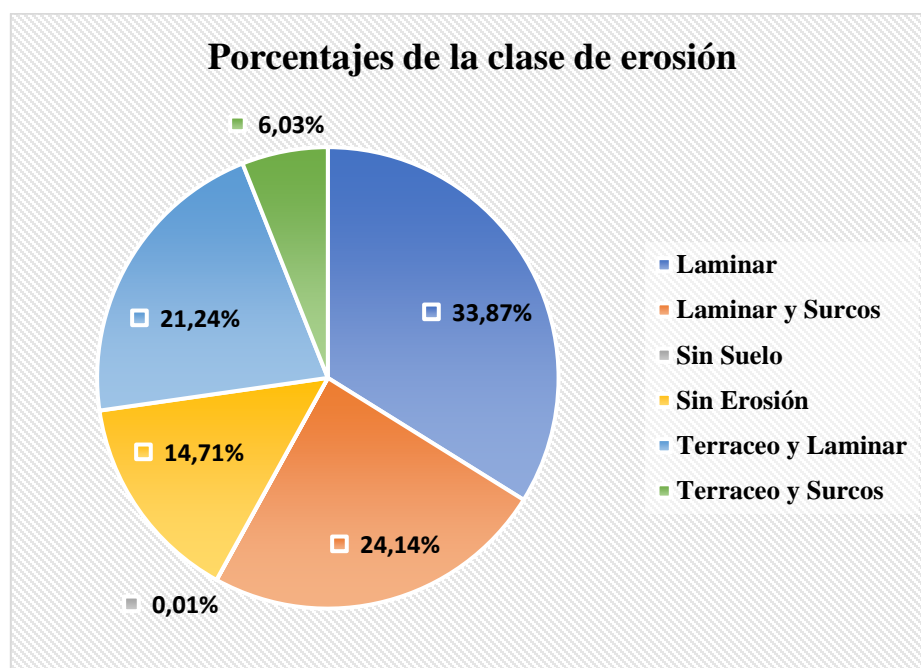
En la figura 18, se identifican 3 diferentes clases de erosión; laminar, surcos y terraceo, que se presentan individualmente o en conjunto. Las clases laminar y surcos corresponden al tipo de erosión hídrica causada por la saturación, pendiente y escorrentía

superficial en las irregularidades del terreno. La clase de terraceo corresponde a la erosión causada por el pisoteo del ganado, formando surcos, canales o cárcavas, la cual compacta el suelo y magnifica los efectos de degradación. Igualmente se realizaron estimaciones sobre el porcentaje que abarca cada clase de erosión dentro del municipio.

En la figura 19, se observan los porcentajes de áreas afectadas por las diferentes clases de erosión en el municipio San Vicente de Chucurí. Los datos fueron extraídos de los SIG del estudio de la degradación de suelos por erosión en Colombia (2010-2011), proporcionados por el IDEAM.

Figura 19.

Porcentajes de las clases de erosión.



Fuente: Elaboración propia, adaptado de (IDEAM, 2010).

Los porcentajes de las diferentes clases de erosión en el municipio manifiestan que el 33,87% es afectado por erosión laminar, el 24,14% por erosión laminar y surcos, el 21,24% por erosión laminar y terraceo, el 6,03% por erosión de surcos y terraceo; para un total de 85,3%, de municipio afectado por erosión hídrica, el 14,71% no presenta erosión y el 0,01%

corresponde a los cuerpos de agua. Evidenciando que el mayor problema del municipio con respecto a la erosión, además de la actividad antrópica insostenible, corresponde a la precipitación, pendiente, escorrentía superficial, saturación e irregularidades del terreno.

Factores naturales que influyen en la erosión.

Geología.

En el municipio se presentan diferentes tipos de paisajes y relieve, predominando los paisajes de montaña y lomerío, y el relieve de lomas, colinas, crestas y espinazos.

En la tabla 17, se exponen los diferentes paisajes con sus respectivos relieves y descripción, presentes en el municipio San Vicente de Chucurí.

Tabla 17.

Descripción de los paisajes de San Vicente de Chucurí.

Paisaje	Descripción	Relieve
Montaña.	Elevación natural del terreno por origen diverso, con más de 300 metros de desnivel. Es el paisaje más predominante con el 50% de extensión, ubicado en la parte oriental y noroccidental del municipio.	Crestas y Crestones, Crestas y Espinazos Cuestas y Crestones
Lomerío.	Parte quebrada del terreno a razón de la repetición de colinas y lomas separadas por redes hidrográficas y vallecitos, corresponde al 36% de extensión.	Lomas y colinas Vallecitos
Piedemonte	Superficie inclinada que se extiende al pie de los sistemas montañosos, formadas por la sedimentación de las corrientes de agua provenientes de los terrenos más elevados.	Lomas y Colinas
Planicie Aluvial.	Terreno plano o levemente inclinado que se forma como consecuencia del depósito de sedimentos por inundaciones, localizados en la zona suroccidental del municipio.	Terrazas
Valle.	Corresponde a la parte alargada y plana entre dos zonas de relieve más alto, ubicados en la zona suroccidental del municipio.	Plano de Inundación Terrazas

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (IDEAM, 2017)

Los paisajes más afectados por la erosión son: Lomerío y Valle, las cuales están ubicados en la zona occidental de la región. El proceso que originó el modelamiento de estos

paisajes fue el depósito de sedimentos por acción de las lluvias e inundaciones de los ríos, erosionando el suelo para su formación. Igualmente, en la zona occidental del municipio están localizadas las cuencas y microcuencas que dan a lugar los procesos erosivos de mayor gravedad.

Clima.

El bosque húmedo tropical es la zona de mayor extensión, por esta razón la temperatura promedio del municipio varía entre 21 °C y 27 °C, presentando temporadas calientes y frescas que permiten el desarrollo de cultivos en todo el año. La precipitación presenta un promedio anual de 1.900 y 3.100 mm. El municipio también manifiesta diferentes rangos de escorrentía anual, variando entre 800-2000 mm, con valores mayores registrados en el occidente de la región, que corresponde a la zona más afectada por erosión.

Debido a la usencia de bosques en la zona occidental del municipio, la actividad ganadera y la alta presencia de mosaicos de cultivos y pastos, se intensifica la acción erosiva de la lluvia sobre el suelo.

Hidrografía.

El municipio está ubicado en el área hidrográfica Magdalena cauca, localizado dentro de las cuencas tributarias del río Opón y Sogamoso en donde sus contribuciones corresponden con más del 50% del rendimiento hídrico del área hidrográfica.

En la tabla 18, se exponen la zonificación hidrográfica que conforman el recurso hídrico del municipio San Vicente de Chucurí.

Tabla 18.

Zonificación hidrográfica de San Vicente de Chucurí.

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Cuenca	Subcuencas	Microcuencas
-Magdalena Cauca	-Medio Magdalena	-Río Opón	-Río Colorado -Río Cascajales -Río Oponcito	Aguas Blancas, La Llana, La India, Las Arrugas, Caño La Negra
	-Sogamoso	-Río Sogamoso	-Ciénaga de San Silvestre -Quebrada La Putana	El Zarzal, La Vizcanía, Los Medios, Las Cruces, La Carbonera, San Guillerma, La Ramera.

Fuente: Elaboración propia.

La subcuenca Quebrada La Putana ubicada en la vereda Vizcanía al occidente de la región en el límite entre San Vicente de Chucurí y Betulia y las quebradas Las Arrugas y el Caño la Negra, ubicadas en el suroccidente del municipio en las veredas Yarima y Arrugas, dan a lugar procesos erosivos en cárcavas y de remoción en masa, a causa de las pendientes inclinadas del terreno y el arrastre de sedimentos por las corrientes de agua.

Deforestación en el municipio.

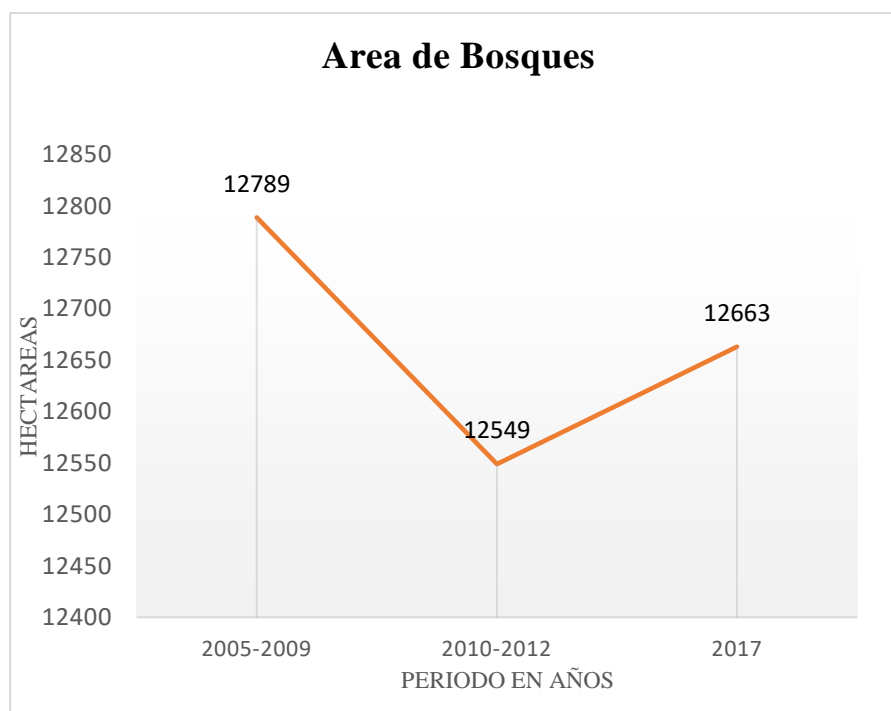
Según los datos extraídos del IDEAM, del estudio de alertas tempranas de deforestación durante el periodo (2015-2016), el municipio presenta alertas en la zona occidental, exactamente en las veredas Vizcania, Albania, Llana Fría, La Tempestuosa, Las Arrugas y Taguales. Igualmente existen alertas tempranas en las veredas Pamplona y Guamales, ubicadas en el suroriente del municipio, que corresponden a la zona de vida bosque pluvial montano, una de las áreas de protección forestal de la región por hacer parte de la Serranía de los Yariguíes. Asimismo el municipio ha realizado actividades de deforestación en gran parte de su extensión para el desarrollo de las actividades agropecuarias, transformando los bosques en pastos y cultivos, lo que contribuye en la degradación de los suelos, ya que las raíces de los árboles retienen el suelo, y la copa

protege al suelo del impacto de la lluvia: además los bosques absorben gran cantidad de la precipitación, protegiendo al suelo de la erosión hídrica, que es la principal razón de la erosión de la región, ya que afecta al 85% de la extensión territorial.

En la figura 20, se observa el área de bosques en el municipio de San Vicente de Chucurí. Los datos fueron extraídos de los estudios de cambio de coberturas durante el periodo (2005-2017) proporcionados por el IDEAM.

Figura 20

Área de bosques en San Vicente de Chucurí



Fuente: Elaboración propia, adaptado de (IDEAM, 2005, 2017)

En la figura 20, se observa el área de los bosques del municipio, que en su mayoría corresponden a la zona de vida bosque pluvial montano ubicada al oriente de la región y que conforma parte de la Serranía de los Yariguíes; los bosques presentan una ligera disminución durante el periodo (2010-2012) y posteriormente una recuperación en el año 2017.

La zona de vida bosque pluvial montano es una de las zonas menos afectada por erosión, presentando erosión únicamente de grado ligera y del tipo laminar, debido a la protección que ofrecen los árboles y la vegetación frente a este fenómeno de degradación, sin embargo, al ser una zona con alta precipitación y temperaturas bajas, limita el desarrollo de vegetación secundaria, la cual también protege al suelo contra la erosión.

Actividad B (análisis del diagnóstico inicial)

Se estableció la relación entre la información estudiada y el fenómeno de erosión presente en el municipio de San Vicente de Chucurí, determinando sus causas principales.

La erosión del municipio San Vicente de Chucurí, es la consecuencia de varios aspectos que se magnifican mutuamente de forma natural y antrópico. En el aspecto natural intervienen los ríos y quebradas presentes en el municipio y sus pendientes inclinadas, que dan a lugar a procesos erosivos debido al arrastre de sedimentos y la ausencia de cobertura vegetal en su entorno, causando que el suelo sea más vulnerable a la escorrentía y por lo tanto a la erosión hídrica, específicamente del tipo laminar y de surcos. Igualmente, para la formación de los paisajes presentes en el municipio como lomerío y valle, fueron necesarios los procesos erosivos de las inundaciones y lluvias, por lo tanto, son zonas que están predispuestas a ser afectadas por la erosión debido a sus características geológicas.

En el aspecto antrópico interviene la deforestación desmedida de los bosques naturales, especialmente del bosque húmedo tropical, que comprende la parte central y occidental de la región, debido a que posee características que lo hacen idóneo para el desarrollo de las actividades agropecuarias. Además, la mayoría de estas actividades se han realizado de manera insostenible y desmedida, por la ausencia de inversión, modernización y capacitación de los campesinos sobre un manejo sostenible del recurso suelo.

La falta de inversión en la mecanización y preparación del suelo para las actividades pecuarias, el exceso de carga animal por hectárea y la escasa implementación de sistemas silvopastoriles, causa la erosión del tipo terraceo que está asociada a las actividades ganaderas, compactando el suelo e incrementando las consecuencias de la erosión hídrica. También la alta demanda de cultivos permanentes y la falta de inclusión de los cultivos transitorios en los mercados locales y ferias comerciales, dificulta un manejo integral del recurso suelo, predisponiendo el incremento de tierras destinadas al desarrollo de monocultivos de carácter permanente. Además, existe un gran abismo entre las prácticas técnicas y las prácticas tradicionales, ya que el uso del suelo está asociada a las tradiciones culturales, causando la alteración de las características fisicoquímicas del suelo durante generaciones.

En el aspecto antrópico, la pobreza multidimensional que afecta al municipio, especialmente al sector rural, es una de las causas más importantes de los problemas ambientales, ya que los campesinos por la necesidad de aprovechar al máximo sus tierras en el presente, no están considerando las pérdidas en los ingresos futuros, al no cuidar de los recursos naturales. Además, la región carece de herramientas de gestión ambiental, lo que dificulta la protección, preservación y correcto uso de los patrimonios naturales, causando: disminución de la productividad del suelo, contaminación del recurso hídrico, pérdida de la biodiversidad, entre otros impactos ambientales negativos, que comprometen las necesidades de las generaciones futuras.

Resultados del Objetivo 2

•Establecer diferentes tecnologías para la recuperación de suelos afectados por erosión y/o estrategias para un manejo sostenible del recurso suelo, en el municipio San Vicente de Chucuri.

Actividad A (preselección de estrategias y tecnologías)

Se realizó una investigación sobre las estrategias generales para la sostenibilidad del recurso suelo, primordiales para el desarrollo de planes de intervención en buenas prácticas, específicamente para prevenir los problemas de degradación por erosión.

A continuación, se exponen algunas estrategias generales seleccionadas para un manejo sostenible del suelo, que previenen los problemas por erosión y contribuyen a la recuperación del recurso natural.

- Usar el suelo según su vocación.
- Labranza mínima.
- Cultivos de cobertura.
- Pastoreo controlado o rotativo.
- Rotación de cultivos.
- Policultivos o cultivos asociados.
- Diversificación funcional.
- Barreras vivas y muertas.

Igualmente se investigó sobre las tecnologías existentes para la recuperación de suelos afectados por erosión, específicamente las tecnologías biológicas y de coberturas superficiales. A continuación, se exponen algunas tecnologías seleccionadas:

- Revegetalización inducida
- Abonos verdes.
- Siembra utilizando guadua.
- Mantos orgánicos.
- Clavado de estaquillas vivas en taludes.
- Las Fajinas.
- Empradizado.

Actividad B (análisis comparativo de las estrategias y tecnologías)

Se realizó un análisis por medio de mapas comparativos entre las tecnologías biológicas y de coberturas superficiales y las estrategias para un manejo sostenible del recurso suelo, previamente seleccionadas en la actividad A.

En cada mapa comparativo se analizaron los siguientes aspectos; descripción de la estrategia o tecnología, características limitantes, ventajas, desventajas y costo económico.

Estrategias para un manejo sostenible del recurso suelo.

Tabla 19.

Título: Análisis de Usar el suelo según su vocación de uso.

Estrategia Sostenible	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Usar el Suelo Según su Vocación de Uso.	-Es el desarrollo de las actividades del suelo, según sus recomendaciones de uso, dependiendo de las características físicoquímicas y biológicas presentes. Se pueden realizar consultas en el geoportal URL: <u>http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga_sig/Agrologia.seam</u> , del Instituto Geográfico Agustín Codazzi ubicando las zonas de interés y determinando su vocación general, además se pueden realizar estudios con especialistas o consultando al Plan de ordenamiento territorial (POT) del municipio.	-Conserva el suelo a largo plazo, ya que se realizan las actividades predeterminadas por sus características. -Previenen problemas relacionados con la sobreutilización y subutilización del suelo, incluyendo los problemas por erosión. -Contribuye a la conservación de las características físicoquímicas y biológicas del suelo.	-La mayoría de los suelos ya han sido establecidos con actividades antrópicas, sin previa consulta a su vocación de uso, por lo tanto, su modificación e intervención en su manejo en algunos casos son altamente costosos.	-La población rural no tiene acceso a consultas por internet o con especialistas para conocer la vocación de uso del suelo. -Algunos municipios no tienen herramientas de planificación como él (POT) o están desactualizadas, dificultando las consultas sobre la vocación del suelo. -Falta de conocimiento sobre el uso del suelo según su vocación.	-Utilizar el suelo según su vocación no presenta ningún costo, pero modificar las actividades ya establecidas si requiere de grandes inversiones, dependiendo de la extensión a intervenir y de las actividades presentes. -Los estudios necesarios para determinar la vocación del suelo son costosos debido al personal especializado y equipo técnico necesario.

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (FAO, 2018)

Tabla 20.

Título: Análisis de Labranza mínima.

Estrategia Sostenible	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Labranza Mínima.	<p>Es la intervención mínima del suelo al momento de realizar las actividades agrícolas, con el fin de no interferir en sus procesos naturales. Existen 3 diferentes tipos de labranza mínima:</p> <p>-Labranza cero: es un sistema de siembra directa que se realiza sin la necesidad de una preparación mecánica en el suelo; es útil en suelos de textura gruesa y con buen drenaje, ya que son suaves y no tienden a compactarse.</p> <p>-Labranza mínima en surcos: es la preparación de surcos de 20 a 30 cm de ancho, y de 15-30 cm de profundidad, dependiendo del tipo de suelo y cultivo. Se caracteriza por dejar el suelo entre surcos sin remover, este sistema es útil en suelos fríos y húmedos.</p> <p>-Labranza mínima puntual: se remueve solo los alrededores de la semilla en forma circular a unos 20-25 cm, dejando espacio sin alterar entre cada siembra. Es útil para cultivos distantes como los frutales.</p>	<p>-Mejora la retención de humedad.</p> <p>-Mejora las características del suelo.</p> <p>-Previene la erosión.</p> <p>-Preserva la fertilidad del suelo.</p> <p>-Disminuye la mano de obra y costos de maquinaria pesada.</p> <p>-Disminuye las malezas y plagas.</p>	<p>-Puede encostrar el suelo, dependiendo del clima y porosidad del suelo.</p> <p>-Disminuye el rendimiento de los cultivos, debido a que no se siembra todo el suelo en comparación con la labranza tradicional.</p> <p>-No todos los cultivos mejoran los resultados, algunos son más eficientes con métodos tradicionales</p>	<p>-El éxito de la practica depende de la textura y porosidad el suelo.</p> <p>-En suelos degradados es poco probable que la practica sea exitosa al instante, en especial en suelos susceptibles a compactarse, en estos casos se recomienda mejorar las condiciones del suelo con abonos y cultivos de cobertura antes introducir las prácticas de labranza mínima.</p> <p>- La falta de conocimiento limita su buen desarrollo.</p>	<p>- Para los grandes agricultores, el cambio de los equipos tradicionales a la maquinaria adecuada para la labranza mínima, presenta altos costos.</p> <p>-Para los pequeños agricultores, no genera gasto ya que se pueden implementar las mismas herramientas manuales de la agricultura tradicional.</p>

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (FAO, 2018)

Tabla 21.

Título: Análisis de Pastoreo Controlado o Rotativo.

Estrategia Sostenible	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Pastoreo Controlado o Rotativo.	Es la rotación del ganado dentro del predio con el fin de evitar la compactación del suelo, especialmente en época de lluvia, permitiendo un consumo y crecimiento parejo del forraje. Para su desarrollo es necesario dividir los lotes y planificar las asociaciones de especies vegetales de los predios, carga animal y tasa de crecimiento del ganado, tiempo de ocupación y descanso de cada lote y la intensidad del pastoreo.	<ul style="list-style-type: none"> - Previene el sobrepastoreo. - Mejora la cobertura del suelo. - Previene la degradación del suelo. - Suministra a los animales con buena calidad y cantidad de forraje. - Previene el daño a cultivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor costo en el mantenimiento de cercas y cultivos de pastos. - Mayor inversión en infraestructura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se necesitan mayor extensión de tierra y lotes. - Es necesario personal especializado para su correcta práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de grandes inversiones en predios, e infraestructura como cercas y bebederos. - Mayor gasto en mantenimiento debido a la gran extensión territorial. - Mayor gasto en personal especializado, por ser una práctica tecnificada.

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (FAO, 2018)

Tabla 22.

Título: Análisis de Cultivos de Cobertura.

Estrategia Sostenible	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Cultivos de Cobertura.	Consiste en mantener cubierta la superficie de los campos agrícolas durante el periodo de barbecho	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora las propiedades del suelo. - Contribuye al manejo de las malezas. - Recicla los nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> - En algunos casos atrae plagas. - Ocupan tierras que pueden ser aprovechadas económicamente 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere un manejo cuidadoso para prevenir la competencia entre el cultivo de 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de inversiones en mano de obra para el establecimiento y

con cultivos de cobertura, que son cultivos que cubren el suelo de carácter temporal en su mayoría y presentan funciones como: la alimentación humana y para el ganado.	-Suministra materia orgánica al suelo y mejora su estructura. -Previene la erosión. -No necesitan conocimientos ni equipo técnico. -Reduce los insumos inorgánicos.	-En época de sequía pueden ocasionar incendios. -Algunas especies tienen efecto alelopático en el cultivo afectando la productividad.	cobertura y el cultivo asociado. -Es dependiente del periodo entre la cosecha de un cultivo y la siembra del siguiente.	el corte del cultivo de cobertura, ya que las fechas pueden coincidir con la cosecha de otros cultivos.
---	--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (FAO, 1999)

Tabla 23.

Título: Análisis de Rotación de Cultivos.

Estrategia Sostenible	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Rotación de Cultivos.	Consiste en alternar el suelo con cultivos diferentes en distintas partes del campo de manera secuencial, para preservar y conservar el suelo. Esta práctica diversifica los sistemas de producción y garantiza el uso sostenible del recurso.	-Preserva la fertilidad y nutrientes del suelo. -Reduce la erosión. -Incrementa el rendimiento de los cultivos. -Conserva las propiedades del suelo. -Reduce las malezas y plagas.	-El patrón de siembra es muy limitado y no se pueden incluir todos los tipos de plantas en las rotaciones. -No es seguro el éxito de todas las plantaciones.	- Es altamente costoso para la implementación en monocultivos. -Se necesita del conocimiento técnico para la ejecución correcta de la práctica. -Las interacciones correctas de los cultivos no siempre concuerdan con la demanda de la región.	-Es necesario una gran inversión inicial para implementar la variedad de plántulas. -Requiere de grandes inversiones en el cuidado de cada cultivo, por lo tanto, entre mayor diversificación mayor gasto.

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (FAO, 2018)

Tabla 24.

Título: Análisis de Policultivos o Cultivos Asociados.

Estrategia Sostenible	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Policultivos o Cultivos Asociados	Es un sistema de plantación simultánea entre dos o más especies vegetales dentro de una misma zona, las cuales se complementan entre sí y no generan competencia. Para su ejecución se asocian cultivos con diferentes desarrollo radicular y características vegetativas, con el fin de aprovechar los nutrientes y humedad disponible en todos los niveles del suelo. Se pueden presentar combinaciones de cultivos anuales y permanentes, y se pueden realizar desde combinaciones simples de dos cultivos hasta agrupaciones de doce o más cultivos diferentes, el sistema permite sembrar en temporadas distintas y su cosecha puede ser intercalada o simultánea.	<ul style="list-style-type: none"> -Controla las malezas y disminuye el uso de herbicidas. -Contribuye a la micro diversidad del suelo. -Conserva las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo. -Suministra materia orgánica al suelo y mejora su estructura. -Promueve la polinización. -Contribuye al reciclaje de nutrientes. -Mejora la productividad del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Presenta grandes dificultades para el control del campo de cultivo, debido a la gran diversificación. -En algunos casos es necesario la inversión en equipo técnico para el control de la zona, como sistemas de riego. -Se necesitan de más agroquímicos para el desarrollo de todos los cultivos. -No es seguro el éxito de todas las plantaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> -Se necesita del conocimiento técnico para la implementación correcta de la práctica. - Las interacciones correctas de los cultivos no siempre concuerdan con la demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> -Es necesario una gran inversión inicial para implementar la variedad de plántulas. -Requieren de grandes inversiones en el cuidado de cada cultivo, ya que al ser de diferentes tipos necesitan un manejo distinto, por lo tanto, entre mayor diversificación, mayor son los gastos.

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (FAO, 2018)

Tabla 25.

Título: Análisis de Diversificación Funcional.

Estrategia Sostenible	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Diversificación Funcional	<p>Es el aumento de especies que conforman un agroecosistema y que cumplen una función respectiva dentro del mismo, preservando los recursos naturales y contribuyendo a una producción más sostenible. Existen tres tipos diferentes de diversificación: (temporal, espacial y genética) y presentan diferentes estrategias como:</p> <p>Sistemas agroforestales: son sistemas de producción que combina la siembra de cultivos y árboles.</p> <p>Sistemas silvopastoriles: son sistemas de producción que combina la siembra de árboles con la actividad pecuaria.</p> <p>Sistemas agrosilvopastoriles: son sistemas de producción que integran diferentes componentes, forestales, agrícolas y pecuarios.</p>	<p>-Contribuye al reciclaje de nutrientes.</p> <p>-Disminuye la vulnerabilidad de los agroecosistemas.</p> <p>-Mantiene una cobertura vegetal abundante, que permite la conservación de las propiedades del suelo.</p> <p>-Previene la erosión.</p> <p>-Aumenta la sostenibilidad del agroecosistema a razón de la diversidad, incrementando las interacciones benéficas entre especies.</p>	<p>- El ganado puede causar daños en los cultivos.</p> <p>- Se pueden desarrollar malezas a causa de un mal manejo del sistema.</p> <p>-En áreas deforestadas es necesario realizar grandes inversiones y la recuperación de la zona es lenta.</p> <p>-Dificultan las cosechas mecanizadas por la presencia de los árboles en los cultivos.</p>	<p>-Se necesita del conocimiento técnico para la implementación correcta de la práctica.</p> <p>- Es necesario la adecuación del terreno.</p> <p>-Es limitada la información sobre el desarrollo y ejecución correcta de los diferentes sistemas.</p>	<p>-Es necesario de inversión en infraestructura adecuada para el ganado.</p> <p>- Requiere de inversiones en la contratación de personal especializado para la correcta ejecución de la práctica.</p> <p>- Es necesario una gran inversión inicial para implementar la variedad de plántulas y desarrollar la diversidad funcional en los agroecosistemas.</p>

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (FAO, 2018)

Tabla 26.*Título: Análisis de Barreras.*

Estrategia Sostenible	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Barreras Vivas	Son cultivos de plantas con buen desarrollo radicular en sentido contrario a la pendiente, con el propósito de reducir la velocidad del agua de escorrentía y así controlar la erosión.	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuye la velocidad de la escorrentía controlando la erosión. - Necesitan poco mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - En grandes extensiones de tierra es necesario de inversiones en mano de obra y material. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de conocimientos para su correcta ejecución. 	<ul style="list-style-type: none"> - En las barreras vivas es necesario la inversión inicial en las plántulas y su mantenimiento. -En las barreras muertas se pueden implementar con materiales existentes en la zona. -Se necesita de inversiones en personal técnico que oriente la correcta ejecución de la práctica.
Barreras Muertas	Son muros de 30-40 cm de altura contruidos con diferentes materiales como piedras o madera, ubicados de forma contraria a la pendiente formando terrazas con el propósito de reducir la velocidad del agua de escorrentía, retener el suelo y así controlar la erosión, ambas barreras son útiles en épocas de lluvia.	<ul style="list-style-type: none"> - Ocupan poco espacio. - Controla la degradación natural del suelo ocasionada por factores naturales como relieve o pendiente. - Poca inversión y fácil implementación. 			

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (AGEMA, 2020; Suares, 2020)

Tecnologías Biológicas y de Coberturas Superficiales.

Tabla 27.

Título: Análisis de Revegetalización Inducida.

Tecnología	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Revegetación Inducida.	Es establecer coberturas vegetales mediante la siembra de semillas o material vegetativo; existen diversos sistemas para su implementación, pero el más utilizado por su economía, adaptabilidad y eficiencia es: Revegetación por focos de cobertura ; consiste en implementar gramíneas y leguminosas con crecimiento estolonífero y distribuir las de forma triangular en puntos localizados, que posteriormente logran cubrir todo el lote o zona de interés. Para su éxito es necesario utilizar dos tipos de plantas; el primero con ciclo vegetativo largo (3-6 meses) y el segundo con ciclo vegetativo corto de (2-3 meses) para su establecimiento. Cada tipo de planta tiene objetivos diferentes; el ciclo largo aporta cobertura al suelo y el ciclo corto aporta biomasa, materia orgánica y nutrientes. También se puede utilizar vegetación existente en la zona , debido a su fácil adaptación en el medio, además proporciona sostenibilidad a largo plazo sin necesidad de mantenimiento.	-Controla la erosión. -Aporta materia orgánica al suelo. -Mejora la estructura del suelo. -Contribuye a la regulación hídrica. -Mejora las propiedades del suelo. -Contribuye a la estética del paisaje y a la protección de la vida silvestre. -Favorece la diversidad ecológica.	la siembra son complejos y requieren equipos especiales. -Son sistemas a largo plazo. -Se necesitan de cuidados e inspecciones en su periodo inicial para garantizar el éxito de la práctica a largo plazo.	-La selección de las especies vegetales y los medios de crecimientos están limitados por las características del clima, suelo y la estratificación de la vegetación. -Se necesita conocimiento técnico para la correcta ejecución del sistema.	-Es necesario grandes inversiones en mano de obra para poder abarcar grandes extensiones de tierra. -Se necesitan inversiones en personal capacitado. -Es necesario tener cuidados al inicio de las plantaciones, lo cual aumenta el costo.

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (Villada, 2001)

Tabla 28.

Título: Análisis de Abonos Verdes.

Tecnología	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Abonos Verdes	-Consiste en agregar plantas cortadas o podadas al suelo para su descomposición, con el fin de mejorar su fertilidad y calidad, ya que se reciclan grandes cantidades de nutrientes, que sirven como alimento para la vegetación presente. Cualquier tipo de planta sirve como abono verde, pero las más utilizadas son las leguminosas.	-Aportan grandes cantidades de materia orgánica. -Protegen al suelo de la erosión. -Mejoran las características fisicoquímicas y biológicas del suelo. -Incrementa el rendimiento de los cultivos. -Permite el desarrollo de microorganismos benéficos.	-Reduce los ingresos económicos, al ocupar extensiones de tierra en plantas con destino a abono y no a cultivos. -Mejora los suelos a largo plazo.	-Las plantas que pueden ser usadas como abonos verdes no se desarrollan en suelos con baja fertilidad, por lo tanto, en esos casos se necesita de abono y riego implicando más costos y trabajo.	- Los abonos verdes no necesitan inversión en mano de obra y se pueden producir en la misma finca o predio sin necesidad de grandes inversiones.

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (ICPR, 1998)

Tabla 29.

Título: Análisis de Siembra Utilizando Bambú o Guadua.

Tecnología	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Siembra Utilizando Bambú o Guadua.	Son hileras de bambú o guadua con dimensiones de 7-12 cm de diámetro dentro de zanjas y sostenidos por estacas de	-Es un sistema económico y ecológico. -Contribuye al desarrollo de vegetación.	-Los resultados son a largo plazo debido al lento crecimiento de la vegetación.	Pendiente: indica el tipo de vegetación adecuado para introducirse al suelo. Localización: entre más exposición directa del sol	-Es un sistema económico que no requiere de

aproximadamente 30 cm de largo ubicadas cada 2m, fijando el bambú al suelo. Se rellenan los espacios entre las hileras con suelo y materia orgánica y se siembran las plántulas o semillas dentro del bambú	- Controla la erosión. -Mejora la estabilidad del suelo. -No requiere de equipo especial. -Regula las filtraciones y humedad del suelo.	- Causa impactos ambientales negativos en las zonas donde se extrae el bambú. -No es seguro el éxito de todas las plantaciones.	presente la zona, mayores dificultades tendrá la vegetación para desarrollarse. Factores climáticos: determinan el desarrollo de la vegetación	inversiones en equipos. - Necesitan de inversiones en el bambú y plántulas necesarias.
---	--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (Cantillo & Gonzales, 2016)

Tabla 30.

Título: Análisis de Mantos Orgánicos

Tecnología	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes.	Costo Económico
Mantos Orgánicos	Se utilizan telas biodegradables de yute, fique o coco, fijadas con estacas de 30 cm de largo, son rellenas o cubiertas con material vegetal como (semillas, tallos y estolones). Cada tejido puede ser utilizado de diversas formas y presenta características diferentes: Tejido en Yute: fibra gruesa que permite la absorción de agua, se utiliza para proteger las semillas o sobre una capa vegetal. Tejido en Fique: se utiliza mucho en Colombia por su alta resistencia a la	-Controla la erosión. -Biodegradable y ecológico. -Previene los deslizamientos en masa. -Contribuye al sostenimiento mecánico del suelo. -Contribuye al desarrollo de la vegetación.	-Susceptible a quemaduras y sequías. -Dificultad para establecerse. -Dificultad para garantizar la estabilidad del recubrimiento. -Los resultados son a largo plazo debido al lento proceso de germinación y	-Dificultad para establecerse en altas pendientes. -Se necesitan de conocimiento técnico para ejecutar con éxito la práctica. -El crecimiento de la vegetación es influenciado por las características	-Se requieren de inversiones en material, equipo adecuado, personal capacitado, supervisión e inspección, sin embargo, es más económico que las de

tensión y absorción del agua. Se utiliza sobre una capa de lodo fertilizado. Tejido en Coco: presenta alta resistencia a la tensión y durabilidad de 5-10 años, dependiendo de la humedad	- Regula la humedad del suelo. - No se garantiza el desarrollo de toda la vegetación.	la del crecimiento de las semillas. del clima y localización.	coberturas sintéticas.
---	--	--	------------------------

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (L. N. C. Gonzales & Ayala, 2017)

Tabla 31.

Título: Análisis de Clavado de Estaquillas Vivas en Taludes.

Tecnología	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes.	Costo Económico
Clavado de Estaquillas Vivas en Taludes.	Es introducir ramas de árboles o arbustos sin germinar en el suelo con el fin contribuir al desarrollo de la vegetación. Para su ejecución se seleccionan ramas con 1-3cm de diámetro y de 0,5-1 m de longitud y se introduce la estaca en forma perpendicular a la superficie, abarcando 2/3 de la longitud total de la rama. Es necesario colocar de 3 a 4 estacas por m^2 y verificar que la tierra queda ajustada, también se recomienda obtener las ramas de plantas vigorosas, sanas y menores a dos años y cortar los tallos sin desgarrarlos.	-Contribuye al desarrollo de la vegetación. -Controla la erosión. -Regula las filtraciones y humedad del suelo. -No requiere de equipo especial. -Es económico, sostenible y ecológico. -Mejora las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo. - En algunos casos mejora la estabilidad del suelo.	-Los resultados son a largo plazo debido al lento crecimiento de la vegetación. -No es seguro el éxito de todas las plantaciones de ramas. - En suelos no cohesivos no previenen los movimientos de tierra.	Pendiente: indica el tipo de vegetación adecuado para introducirse al suelo Localización: entre más exposición directa del sol presente la zona, mayores dificultades tendrá la vegetación para desarrollarse. Factores climáticos: determinan el desarrollo de la vegetación.	-Es una práctica económica que no requiere de grandes inversiones en equipos o personal capacitado.

Fuente: Elaboración propia., adaptado de (C.S, 2020; FAO, n.d.)

Tabla 32.

Título: Análisis de Las Fajinas.

Tecnología	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes.	Costo Económico	
Las Fajinas	<p>Son fajos de ramas enterrados en zanjas poco profundas y su crecimiento es similar al clavado de estaquillas. Se pueden implementar de distintas formas:</p> <p>-Fajinas vivas: son ramas vivas de 1-5 cm de diámetro y 0,5-1m de longitud, dentro de zanjas poco profundas y cubiertas, dejando expuestas en la superficie parte del ramillete, se recomienda usar en pendientes pequeñas.</p> <p>-Fajinas de ladera: Se implementan plantas leñosas y de fácil enraizamiento fijadas con estacas dentro de zanjas. Las zanjas son de 30x50 cm de ancho y profundidad, las fajinas se distribuyen con intervalos de 80 cm y se fijan con 5 estacas como mínimo.</p> <p>-Fajinas de drenaje: Se realizan en zonas bajas y planas, consiste en hacer zanjas de forma semicilíndrica con profundidad entre 20-40 cm, con fajos de ramas dentro. Las dimensiones de los ramos son; diámetro de 0,20 a 0,40 m y longitud de 2 a 9 m. Se pueden emplear estacas vivas o rodrigones enterrados a 0,25 m para fijar las fajinas.</p>	<p>-Contribuye al desarrollo de la vegetación.</p> <p>-Previene la erosión.</p> <p>-Regula la humedad del suelo.</p> <p>-No requiere de equipos especiales.</p> <p>-Mejora las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo.</p> <p>- Es un sistema económico, sostenible y ecológico.</p> <p>-En algunos casos mejora la estabilidad del suelo.</p>	<p>al desarrollo de la vegetación.</p> <p>la erosión.</p> <p>la humedad del suelo.</p> <p>de equipos especiales.</p> <p>las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo.</p> <p>de equipos especiales.</p> <p>las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo.</p> <p>de equipos especiales.</p> <p>las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo.</p>	<p>-Los resultados son a largo plazo.</p> <p>-Se necesita la remoción de material vegetal, lo cual genera impacto negativo en las zonas donde se extrae.</p> <p>- En suelos no cohesivos no previenen los movimientos de tierra.</p>	<p>Pendiente: indica el tipo de fajina adecuado para introducirse al suelo.</p> <p>Localización: entre más exposición directa del sol presente la zona, mayores dificultades tendrá la vegetación para desarrollarse.</p> <p>Factores climáticos: determinan el desarrollo y durabilidad de las fajinas.</p>	<p>-Es un sistema económico que no requiere de inversiones en equipos, pero si es necesario personal para capacitar a los agricultores en la correcta ejecución del sistema.</p>

Fuente: Autora, adaptado de (C.S, 2020; Rojas et al., 2015)

Tabla 33.*Título: Análisis de Empradizado.*

Tecnología	Descripción	Ventajas	Desventajas	Características limitantes	Costo Económico
Empradizado	Se utilizan cespedones. normalmente de una sola clase de pasto, en taludes y laderas, implantándose cuadros de 30 x 30 cm y con 5cm de ancho de tierra aproximadamente, de manera directa sobre el suelo cuidando de las raíces y cubriendo la totalidad del área a tratar. Si existen grandes pendientes, se utilizan estacas para fijar los cespedones al talud.	-Material ecológico. -Rápida propagación. -Fácil adaptación al medio. -Garantiza el retoño del césped. -Protege el suelo de la erosión. -Regula la humedad. -Puede implementarse en zonas críticas que necesitan de cubrimiento estable.	-Causa impactos ambientales negativos en las zonas donde se extraen los cespedones. - Presentan raíces poco profundas que pueden requerir mantenimiento para su establecimiento -No establece variedades de vegetación. -Pobre adherencia de las raíces al suelo. - Dependiendo de la clase de césped, puede convertirse en especie invasora.	-Se necesitan de conocimientos técnicos para establecer con éxito todo el recubrimiento. -Depende del cuidado de las raíces antes y durante su establecimiento, ya que a al mínimo daño, el recubrimiento no podrá adherirse correctamente al suelo, disminuyendo su eficiencia. - Su uso depende de las normas locales.	-Representa más inversiones que otras técnicas de cobertura vegetal y sintética. -Necesitan de inversiones en personal capacitado para su implementación. -Se necesitan equipos especiales para almacenamiento y transporte de los cespedones. -Son delicados de transportar, incrementando los posibles costos en daños.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Universidad Nacional de Colombia, 2016)

Actividad C (selección de estrategias y tecnologías)

Se determinaron las estrategias y/o tecnologías más viables para la recuperación de los suelos afectados por erosión en el municipio de San Vicente de Chucurí teniendo en cuenta: el análisis comparativo desarrollado en la (Actividad B), el grado de erosión del suelo, las causas principales de la erosión, y las condiciones (ambientales, sociales, económicas y culturales) del municipio a partir de la información estudiada en el objetivo 1. (Ver Resultados Objetivo 1)

En la tabla 34, se observan las estrategias y tecnologías seleccionadas en orden de ejecución, para ser desarrolladas e implementadas en la región y su justificación.

Tabla 34.

Título: Selección de estrategias y tecnologías.

	Nombre	Justificación
Estrategias	Usar el Suelo Según su Vocación de Uso	Es el primer paso para un uso sostenible del suelo, interviniendo las veredas o zonas más afectadas por erosión, ya que modificar el uso del suelo en todo el municipio presentaría altos costos, sin embargo, sería el escenario ideal para prevenir la degradación del suelo en toda la región.
	Barreras Vivas y Muertas	Es una estrategia fácil y económica de implementar que contribuye a disminuir la erosión causada por la escorrentía, ya que el municipio es afectado en su mayoría por erosión hídrica.
	Labranza Mínima	Son estrategias sencillas de aprender que a largo plazo involucra grandes cambios, además las prácticas de una agricultura de conservación son fundamentales para la preservación del suelo.
	Pastoreo Controlado o Rotativo	Es una técnica costosa, pero debido a la erosión por terraceo es necesario implementar una estrategia que controle el pisoteo del ganado.
	Policultivos o Cultivos Asociados	Es necesario intervenir la cultura de monocultivos en la región, diversificando los sistemas de producción de cada vereda, esta práctica puede ser implementada por los agricultores en todo el municipio con los cultivos existentes.
	Diversificación Funcional	Los sistemas presentes en la diversificación funcional permiten complementar los agroecosistemas del municipio, combinando los diferentes componentes: forestales, agrícolas y pecuarios que conforman las actividades económicas de la región. Es necesario realizar inversiones para su desarrollo y tecnificación, sin embargo son prácticas que previenen la degradación del suelo y que comparado con medidas correctivas son más económicas a largo plazo.

Tecnologías	Abonos verdes	Es una técnica sencilla que no necesita de equipos especiales, además se puede aplicar en todo el municipio sin necesidad de grandes inversiones.
	Clavado de Estaquillas Vivas en Taludes	El municipio presenta zonas con altas pendientes afectadas por erosión, la implementación de estaquillas vivas y fajinas son adecuadas y económicas para estas zonas, además se pueden implementar en zonas planas afectadas por erosión y con poca vegetación.
	Las Fajinas	
	Siembra Utilizando Bambú o Guadua.	Es una tecnología económica de implementar que permite el desarrollo de la vegetación, al mismo tiempo que recubre el suelo protegiéndolo de la erosión y contribuyendo a su contención. Es ideal para implementarse en zonas con altas pendientes.
	Revegetalización Inducida.	Esta tecnología se puede implementar con vegetación existente de la región, priorizando las zonas más afectas por erosión, sin embargo, es necesaria una capacitación a la comunidad y agricultores para su correcta ejecución y desarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que gran parte del municipio presenta erosión de grado ligera y moderada, se seleccionaron estrategias enfocadas en la prevención, además de tecnologías económicas y sencillas de implementar, que permitan el desarrollo gradual de la vegetación.

Inicialmente se mejoran las condiciones del suelo para así introducir con éxito el establecimiento de la vegetación con: las estrategias de manejo sostenible, abonos verdes, clavado de estaquillas vivas en taludes y fajinas, para que después de mejorar las condiciones del suelo se proceda a establecer la vegetación con las tecnologías de: siembra utilizando bambú o guadua e implementando revegetalización inducida, dependiendo de la localización y pendiente de la zona. Además, la región presenta problemas de pobreza multidimensional, por lo tanto se postularon estrategias y tecnologías que no requieran de grandes costos en equipo o maquinaria, sin embargo se sugiere realizar capacitaciones a la comunidad para cambiar las prácticas tradicionales a prácticas de conservación, y para ejecutar y desarrollar correctamente las tecnologías propuestas.

Resultados del Objetivo 3

•Proyectar la información seleccionada, en un mapa de clasificación de técnicas de recuperación de suelos afectados por erosión y/o estrategias de manejo sostenible del recurso, en el municipio San Vicente de Chucurí, con la ayuda del software ArcGIS.

Actividad A y B (proyección de la información y definición de los sistemas de clasificación).

Se estableció la clasificación, orden y distribución de las técnicas de recuperación de los suelos afectados por erosión y estrategias de manejo sostenible del recurso suelo mediante dos sistemas.

El primer sistema es conformado por niveles de intervención, que son áreas que cumplen con características seleccionadas a partir de la extensión afectada y el grado de erosión presente en cada vereda, este sistema delimita y prioriza las veredas para intervenirlas, tomando como referencia el nivel 0 de mayor importancia y el nivel 3 de menor importancia (ver Tabla 35.).

El segundo sistema es conformado por las categorías de grado y clase de erosión, este orden determina las tecnologías y estrategias a implementar teniendo en cuenta todas las combinaciones existentes entre las clases y grados de erosión presentes en el municipio San Vicente de Chucurí (ver Tabla 37.).

Los sistemas de clasificación se establecieron con el análisis de los datos suministrados por los sistemas de información geográfica (SIG) de los estudios de la degradación de suelos por erosión en Colombia (2010-2011), y la división territorial del municipio San Vicente de Chucurí, interrelacionando la información con la ayuda del software ArcGIS.

Para la determinación de los niveles de intervención, se calculó el porcentaje del territorio afectado de cada vereda por erosión y sus diferentes grados y clases presentes en cada zona (ver Anexo 1) y (ver Anexo 2). Estos datos posibilitaron la división de las veredas con características en común, estableciendo el grado de erosión y la extensión afectada en cada vereda como variables determinantes (ver Tabla 35.).

Los porcentajes calculados con respecto al territorio afectado de cada vereda por erosión y los grados presentes en cada una (ver Anexo 1), mostraron que hay veredas con más del 50% de su extensión afectada por erosión y con porcentajes de erosión moderada mayores a los de erosión ligera. Igualmente hay veredas con porcentajes de su extensión afectada por erosión menores al 80%, y con porcentajes de erosión ligera mayores a los de erosión moderada. De este modo se decidió dividir las veredas más afectadas por extensión y grado, en 3 niveles (0,1 y 2) y el nivel 3 se asignó para las veredas menos afectadas en grado de erosión, que corresponden a las veredas con porcentajes de erosión ligera mayores a los de erosión moderada. (ver Tabla 35.)

También se investigó y analizó información geográfica con respecto a la geología, recurso hídrico y cobertura del suelo, no obstante, la información determinante de los sistemas de clasificación fue la división territorial y la erosión presente en el municipio San Vicente de Chucurí.

En la tabla 35, se exponen los niveles de intervención en el municipio San Vicente de Chucurí y las características que conforman cada nivel.

Tabla 35.

Niveles de intervención.

Nivel de intervención	Característica 1 (% de vereda erosionada)	Característica 2 (% erosión moderada)
0	% de la vereda erosionada = 100%.	% de erosión del grado moderada de la vereda > 90%.
1	% de la vereda erosionada >= 75% y <= 100%.	% de erosión del grado moderada de la vereda >= 75% y <= 90%
2	% de la vereda erosionada >= 50 % y <75 %.	% de erosión del grado moderada de la vereda >= 50% y < 75 %.
3	% de la vereda erosionada > 80%.	Veredas con % de erosión ligera > % de erosión moderada.

Nota: En la característica 2 se analizó el porcentaje de erosión moderada debido a que el grado de erosión severa en el municipio presenta un porcentaje de extensión poco significativo para ser evaluado, y la erosión moderada es el grado que le precede.

Fuente: Elaboración propia.

Al momento de analizar las características para definir los niveles de intervención, se antepuso la estabilidad de las diferentes comunidades de cada vereda, ya que todas generan ingresos económicos a

partir de las actividades agropecuarias y constituye su sustento de vida. Por esta razón, se seleccionaron características que clasificaran las veredas según su extensión afectada, y la extensión del grado de erosión más severo (grado moderado) dentro de cada zona, con el fin de priorizar la productividad de cada vereda.

Algunas veredas presentan porcentajes altos en su extensión de territorio afectado por erosión, pero porcentajes bajos en relación con la erosión del municipio, igualmente hay veredas con porcentajes altos de territorio afectado por erosión, tanto a nivel veredal como municipal, pero con porcentajes que van de erosión ligera mayor a erosión moderada, o únicamente presentan erosión del grado ligera (ver Anexo 1).

Teniendo en cuenta todos los escenarios presentes con respecto a la extensión del territorio afectado por erosión en cada vereda y la extensión del grado de erosión más severo (grado moderado) dentro de cada zona, se establecieron los niveles de intervención con el propósito de priorizar las zonas más afectadas, teniendo en cuenta la estabilidad futura de las diferentes comunidades de la región.

En la tabla 36, se exponen los nombres de las veredas y los niveles de intervención al cual pertenecen.

Tabla 36.

Nivel de intervención de cada vereda

Nombre de la vereda	Nivel de intervención	Nombre de la vereda	Nivel de intervención	Nombre de la vereda	Nivel de intervención
Nueva Granada	0	Cascajales	2	Llana Fría	3
Santa Rosa	0	La Tempestuos a	2	Los Medios	3
Agua Blanca	1	Llano Caliente	2	Mérida	3
El León	1	Arrugas	3	Naranjito	3
La Colorada	1	Barro Amarillo	3	Palestina	3
La Esmeralda	1	Campo Hermoso	3	Palmira	3
Marcito	1	Cantarranas	3	Pamplona	3

Nuevo Mundo	1	Ceibal	3	Pradera	3
Pertrecho	1	Centro	3	Primavera	3
Táguales	1	Chanchon	3	Santa Inés	3
Albania	2	Guadual	3	Vizcania	3
Alto Viento	2	Guamales	3	Yarima	3
Cascajales	2	La Esperanza	3		

Fuente: Elaboración propia.

La vereda Arrugas no cumple con ninguna de las características de los niveles de intervención, ya que presenta solo el 45,3% de su extensión erosionada y el 45,2 % de esa erosión es del tipo moderada (ver Anexo 1), sin embargo al ser la vereda con el menor porcentaje de erosión en todo el municipio, se clasificó en el nivel 3 de intervención que corresponde al de menor prioridad.

Posteriormente se analizaron las diferentes combinaciones entre las clases y grados de erosión existentes en el municipio, determinando las estrategias y tecnologías que permitan manejar la erosión en cada caso.

En la tabla 37, se muestran las tecnologías y estrategias correspondientes en cada caso de erosión.

Tabla 37.

Selección de estrategias y tecnologías

Clase de erosión	Grado	Estrategias	Tecnología	Nivel de viabilidad
Laminar	Ligera		Abonos verdes	1
			Clavado de estaquillas vivas en taludes	1
	Moderada		Abonos verdes	1
			Clavado de estaquillas vivas en taludes	1
Laminar y Surcos	Ligera	Barreras vivas y muertas Labranza mínima Policultivos Diversificación	Fajinas	2
			Abonos verdes	1
			Clavado de estaquillas vivas en taludes	1
			Abonos verdes	1
	Moderada y Severa	Funcional	Clavado de estaquillas vivas en taludes	1
			Fajinas	2
			Siembra utilizando bambú o guadua	3

Terraceo y Laminar	Ligera		Abonos verdes	1	
			Fajinas de drenaje	2	
	Moderada	Barreras vivas y muertas	Abonos verdes	1	
			Fajinas de drenaje	2	
		Pastoreo controlado o rotativo	Siembra utilizando bambú o guadua	3	
		Labranza mínima	Revegetalización inducida	3	
	Terraceo y Surcos		Policultivos	Abonos verdes	1
			Diversificación	Fajinas de drenaje	2
		Funcional	Siembra utilizando bambú o guadua	3	
			Revegetalización inducida	3	

Nota: El nivel de viabilidad corresponde a la factibilidad de implementar las tecnologías en la región, teniendo en cuenta la facilidad de ejecución y costo.

Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación de la estrategia de “pastoreo controlado o rotativo”, se clasificaron dos grupos, las asociaciones de erosión con terraceo y las asociaciones de erosión sin terraceo, ya que esta clase de erosión es ocasionada por el pisoteo del ganado y requiere de una estrategia enfocada a este problema. Las estrategias de: “barreras vivas y muertas, labranza mínima, policultivos y diversificación funcional”, se dispusieron para ejecutarlas en conjunto, ya que son prácticas de conservación que se complementan mutuamente mejorando las condiciones del suelo y controlando la erosión.

Las tecnologías se clasificaron y ordenaron con el propósito de mejorar gradualmente las condiciones actuales del suelo y permitir el desarrollo de la vegetación con éxito, teniendo en cuenta la clase y grado de erosión. En el caso de las asociaciones de erosión laminar y de grado ligera se seleccionaron las tecnologías de abonos verdes y el clavado de estaquillas, ya que corresponden a los casos de erosión de menor complejidad donde el desarrollo de la vegetación no presenta grandes dificultades. En las asociaciones de erosión laminar y de laminar y surcos de grado moderada, se incluyeron las tecnologías de fajinas, con el propósito de mejorar las condiciones de drenaje y retención de humedad que posibiliten el desarrollo de la vegetación. En las asociaciones de erosión laminar y surcos de grado severa se incluyó la siembra utilizando guadua, asumiendo que son terrenos con altas pendientes que necesitan de medidas de contención. En el caso de las asociaciones de erosión por terraceo y laminar de grado ligera, se seleccionaron las medidas de abonos verdes y fajinas, ya que el

terraceo compacta el suelo y necesita de tecnologías que mejoren la aireación y drenaje, para que la vegetación pueda desarrollarse. En los casos de las asociaciones de erosión por terraceo y laminar, y por terraceo y surcos del grado moderada, se seleccionaron las tecnologías de abonos verdes, fajinas, siembra utilizando bambú o guadua (esta tecnología se propone para las zonas que necesiten una medida de contención) y revegetalización inducida, para ser aplicadas de manera sistemática y según las características del terreno.

La revegetalización se propuso solo para las zonas afectadas por terraceo ya que el terreno al estar compacto presenta mayores dificultades en el establecimiento de la vegetación, igualmente la revegetalización puede ser implementada en cualquier zona que lo necesite.

La estrategia de “uso del suelo según su vocación”, se propone para todo el municipio, además la mayoría de la región hace parte de las Áreas Protegidas del SINAP, específicamente la categoría de Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI), que tiene en sus especificaciones el aprovechamiento sostenible los recursos naturales; sin embargo las veredas más afectadas por erosión hacen parte de esta categoría, lo que manifiesta la mala gestión de los recursos naturales en el municipio. Por lo tanto, es necesario el diseño de un Plan de Manejo del (DRMI) que cumpla con los objetivos de conservación del área protegida y un Plan de Gestión Ambiental Municipal (PGAM) que oriente las acciones e inversiones en un contexto municipal hacia la protección del medio ambiente. Aun así, se pueden tomar medidas orientadas a la vocación del uso del suelo, priorizando las zonas más afectadas por erosión que corresponden al nivel de intervención 0 y 1 y que son parte del DRMI (ver Figura 24.).

Las veredas que corresponden a los niveles de intervención 0 y 1 y que son parte del DRMI son:

- La Esmeralda
- Santa Rosa
- Nueva Granada
- La Colorada
- Pertrecho
- Agua Blanca
- El León
- Marcito
- Nuevo Mundo

Es fundamental mantener la composición y función de los ecosistemas de estas zonas, además de aprovechar los recursos naturales de manera sostenible, por lo tanto, se propone implementar revegetalización enfocada a recuperar la biodiversidad y el suelo, además de implementar todas las estrategias propuestas para el manejo sostenible del recurso suelo.

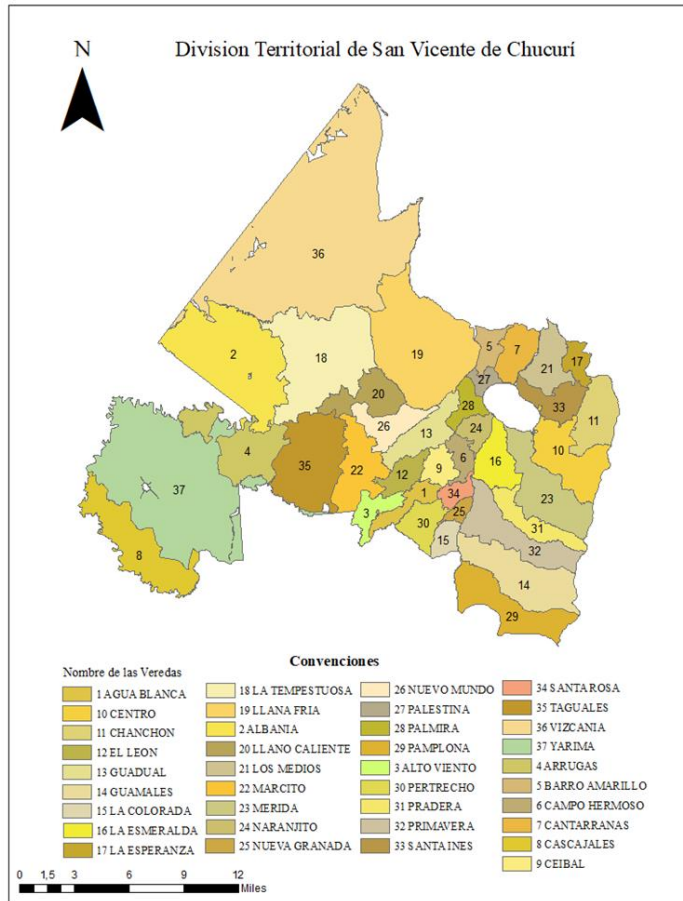
Para llevar a cabo la revegetalización enfocada a recuperar la biodiversidad y el suelo, es necesario realizar un análisis más profundo en varios aspectos como: el ecosistema de referencia, el estado actual del ecosistema, la selección de especies y sitios para el establecimiento de las plántulas, entre otros aspectos orientados por un especialista en conservación.

Actividad C (formulación de mapas)

Se formularon los mapas que exponen: la distribución de las veredas en el municipio, el sistema de clasificación por niveles de intervención, el sistema de clasificación por las combinaciones de clases y grados de erosión, y las veredas a intervenir con medidas orientadas a la vocación del uso del suelo, por medio de la ayuda del software ArcGIS.

Figura 21.

División Territorial.

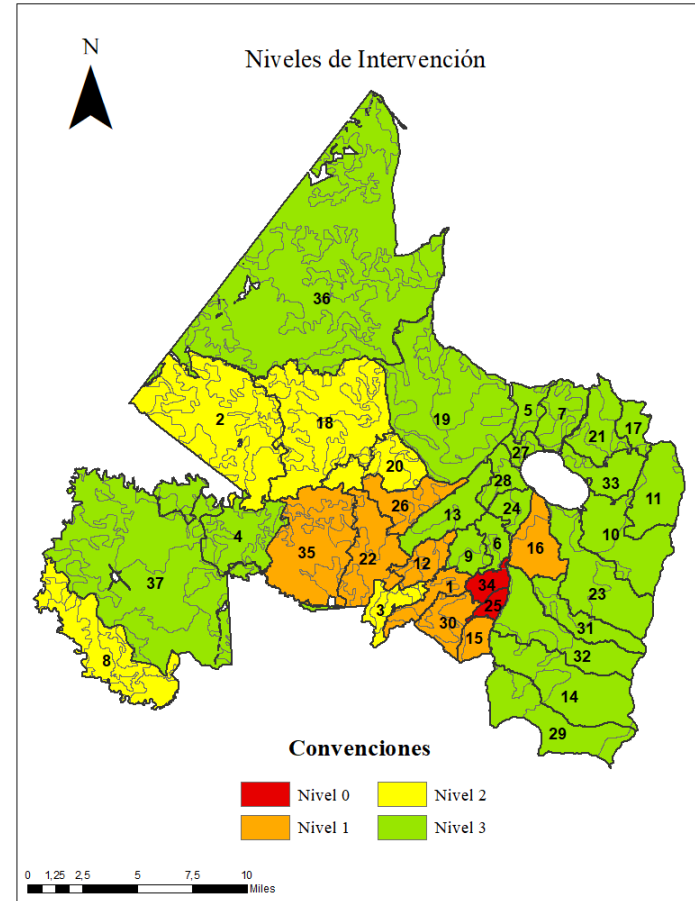


Nota: Se le asignó un número a cada vereda con el fin de facilitar la ubicación en el mapa.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22.

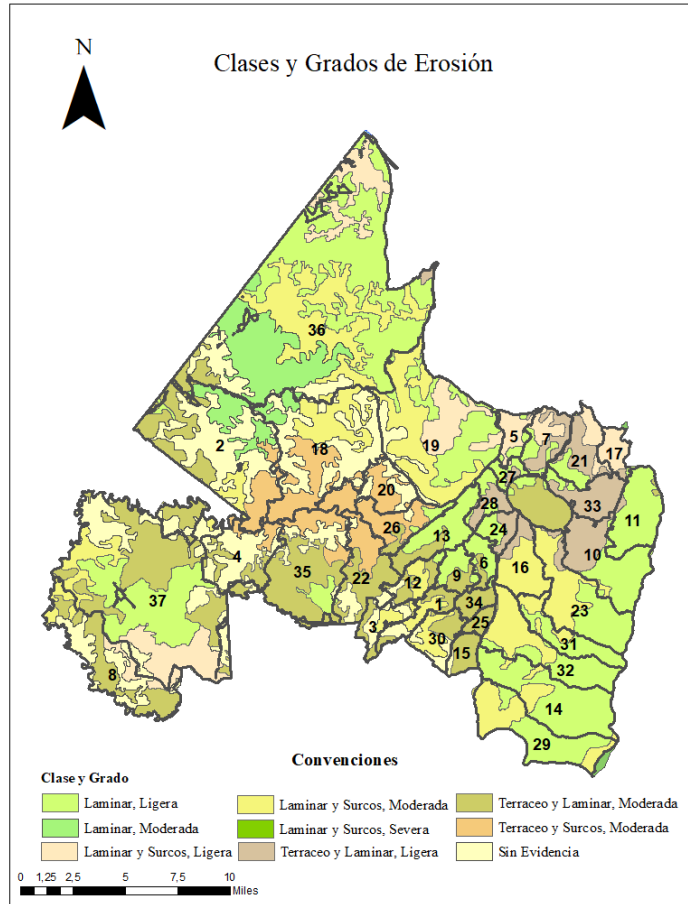
Niveles de Intervención.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23.

Clases y Grados de Erosión.

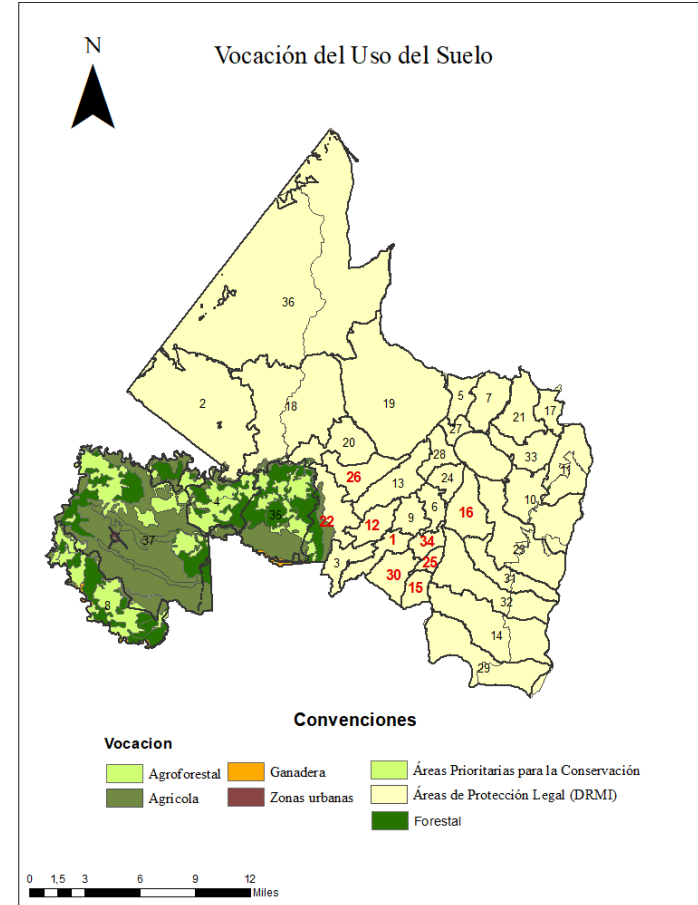


Nota: En el (Anexo 3) se exhiben los porcentajes de las combinaciones entre las clases y grados de erosión presentes en cada vereda, el cual denota las tecnologías y estrategias a implementar en cada zona.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24.

Vocación del Uso del Suelo.



Nota: Las veredas a intervenir con medidas orientadas a la vocación del uso del suelo, son las que presentan el número en color rojo.

Fuente: Elaboración propia.

Con estos sistemas se determinaron las zonas priorizadas para intervenir y las estrategias y tecnologías adecuadas en cada caso; al momento de implementarlas es necesario tener en cuenta más variables como recursos de las veredas, estado actual del suelo, vegetación existente en la zona, actividades antrópicas adicionales desconocidas, condiciones climáticas, selección de especies para la revegetalización, entre otras; además se pueden implementar más estrategias o tecnologías diferentes a las propuestas, ya que el cuidado del recurso suelo no depende de actividades en específico, sino de diversas estrategias y tecnologías que unificadas contribuyen a la conservación, preservación y recuperación del recurso natural.

Conclusiones

- El desarrollo y la expansión desmedida de las actividades económicas del municipio San Vicente de Chucuri ha degradado los recursos naturales de la región, incluyendo el suelo. A pesar de esto la erosión del municipio no refleja un estado crítico, debido a que el 41,6 % de su extensión presenta erosión ligera, el 43,6% erosión moderada, el 14,7% no evidencian erosión y solo el 0,005% presenta erosión severa.
- Las diferentes clases de erosión señalan que el mayor problema del municipio San Vicente de Chucurí, además de las practicas insostenibles y la ausencia de herramientas de gestión ambiental, corresponde a: precipitación, pendiente e irregularidades del terreno.
- Las estrategias y tecnologías propuestas para implementar en el municipio San Vicente de Chucuri en su mayoría no requieren de grandes inversiones, debido a la situación socioeconómica de la región, sin embargo si necesitan de conocimiento para su correcta ejecución, esto indica que la problemática de erosión puede ser abordada inicialmente en un contexto social, con capacitaciones a la comunidad.
- Las veredas Vizcania y Yarima tienen mayor extensión y sus porcentajes de territorio afectado por erosión son más significativos a nivel municipal, específicamente del 20,76% y 11,20% respectivamente, igualmente tienen porcentajes de erosión ligera de 47,56 y 42,92% mayores a los de erosión moderada de 45,67% y 38,60 %, por lo tanto, es importante realizarles control y seguimiento para prevenir el incremento de la erosión en las veredas.
- Para la ejecución de la revegetalización inducida con vegetación existente en la zona, es necesario profundizar e indagar en la correcta selección de especies. En el caso de la revegetalización enfocada a recuperar la biodiversidad, es necesaria la asesoría de un especialista en el área, ya que requiere de más investigaciones y estudios.

Recomendaciones

- Para el desarrollo del proyecto es necesario realizar visitas técnicas a las veredas con el propósito de conocer la situación actual de las diferentes comunidades, sus recursos, actividades, cultivos, la distribución de las fincas y predios, entre otras variables para así determinar la metodología a implementar en cada zona.
- Es necesario realizar un diagnóstico en todas las veredas sobre la erosión actual, con el fin de rectificar si las estrategias y tecnologías propuestas para cada zona, son acordes al tipo y grado de erosión presente.
- Se pueden implementar otras tecnologías o estrategias a las propuestas, las visitas técnicas y el diagnóstico de la erosión actual en cada vereda serán los aspectos determinantes sobre cómo proceder en cada zona, igualmente la conservación y preservación del suelo no depende de actividades en específico, sino de diversas actividades que en conjunto contribuyen a la recuperación y buen manejo del recurso.

Bibliografía

- AGEMA. (2020). *Capítulo 4: Barreras Muertas de Piedra*.
- Alcaldía San Vicente de Chucurí. (2020). *Alcaldía San Vicente de Chucurí*.
<http://www.sanvicentedechucuri-santander.gov.co/>
- Arc Map. (2016). *Arc Map*. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/main/map/what-is-arcmap-.htm>
- C.S, S. (2020). *Capítulo 2: Sistemas de protección y contención de taludes*.
<https://civilgeeks.com/2017/04/18/sistemas-proteccion-contencion-taludes/>
- Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2018). *En Santander más de 500 mil hectareas son destinadas a la agricultura*. [https://www.camaradirecta.com/noticias/noticias-en-general/en-santander-mas-de-500-mil-hectareas-son-destinadas-a-la-agricultura/?fbclid=IwAR0P6ZSWmFFEBmLbARNDwdubhKkekoTsT0EKPf88BXc9_x7seSPDvfDKqjw#:~:text=En Santander más de 500 mil hectáreas son destin](https://www.camaradirecta.com/noticias/noticias-en-general/en-santander-mas-de-500-mil-hectareas-son-destinadas-a-la-agricultura/?fbclid=IwAR0P6ZSWmFFEBmLbARNDwdubhKkekoTsT0EKPf88BXc9_x7seSPDvfDKqjw#:~:text=En%20Santander%20m%C3%A1s%20de%20500%20mil%20hect%C3%A1reas%20son%20destinadas%20a%20la%20agricultura)
- Cantillo, G. A., & Gonzales, K. J. (2016). *Estrategias para la reducción del riesgo de erosión*.
- Castro, M. (2020). *Erosión eólica: factores, tipos, consecuencias, ejemplos*.
[https://www.lifeder.com/erosion-eolica/#:~:text=Pérdida de suelos agrícolas y desertización,-Desertización&text=En casos graves la erosión, en la producción de alimentos](https://www.lifeder.com/erosion-eolica/#:~:text=P%C3%A9rdida%20de%20suelos%20agr%C3%ADcolas%20y%20desertizaci%C3%B3n,-Desertizaci%C3%B3n&text=En%20casos%20graves%20la%20erosi%C3%B3n,%20en%20la%20producci%C3%B3n%20de%20alimentos).
- CORPOICA, CORTOLIMA, SENA, & Tolima, U. del. (2015). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica mayor del río Totare*.
- CREA. (2018). *Modelos para predecir la pérdida de suelo por erosión hídrica*.
<https://www.crea.org.ar/modelos-para-predecir-la-perdida-de-erosion-hidrica/>
- EVA. (2018). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales*.
https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Evaluaciones-Agropecuarias-Municipales-EVA/2pnw-mmge/data?fbclid=IwAR1_rBi7dcobEuYIbYyYS0vCaJC98OJ43pN7zPk880bo3yvffkJig-qy-w8
- FAO. (n.d.). *Metodo de estabilización de laderas mediante el empleo de materiales vivos*.
<http://www.fao.org/3/ad081s/AD081s03.htm>
- FAO. (1999). *Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América. In Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*.
- FAO. (2018). *Guía de buenas practicas para la gestión y uso sostenible del suelo en áreas rurales*.
- FAO. (2020). *Portal de Suelos de la FAO*. http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/?fbclid=IwAR2HUMRQ50ab1g419zNiLzYZ3-r_I3zb1txMH2AjNHcYgFbvQZq27eK9t7k
- Gonzales, D. A. G. (1996). *Zonas de vida o formaciones vegetales*.
<https://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/33791/00011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzales, L. N. C., & Ayala, P. A. A. (2017). *Beneficios de los mantos de control de erosión temporal para la recuperación y protección de taludes y representación en un modelo físico de laboratorio*. 9(5), 1–14.
<https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101607>
<https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.02.034>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cjag.12228>
<https://doi.org/10.1111/cjag.12228>

- g/10.1016/j.ssci.2020.104773%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.011%0Ahttps://doi.o
- Google Earth. (2020). *Google Earth*.
<https://earth.google.com/web/search/San+Vicente+de+Chucurí,+Santander/@6.93467548,-73.54439519,416.16191977a,113203.91064031d,35y,0h,0t,0r/data=Co0BGmMSXQolMHg4ZTQyODM4MmIwNzIzZDY5OjB4MjZiNWQyYjQ5Y2M2Zjc2NhmEdvP5zbkbQCHcsuhC0WZSwCoiU2FuIFZpY2VudGUgZGUgQ2h1Y3Vyw60sIFNhbhRhbmlRlchgCIAEiJgokCQc40Cu8qTVAEQg40Cu8qTXAGZcNj6tVD1AIVC5IdkVn1LA>
- Helga Van Miegroet, D. W. J. (2009). Retroalimentaciones y sinergismo entre biogeoquímica, ecología básica y ciencia de suelos forestales. *Ecología y Manejo Forestal*, 2214–2223.
- Hudson, N. (2006). *Conservacion del suelo* (Reverté (ed.)). Reverté.
- IAEA. (2020). *Control de la erosión del suelo*.
https://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.iaea.org%2Fes%2Ftemas%2Fcontrol-de-la-erosion-del-suelo%3Ffbclid%3DIwAR3FD0x9QefiVpVM75jrkr4PY4Ch2iXvoUPYve48qDx_Yfe-O3dgKvZLo44&h=AT3gDIOuQHtE9nUuKqQS2pi_QhCdvkwE4BvrOwrPOU8p00fH4YFsGTLHjmqWT6QMoe71FSJK97hy
- Ibáñez, J. J. (2011). *Laboreo, Erosión Eólica, Aspereza del Suelo y Calidad del Aire*.
<https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/12/05/139835>
- ICA. (2020). *Censo Pecuario Nacional*.
https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx?fbclid=IwAR27L1NV2GXji1tqg6eu1pKitty5Kgg9fyQa_r_1otY68RXxS4t2ABMMUvk
- ICPR. (1998). *Capítulo 3: Abonos Verdes*.
- IDEAM. (2005). *Cobertura de la tierra periodo 2005 - 2009*.
<http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- IDEAM. (2010). *Mapa de zonificación de la degradación de suelos por erosión*.
<http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- IDEAM. (2017). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos*.
<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/mapa-ecosistemas-continentales-costeros-marinos>
- Loaiza, J. C. (2010). El recurso suelo. *Suelos Ecuatoriales*.
- Lopez Falcon, R. (2002). *Degradación del suelo, causas, procesos, evaluacion e investigación*.
- MADS, IDEAM, & U.D.C.A. (2015). *Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia*.
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023648/Sintesis.pdf>
- ONU. (2018). La Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible. In *Revista de Derecho Ambiental* (Issue 10). <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2018.52077>
- PBOT. (2009). *Plan Basico de Ordenamiento Territorial*. <https://sanvicentede-chucurisantander.micolombiadigital.gov.co/planes/plan-basico-de-ordenamiento-territorial-a-2009>
- Peluffo, M. (2016). *Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos policíclicos*

- aromáticos mediante oxidación química*. Universidad Nacional de La Plata.
- Plan de Desarrollo Municipal. (2020). *Plan de desarrollo de San Vicente de Chucurí 2020-2023*.
- Portillo, r S. R. (2020). *Erosión eólica: definición, tipos y ejemplos*.
https://www.ecologiaverde.com/erosion-eolica-definicion-tipos-y-ejemplos-2566.html?fbclid=IwAR0yeKnQoveWrlX1eKLACdJdvFsjsx5jkeSxaSE7ohYzzIJ0Uf fUAydKgIw#anchor_1
- Ramirez, F. (2018). *SIG al estudio de erosión*. <https://es.slideshare.net/framirezortiz/sig-al-estudio-de-erosin>
- Rojas, W. G., Castro, D. A. R., & Basto, A. R. (2015). *Viabilidad de la implementación de fajinas para la estabilización de taludes en Colombia*.
- Secretaría de Agricultura. (2016). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales*.
<https://www.santander.gov.co/index.php/funciones-agricultura/itemlist/category/7-secretaria-de-agricultura>
- SIAC. (2012). *Suelos en Colombia*.
http://www.siac.gov.co/sueloscolombia?fbclid=IwAR3tUq9zhZ8QIZCSgzcNxMIAVpC-_vVjZYO68-JZAWIb1KpoV200bSydFEI
- SIAC. (2014). *Erosión*. <http://www.siac.gov.co/erosion?fbclid=IwAR22rzcvcZN8erR6l-jZE37FWCH7cLIgtqxxNDUHEcPRE0EqwmW4ZUr2s9w#%3A~%3Atext%3DEI> área degradada por
- SIAC. (2020). *Suelo*.
http://www.siac.gov.co/suelo?fbclid=IwAR38tqs_lBna_OhEe9h4paTHA5LC-KrDStqe_jPZ1I4AoUzxYg1a3ytV6TY
- Suares, J. (2020). Capítulo 6: Sistemas de estabilización de taludes. In *Deslizamientos: Tecnicas de remediación* (pp. 101–118).
- Tayupanta, J. R. (1993). *Erosion Hidrica: Proceso, Factores y Formas*. INIAP.
- Turismo en Colombia. (2020). *San Vicente de Chucurí*.
http://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/SANTANDER/MUNICIPIOS/SAN VICENTE DE CHUCURI/SAN VICENTE DE CHUCURI.htm?fbclid=IwAR3eU1is4pJZ-IPv4MfStzMGmZ_GUyW1uzwN8ys_RZJ4bSQI4OH68txfKng
- Universidad Nacional de Colombia. (2016). Coberturas Vegetales. In *Geotecnia para el trópico andino* (pp. 325–363).
- Vanguardia. (2017). *En el país, Santander es quinto en degradación de suelos por erosión*.
<https://www.vanguardia.com/economia/local/en-el-pais-santander-es-quinto-en-degradacion-de-suelos-por-erosion-GGVL414570?fbclid=IwAR23RmVLZKElvLJNPMkfYx194Q20oHPNC3gEQ9NyuZUZgvYe7MDxVTzrM0M>
- Villada, D. (2001). *Instrumentos metodologicos y recursos utilizados para la recuperación de suelos erosionados en laderas*. (p. 46).
[http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6670/1/20067191036_Recuperacion de suelos erosionados.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6670/1/20067191036_Recuperacion%20de%20suelos%20erosionados.pdf)

Anexos

Anexo 1

Porcentajes de los grados de erosión en cada de vereda.

Nombre	% Erosión Ligera	% Erosión Moderada	% Erosión Severa	% Sin Evidencia de Erosión	% de vereda con Erosión	% de Erosión en el Municipio
Agua Blanca	0,13	80,28	0,00	19,58	80,42	0,82
Albania	0,98	57,99	0,00	41,03	58,97	4,57
Alto Viento	0,00	62,20	0,00	37,80	62,20	0,63
Arrugas	0,06	45,25	0,00	54,69	45,31	1,54
Barro Amarillo	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,84
Campo Hermoso	75,11	24,89	0,00	0,00	100,00	0,75
Cantarranas	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	1,44
Cascajales	11,81	52,66	0,00	35,53	64,47	2,69
Ceibal	58,58	41,42	0,00	0,00	100,00	0,90
Centro	97,29	2,71	0,00	0,00	100,00	3,14
Chanchon	97,65	2,35	0,00	0,00	100,00	2,17
El Leon	7,65	82,93	0,00	9,42	90,58	0,94
Guadual	71,17	28,83	0,00	0,00	100,00	1,87
Guamales	86,49	13,51	0,00	0,00	100,00	3,90
La Colorada	0,52	87,65	0,00	11,83	88,17	0,60
La Esmeralda	21,61	78,39	0,00	0,00	100,00	1,70
La Esperanza	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,73
La Tempestuosa	0,00	55,15	0,00	44,85	55,15	3,88
Llana Fría	52,05	39,88	0,00	8,07	91,93	7,43
Llano Caliente	0,00	63,13	0,00	36,87	63,13	1,21
Los Medios	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	1,74
Marcito	0,56	79,20	0,00	20,24	79,76	2,10
Mérida	53,42	46,58	0,00	0,00	100,00	3,58
Naranjito	99,82	0,18	0,00	0,00	100,00	0,76
Nueva Granada	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,37
Nuevo Mundo	15,29	79,95	0,00	4,76	95,24	1,52

Palestina	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,46
Palmira	99,86	0,14	0,00	0,00	100,00	0,85
Pamplona	56,10	43,90	0,00	0,00	100,00	3,16
Pertrecho	0,00	75,13	0,00	24,87	75,13	0,98
Pradera	67,81	32,19	0,00	0,00	100,00	1,57
Primavera	51,11	48,89	0,00	0,00	100,00	3,12
Santa Ines	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	1,49
Santa Rosa	5,38	94,62	0,00	0,00	100,00	0,60
Taguales	8,60	75,30	0,00	16,10	83,90	4,01
Vizcania	47,56	45,67	0,00	6,77	93,23	20,76
Yarima	42,92	38,60	0,01	18,46	81,54	11,20

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2

Porcentajes de las clases de erosión en cada vereda.

Nombre	% Laminar	% Laminar y Surcos	% Terraceo y Laminar	% Terraceo y Surcos	% Sin Evidencia
Agua Blanca	0,13	39,63	40,65	0,00	19,58
Albania	16,55	5,87	22,06	14,50	41,03
Alto Viento	0,00	31,42	30,78	0,00	37,80
Arrugas	0,06	0,62	34,32	10,31	54,69
Barro Amarillo	26,83	70,31	2,86	0,00	0,00
Campo Hermoso	75,09	1,03	23,88	0,00	0,00
Cantarranas	25,12	29,50	45,38	0,00	0,00
Cascajales	0,16	20,69	43,62	0,00	35,53
Ceibal	58,58	0,00	41,42	0,00	0,00
Centro	56,84	2,56	40,60	0,00	0,00
Chanchon	94,20	0,00	5,80	0,00	0,00
El León	7,65	34,97	47,96	0,00	9,42
Guadual	70,28	0,51	29,04	0,17	0,00
Guamales	86,49	13,33	0,18	0,00	0,00
La Colorada	0,52	0,00	87,65	0,00	11,83
La Esmeralda	0,46	78,39	21,15	0,00	0,00
La Esperanza	3,69	88,06	8,26	0,00	0,00
La Tempestuosa	6,51	23,29	0,00	25,34	44,85
Llana Fría	31,58	60,12	0,04	0,19	8,07
Llano Caliente	0,00	0,00	0,00	63,13	36,87

Los Medios	24,07	29,26	46,67	0,00	0,00
Marcito	0,56	0,00	48,48	30,72	20,24
Mérida	45,94	46,58	7,48	0,00	0,00
Naranjito	52,74	0,18	47,09	0,00	0,00
Nueva Granada	0,00	0,07	99,93	0,00	0,00
Nuevo Mundo	15,29	0,08	13,22	66,66	4,76
Palestina	73,80	2,50	23,69	0,00	0,00
Palmira	42,27	0,14	57,59	0,00	0,00
Pamplona	56,10	43,77	0,12	0,00	0,00
Pertrecho	0,00	43,39	31,74	0,00	24,87
Pradera	67,81	32,19	0,00	0,00	0,00
Primavera	51,11	47,36	1,53	0,00	0,00
Santa Inés	13,30	0,00	86,70	0,00	0,00
Santa Rosa	5,38	0,38	94,24	0,00	0,00
Táguales	8,60	0,00	56,61	18,68	16,10
Vizcania	58,57	31,18	3,49	0,00	6,77
Yarima	28,54	22,76	30,24	0,00	18,46

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3

Porcentajes de las combinaciones de grados y clases de erosión en cada vereda.

Nombre de la Vereda	Clase de Erosión	Grado de Erosión	% de Erosión en la Vereda
Agua Blanca	Laminar	Ligera	0,13
	Laminar y Surcos	Moderada	39,63
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	19,58
	Terraceo y Laminar	Moderada	40,65
Albania	Laminar	Ligera	0,98
	Laminar	Moderada	15,57
	Laminar y Surcos	Moderada	5,87
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	41,03
	Terraceo y Laminar	Moderada	22,06
	Terraceo y Surcos	Moderada	14,50
Alto Viento	Laminar y Surcos	Moderada	31,42
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	37,80
	Terraceo y Laminar	Moderada	30,78
Arrugas	Laminar	Ligera	0,06
	Laminar y Surcos	Moderada	0,62
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	55,22

	Terraceo y Laminar	Moderada	34,39
	Terraceo y Surcos	Moderada	10,31
Barro Amarillo	Laminar	Ligera	26,83
	Laminar y Surcos	Ligera	70,31
	Terraceo y Laminar	Ligera	2,86
Campo Hermoso	Laminar	Ligera	75,09
	Laminar y Surcos	Moderada	1,03
	Terraceo y Laminar	Ligera	0,02
	Terraceo y Laminar	Moderada	23,86
Cantarranas	Laminar	Ligera	25,12
	Laminar y Surcos	Ligera	29,50
	Terraceo y Laminar	Ligera	45,38
Cascajales	Laminar	Ligera	0,16
	Laminar y Surcos	Ligera	11,65
	Laminar y Surcos	Moderada	9,04
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	35,53
	Terraceo y Laminar	Moderada	43,62
Ceibal	Laminar	Ligera	58,58
	Terraceo y Laminar	Moderada	41,42
Centro	Laminar	Ligera	56,84
	Laminar y Surcos	Moderada	2,56
	Terraceo y Laminar	Ligera	40,44
	Terraceo y Laminar	Moderada	0,15
Chanchon	Laminar	Ligera	94,20
	Terraceo y Laminar	Ligera	3,44
	Terraceo y Laminar	Moderada	2,35
El León	Laminar	Ligera	7,65
	Laminar y Surcos	Moderada	34,97
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	9,42
	Terraceo y Laminar	Moderada	47,96
Guadual	Laminar	Ligera	70,28
	Laminar y Surcos	Moderada	0,51
	Terraceo y Laminar	Ligera	0,89
	Terraceo y Laminar	Moderada	28,15
	Terraceo y Surcos	Moderada	0,17
Guamales	Laminar	Ligera	86,49
	Laminar y Surcos	Moderada	13,33
	Terraceo y Laminar	Moderada	0,18
La Colorada	Laminar	Ligera	0,52
	Laminar y Surcos	Moderada	0,00
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	11,83

La Esmeralda	Terraceo y Laminar	Moderada	87,65
	Laminar	Ligera	0,46
	Laminar y Surcos	Moderada	78,39
	Terraceo y Laminar	Ligera	21,15
La Esperanza	Laminar	Ligera	3,69
	Laminar y Surcos	Ligera	88,06
	Terraceo y Laminar	Ligera	8,26
La Tempestuosa	Laminar	Moderada	6,51
	Laminar y Surcos	Moderada	23,29
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	44,85
	Terraceo y Surcos	Moderada	25,34
Llana Fría	Laminar	Ligera	31,59
	Laminar y Surcos	Ligera	20,43
	Laminar y Surcos	Moderada	39,69
	No Suelo	No Suelo	0,01
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	8,07
	Terraceo y Laminar	Ligera	0,04
	Terraceo y Surcos	Moderada	0,18
Llano Caliente	Sin Evidencia	Sin Evidencia	36,87
	Terraceo y Surcos	Moderada	63,13
Los Medios	Laminar	Ligera	24,07
	Laminar y Surcos	Ligera	29,26
	Terraceo y Laminar	Ligera	46,67
Marcito	Laminar	Ligera	0,56
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	20,24
	Terraceo y Laminar	Moderada	48,48
	Terraceo y Surcos	Moderada	30,72
Mérida	Laminar	Ligera	45,94
	Laminar y Surcos	Moderada	46,58
	Terraceo y Laminar	Ligera	7,48
Naranjito	Laminar	Ligera	52,74
	Laminar y Surcos	Moderada	0,18
	Terraceo y Laminar	Ligera	47,09
Nueva Granada	Laminar y Surcos	Moderada	0,07
	Terraceo y Laminar	Moderada	99,93
Nuevo Mundo	Laminar	Ligera	15,29
	Laminar y Surcos	Moderada	0,08
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	4,76
	Terraceo y Laminar	Moderada	13,22
	Terraceo y Surcos	Moderada	66,66
Palestina	Laminar	Ligera	73,80

	Laminar y Surcos	Ligera	2,50
	Terraceo y Laminar	Ligera	23,69
Palmira	Laminar	Ligera	42,27
	Laminar y Surcos	Moderada	0,14
	Terraceo y Laminar	Ligera	57,59
Pamplona	Laminar	Ligera	56,10
	Laminar y Surcos	Moderada	43,77
	Terraceo y Laminar	Moderada	0,12
Pertrecho	Laminar y Surcos	Moderada	43,39
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	24,87
	Terraceo y Laminar	Moderada	31,74
Pradera	Laminar	Ligera	67,81
	Laminar y Surcos	Moderada	32,19
Primavera	Laminar	Ligera	51,11
	Laminar y Surcos	Moderada	47,36
	Terraceo y Laminar	Moderada	1,53
Santa Inés	Laminar	Ligera	13,30
	Terraceo y Laminar	Ligera	86,70
Santa Rosa	Laminar	Ligera	5,38
	Laminar y Surcos	Moderada	0,38
	Terraceo y Laminar	Moderada	94,24
Táguales	Laminar	Ligera	8,60
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	16,10
	Terraceo y Laminar	Moderada	57,24
	Terraceo y Surcos	Moderada	18,68
Vizcania	Laminar	Ligera	39,44
	Laminar	Moderada	19,13
	Laminar y Surcos	Ligera	7,67
	Laminar y Surcos	Moderada	23,51
	No Suelo	No Suelo	0,01
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	6,77
	Terraceo y Laminar	Ligera	0,45
	Terraceo y Laminar	Moderada	3,03
Yarima	Laminar	Ligera	28,54
	Laminar y Surcos	Ligera	14,38
	Laminar y Surcos	Moderada	8,36
	Laminar y Surcos	Severa	0,01
	Sin Evidencia	Sin Evidencia	18,59
	Terraceo y Laminar	Moderada	30,47

Fuente: Elaboración propia.