
IDENTIFICACIÓN DE LOS ÍNDICES DE VEGETACIÓN Y ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA PARA LA PRESERVACIÓN DEL MONITOREO DE PÁRAMOS EN ANTIOQUIA

Leidy Mejia Rios, lmejia@unadvirtual.edu.co;

Aleida María Morales Velásquez, ammoraesvel@unadvirtual.edu.co;

Yilmar Mendoza Laurido, yrmendozal@unadvirtual.edu.co;

Docente Asesor: John Carlos Ruiz Caicedo, john.ruiz@unadvirtual.edu.co.

RESUMEN

El presente estudio, proporciona información valiosa acerca del estado de las coberturas vegetales en los páramos de las microcuencas de Belmira, Frontino-Urrao y Citará en Antioquia, utilizando imágenes satelitales Landsat 8 de 2023 y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en QGIS. El objetivo general es evaluar la salud de la vegetación en estas áreas críticas, mientras que los objetivos específicos incluyen monitorear la cobertura vegetal mediante índices de vegetación como NDVI y EVI, y analizar cómo las actividades antropogénicas afectan las coberturas del suelo, provocando erosión y comprometiendo la integridad de las comunidades indígenas y otros grupos étnicos en términos de riesgos de deslizamientos e inundaciones. La metodología empleada incluye la utilización de imágenes Landsat 8 y el cálculo de índices de vegetación a través de la calculadora ráster en QGIS, proporcionando una visión detallada de la salud y distribución de la vegetación.

Los resultados destacan las áreas con vegetación densa y saludable, así como las zonas con estrés o degradación, permitiendo identificar las regiones más afectadas por actividades humanas. Además, se evalúan los impactos ambientales y sociales, subrayando la importancia de la conservación de estos ecosistemas para las comunidades locales. Las conclusiones del estudio proporcionan datos fundamentales para la formulación de estrategias de conservación y manejo sostenible, así como para futuras investigaciones, resaltando la necesidad de acciones concretas para mitigar los efectos negativos de las actividades humanas y preservar la integridad de los páramos en Antioquia. Este trabajo demuestra la eficacia del uso de tecnologías SIG y teledetección para la gestión ambiental y la protección de los ecosistemas vulnerables.

ABSTRACT

The present study provides valuable information about the state of plant cover in the moors of the Belmira, Frontino-Urrao and Citará micro-basins in Antioquia, using Landsat 8 satellite images from 2023 and Geographic Information Systems (GIS) tools in QGIS. . The general objective is to assess the health of vegetation in these critical areas, while specific objectives include monitoring vegetation cover using vegetation indices such as NDVI and EVI, and analyzing how anthropogenic activities affect soil covers, causing erosion and compromising the integrity of indigenous communities and other ethnic groups in terms of risks of landslides and floods. The methodology used includes the use of Landsat 8 images and the calculation of vegetation indices through the raster calculator in QGIS, providing a detailed view of the health and distribution of the vegetation. The results highlight areas with dense and healthy vegetation, as well as areas with stress or degradation, allowing the identification of the regions most affected by human activities. In addition, the environmental and social impacts are evaluated, underlining the importance of the conservation of these ecosystems for local communities. The conclusions of the study provide fundamental data for the formulation of conservation and sustainable management strategies, as well as for future research, highlighting the need for concrete actions to mitigate the negative effects of human activities and preserve the integrity of the paramos in Antioquia.

This work demonstrates the effectiveness of using GIS and remote sensing technologies for environmental management and the protection of vulnerable ecosystems.

INTRODUCCIÓN

El monitoreo de la vegetación es una herramienta esencial para la conservación de los ecosistemas de páramos, especialmente en regiones como Antioquia, bajo la jurisdicción de Corantioquia. La teledetección, mediante el análisis multispectral de imágenes satelitales, permite evaluar la salud de la vegetación de manera precisa y eficiente (CORANTIOQUIA, 2022). Este estudio se enfoca en utilizar imágenes Landsat 8 del 2023 para analizar los páramos de Belmira, Frontino-Urrao y Citará, empleando índices de vegetación como NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), EVI (Índice de Vegetación Mejorada) y NDWL (Índice de Agua de Diferencia Normalizada) Vigoridad de la vegetación (Alonso, 2019).

Los índices de vegetación como NDVI y EVI son herramientas valiosas que permiten identificar la actividad fotosintética activa y diferenciar entre vegetación vigorosa y senescente.

El NDVI se basa en la reflectancia del infrarrojo cercano y el rojo visible para determinar la densidad y salud de la vegetación, mientras que el EVI corrige efectos atmosféricos y de fondo del suelo, ofreciendo una medición más precisa en áreas de vegetación densa (González, 2020). El NDWI, por otro lado, se enfoca en el contenido de agua en la vegetación, crucial para detectar cambios en la humedad del suelo y el estrés hídrico (Alonso, 2019).

En los páramos, ecosistemas sensibles y cruciales para la biodiversidad y la regulación hídrica, el monitoreo a través de teledetección es fundamental. Las imágenes multiespectrales permiten no solo detectar la presencia y salud de la vegetación, sino también identificar cambios en el uso del suelo, evaluar riesgos ambientales como deslizamientos e inundaciones, y comprender el impacto de actividades humanas en estos frágiles entornos.

Corantioquia, en su labor de gestión ambiental, se beneficia enormemente de estos avances tecnológicos, ya que proporcionan datos precisos y actualizados que son esenciales para la toma de decisiones informadas (Díaz-Granados et al., 2005). La integración de estas tecnologías en los procesos de planificación y conservación permite una gestión más sostenible de los recursos naturales, garantizando que las políticas públicas se basen en evidencia científica sólida (Niño & Quintanilla, 2018).

Este estudio, al utilizar técnicas avanzadas de SIG y teledetección, ofrece una evaluación integral del estado de los páramos en Antioquia, contribuyendo significativamente a los esfuerzos de preservación y manejo sostenible de estos ecosistemas vitales. La información obtenida servirá como base para la formulación de estrategias de conservación que protejan la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que los páramos proporcionan.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el estado de las distintas coberturas vegetales de páramos en el departamento de Antioquia utilizando utilizando sistemas de información geográfica SIG

Objetivos Específicos

- Evaluar el estado de la vegetación con el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).
 - Identificar sitios que tengan presencia de agua en la vegetación y suelo por medio del Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI).
 - Obtener información que permita la toma de decisiones sobre el estado de los páramos.
-

METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente estudio se llevó a cabo un levantamiento de información y revisión bibliográfica que permitiese acercarnos a los protocolos metodológicos, el cual estable las directrices requeridas en el desarrollo de este tipo de investigaciones. Para el uso de índices de vegetación para evaluar la salud y el estado de los páramos de Belmira, Frontino-Urrao y Citará en Antioquia, empleando imágenes satelitales Landsat 8 de 2023. metodología comprende las siguientes etapas:

- **Adquisición de Imágenes Satelitales Landsat 8-9 OLI/ TIRS C2 L2)**

Mediante el análisis y combinaciones de las capas obtenidas en las plataformas nacionales de gestión de datos abiertos como el IGAC y Corantioquia de las cuales se obtuvieron las capas de (zonas con amenazas por deslizamiento, Comunidades étnicas, división política y administrativa del departamento de Antioquia, zonas con peligro de inundación y áreas de manejo especial); mientras que en la plataforma earthexplorer. usgs, se obtuvieron los ráster mediante el siguiente paso a paso en los criterios de búsqueda.

- Criterios de búsqueda (usar mapa)
- Conjunto de datos (Landsat 8- Landsat 2 colección nivel 2- Landsat 8-9 OLI/ TIRS C2 L2),
- Criterios adicionales (Satélite 9)

- Resultados (Banda 1-12 Landsat 9) rango de fecha de toma de capturas por parte del satélite de observación de la Tierra Landsat (8) de la fecha de toma de captura para los meses de mayo (5) y junio (6) del año 2023.

- **Corrección de Imágenes**

Operaciones en software de Qgis, en este se deben insertar las capas de los archivos ráster obtenidos en la fase de descarga de la información, y utilizar la calculadora rastre o en su defecto combinar capas.

Se descargaron imágenes Landsat 8, que proporcionan datos multiespectrales esenciales para el análisis de vegetación. Las bandas específicas utilizadas son:

- Banda 4 (Roja)
- Banda 5 (Infrarrojo Cercano, NIR)
- Banda 2 (Azul)
- Banda 6 (Infrarrojo Medio, SWIR)

Las tonalidades más habituales en una composición en falso color son:

- Rojo, indica una vegetación sana y bien desarrollada.
 - Rosa, áreas vegetales menos densa o con vegetación menos desarrollada.
 - Blanco, áreas con escasa o nula vegetación.
 - Azul oscuro o negro indica la presencia de agua.
-

- Marrón, vegetación arbustiva muy variable.
- Beig-dorado, zonas de transición, prados secos asociados a matorral ralo. (XXX) .

1. Preprocesamiento de Imágenes

Las imágenes se pre-procesan para corregir cualquier distorsión geométrica y atmosférica, utilizando software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como QGIS.

2. Cálculo de Índices de Vegetación

- Vegetación Vigorosa: Para la detección de vegetación en un estado saludable se utiliza la combinación de bandas 5,6,2 en Landsat 8 y 8A,11,2 en Sentinel 2 (Alonso, 2019).

Tabla 1. Análisis de la Vegetación Vigorosa

Análisis de vegetación Vigorosa	
Vegetación vigorosa y saludable	
Vegetación estresada o menos densa.	
Suelos desnudos, rocas expuestas, áreas s	
Cuerpos de agua o sombras de montaña.	

Fuente. Elaboración propia,2024

- **Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI):** El NDWI se utiliza como una medida de la cantidad de agua que posee la vegetación o el nivel de saturación de humedad que posee el suelo. Para obtener este índice la combinación de bandas es la siguiente: Landsat 8 $(3-6) / (3+6)$, Sentinel 2 $(3-11) / (3+11)$ (Alonso, 2019)

Tabla 1. Análisis de la Vegetación Vigorosa

Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI)	
Alto	
Medio	
Moderado	
Bajo	

Fuente. Elaboración propia,2024

- **Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI):** El NDVI es un índice de vegetación que se utiliza para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja. Para obtener este índice debemos operar con las bandas de la imagen de la siguiente forma: Landsat 8 $(5-4) / (5+4)$, Sentinel 2 $(8-4) / (8+4)$ (Alonso, 2019).

Tabla 1. NDVI ((Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)

NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)	
Actividad fotosintética Activa	
Actividad fotosintética Moderada	
Estrés Fotosintético	
Senescencia o ninguna vegetación.	

Fuente. Elaboración propia,2024

- **Índice de Vegetación Mejorado (EVI):** El EVI provee información que permite monitorear el estado de la vegetación en caso de altas densidades de biomasa (Alonso, 2019) . Para obtenerlo debemos operar con las bandas de la imagen de la siguiente forma: Landsat 8 $G *(5-4) / (5 +C1*4 - C2*2 +L)$, Sentinel 2 $G*((B8A-B04) /((B8A+C1*B04-C2*B02) +L))$ (Alonso, 2019) (Alonso, 2019).

Dónde L=1, C1 = 6, C2 = 7.5, y G (gain factor) = 2.5.

Dimensiones y Resolución del Satélite Landsat 8

Landsat 8 es un satélite de observación terrestre que proporciona imágenes de alta resolución que son cruciales para diversos análisis multiespectrales y de fotointerpretación.

Resolución Espacial

- Bandas 1 a 7 y 9: 30 metros por píxel.
- Banda 8 (Pancromática): 15 metros por píxel.
- Banda 10 y 11 (Térmicas): 100 metros por píxel, reescaladas a 30 metros. Dimensiones de Longitud de las Bandas
- Banda 1 (Costera/Azul Profundo): 0.433 - 0.453 μm
- Banda 2 (Azul): 0.450 - 0.515 μm
- Banda 3 (Verde): 0.525 - 0.600 μm
- Banda 4 (Rojo): 0.630 - 0.680 μm
- Banda 5 (NIR - Infrarrojo Cercano): 0.845 - 0.885 μm
- Banda 6 (SWIR 1 - Infrarrojo de Onda Corta 1): 1.560 - 1.660 μm
- Banda 7 (SWIR 2 - Infrarrojo de Onda Corta 2): 2.100 - 2.300 μm
- Banda 8 (Pancromática): 0.500 - 0.680 μm
- Banda 9 (Cirrus): 1.360 - 1.390 μm
- Bandas Térmicas 10 y 11: 10.60 - 11.19 μm y 11.50 - 12.51 μm .

Importancia de la Resolución y las Bandas para Fotointerpretación y Análisis Multiespectral

Resolución Espacial (30 m y 15 m)

• **30 metros por píxel:** Adecuado para análisis de cobertura terrestre y monitoreo de grandes áreas. La resolución es suficiente para distinguir características como tipos de vegetación, cuerpos de agua, y estructuras geográficas importantes (Sarría, 2006).

• **15 metros por píxel:** La banda pancromática mejora la capacidad de discernir detalles más finos, útil para análisis más detallados y para mejorar la calidad visual de las imágenes mediante el proceso de fusión de bandas (pan-sharpening) (Cánovas García & Alonso Sarria, 2014).

Resolución Espectral

Cada banda tiene una importancia específica en la fotointerpretación y los análisis multiespectrales:

- Banda 2 (Azul): Captura detalles finos y es útil para el análisis de cuerpos de agua y áreas costeras.
 - Banda 3 (Verde): Sensible a la vegetación y útil para estudios de salud vegetal y biomasa.
 - Banda 4 (Rojo): Importante para el cálculo de índices de vegetación debido a su sensibilidad a la clorofila.
 - Banda 5 (NIR): Fundamental para la discriminación de la vegetación, ya que las plantas sanas reflejan mucho NIR.
-

- Bandas 6 y 7 (SWIR 1 y 2): Útiles para identificar la humedad del suelo y la vegetación, así como para diferenciar entre tipos de rocas y suelos.
- Bandas Térmicas (10 y 11): Importantes para estudios de temperatura de superficie y para aplicaciones en climatología y monitoreo de fenómenos térmicos.

Aplicación en Índices de Vegetación

1. Índice de Vegetación Mejorado (EVI)

- Bandas Utilizadas: NIR (Banda 5), Rojo (Banda 4), Azul (Banda 2).
- Importancia: EVI proporciona una medida precisa de la densidad de la vegetación, mejorando la sensibilidad en áreas densas y reduciendo el ruido atmosférico.

Es crucial para monitorear la salud de los ecosistemas y para la gestión agrícola y forestal.

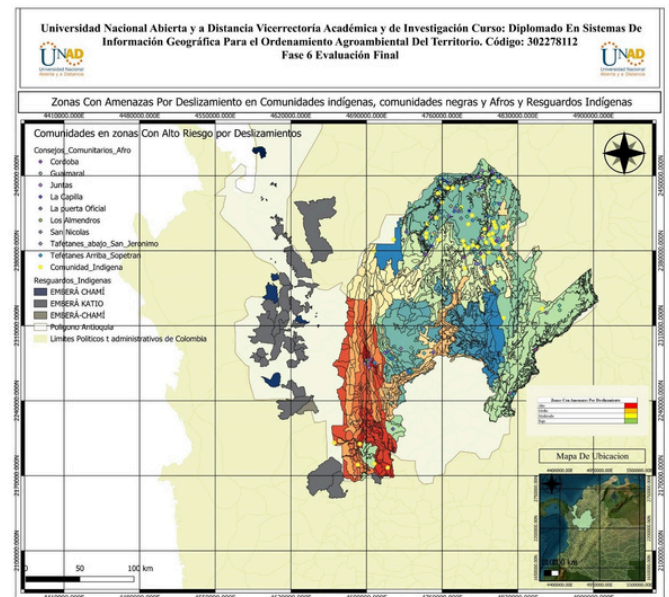
2. Combinación de Bandas 5, 6, 2

- **Bandas Utilizadas:** NIR (Banda 5), SWIR 1 (Banda 6), Azul (Banda 2)
- **Importancia:** Esta combinación es útil para resaltar la vegetación vigorosa, cuerpos de agua y suelos desnudos, proporcionando una clara visualización de las áreas con diferentes tipos de cobertura y uso del suelo.

COMPOSICIÓN DE IMÁGENES

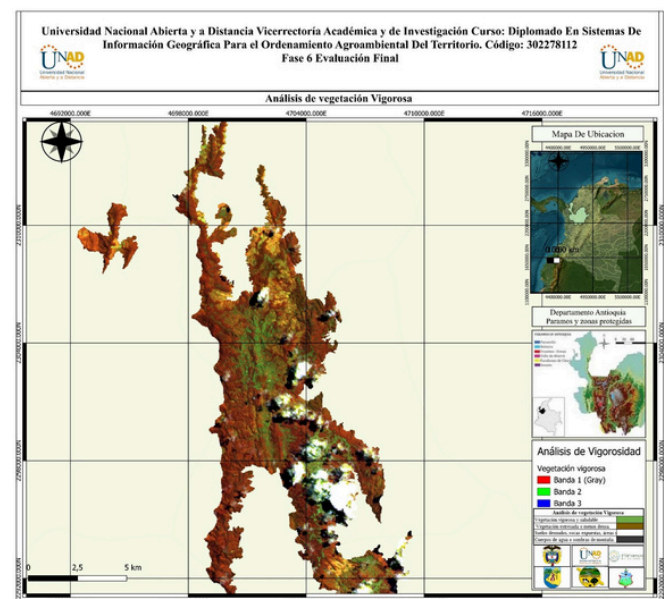
Zonas Con Amenazas Por Deslizamiento en Comunidades indígenas, comunidades negras y Afros y Resguardos Indígenas.

Figura 1. Mapa de Zonas Con Amenazas Por Deslizamiento en Comunidades indígenas, comunidades negras y Afros y Resguardos Indígenas



Fuente. Elaboración propia, 2024

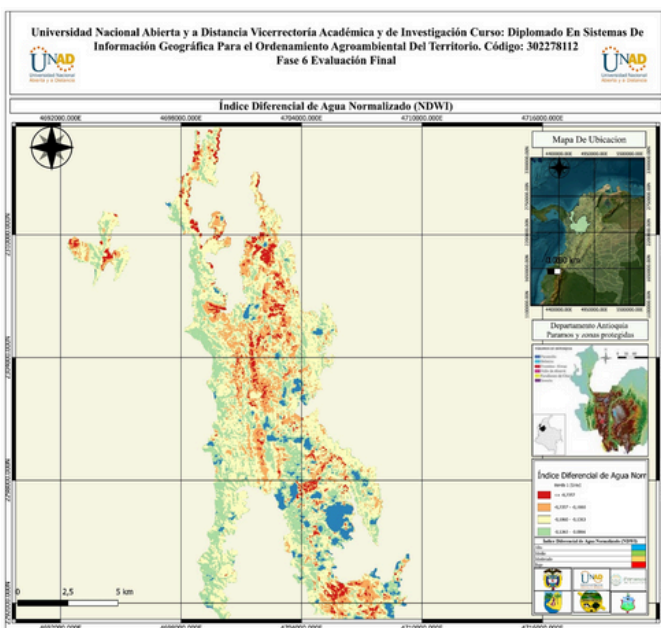
Figura 2. Mapa Vegetación Vigorosa



Fuente. Elaboración propia, 2024

La vigorosidad se refiere a la vitalidad y salud de la vegetación, a menudo evaluada mediante índices como NDVI y EVI. Identificar áreas de alta y baja vigorosidad es crucial para la gestión sostenible de recursos naturales y la conservación de ecosistemas.

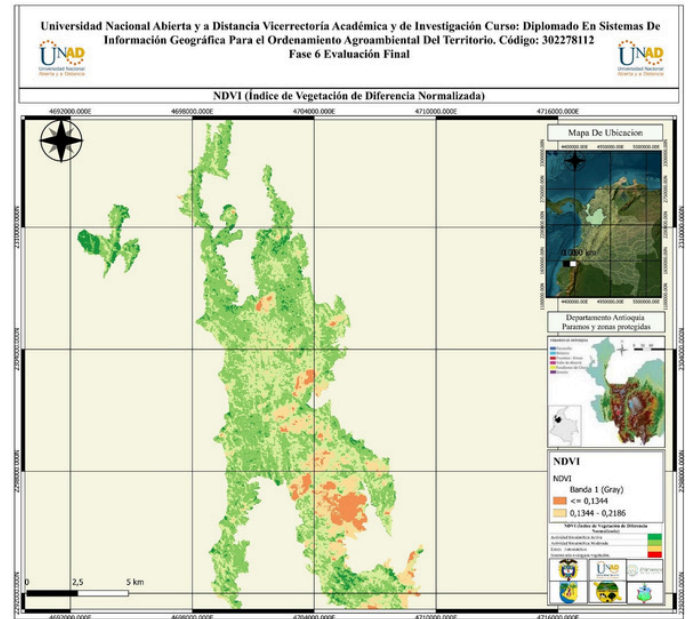
Figura 3. Mapa Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI)



Fuente. Elaboración propia,2024

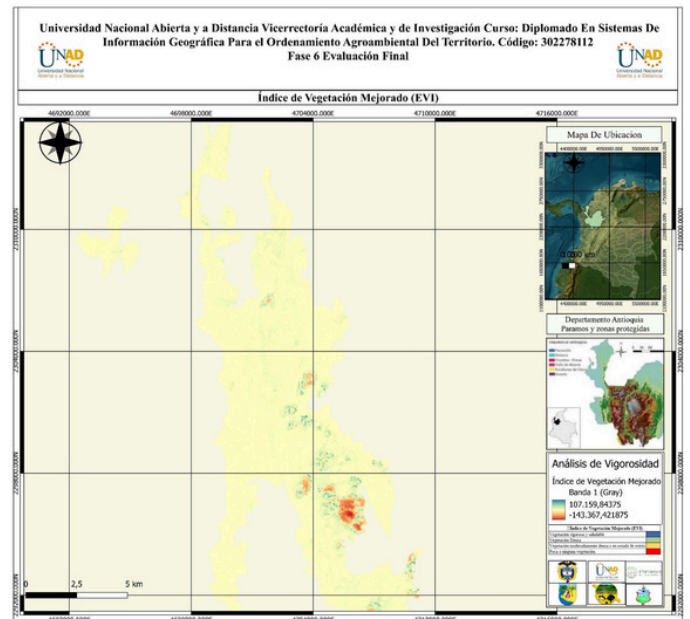
El NDWI: utiliza las bandas verde e infrarroja cercana para resaltar la presencia de agua en la vegetación y suelos. Valores positivos indican agua presente, siendo útil para el monitoreo de la humedad del suelo y la gestión del riego agrícola.

Figura 4. Mapa Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)



Fuente. Elaboración propia,2024

Figura 4. Mapa Índice de Vegetación Mejorado (EVI)



(EVI): Bandas Utilizadas: NIR (Banda 5), Rojo (Banda 4), Azul (Banda 2)

Fuente. Elaboración propia,2024

Fuente. Elaboración propia,2024

EVI proporciona una medida precisa de la densidad de la vegetación, mejorando la sensibilidad en áreas densas y reduciendo el ruido atmosférico. Es crucial para monitorear la salud de los ecosistemas y para la gestión agrícola y forestal.

Importancia de Cada Índice

NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)

- **Monitoreo de la Vegetación:** El NDVI es esencial para evaluar la salud y la densidad de la vegetación, ya que valores altos indican plantas vigorosas y sanas.
- **Gestión Agrícola:** Ayuda a los agricultores a identificar áreas de estrés hídrico o nutricional, optimizando el uso de recursos como agua y fertilizantes.
- **Cambio Climático:** Permite el seguimiento de cambios en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo, proporcionando datos cruciales para estudios de cambio climático y deforestación.

NDWI (Índice de Diferencia Normalizada del Agua)

- **Gestión del Agua:** El NDWI es crucial para detectar y monitorear la humedad del suelo y la presencia de agua en la vegetación, lo cual es vital para la gestión eficiente del riego en agricultura.

Estudios Hidrológicos: Ayuda en la identificación y seguimiento de cuerpos de agua superficiales y humedales, contribuyendo a la gestión de recursos hídricos.

- **Prevención de Sequías:** Proporciona datos útiles para anticipar y mitigar los efectos de sequías al identificar áreas que empiezan a mostrar signos de estrés hídrico.

Vigorosidad (Evaluada mediante índices como NDVI y EVI)

- **Conservación de Ecosistemas:** Evaluar la vigorosidad de la vegetación es fundamental para la gestión y conservación de ecosistemas naturales, como los páramos y bosques.
- **Monitoreo de la Recuperación Vegetal:** Permite evaluar la eficacia de proyectos de reforestación y restauración ecológica al identificar áreas con mejoras en la salud vegetal.
- **Indicador de Salud Ambiental:** La vigorosidad de la vegetación actúa como un indicador de la salud ambiental general, reflejando la capacidad de los ecosistemas para sostener la biodiversidad y proporcionar servicios ecológicos.

La implementación de metodologías de fotointerpretación y análisis multiespectral, como NDVI y NDWI, es esencial para proyectos de ordenamiento territorial, planificación y protección ambiental.

RECOMENDACIONES

Primero, es crucial aplicar correcciones radiométricas y atmosféricas para eliminar los efectos atmosféricos, y corrección geométrica para asegurar una georreferenciación precisa. Evitar errores de alineación y proyección mejorará la precisión del análisis.

En el preprocesamiento, se deben utilizar las bandas adecuadas para cada índice, desemplear para uniformar resoluciones y sistemas de referencia, y aplicar máscaras para eliminar nubes y sombras. El orden correcto de las capas es vital: primero las correcciones, luego el cálculo de índices como NDVI y NDWI, y finalmente la combinación de capas para análisis complejos. Estas metodologías proporcionan datos precisos sobre la cobertura y uso del suelo, fundamentales para el ordenamiento territorial y planificación urbana y rural. Además, son cruciales para identificar y monitorear áreas ecológicas importantes, facilitando la conservación de hábitats naturales. Permiten una clasificación precisa de usos del suelo, esencial para la gestión sostenible de recursos.

En zonas con altas alertas, estas metodologías identifican áreas críticas que requieren intervención, como regiones afectadas por deforestación o degradación del suelo. Clasifican usos del suelo: vegetación densa (índices altos de NDVI, indicando bosques), áreas agrícolas (patrones específicos en vegetación y humedad), zonas urbanas (bajas reflectancias en infrarrojo y altas en visibles) y cuerpos de agua (claramente destacados en NDWI)

Facilitan la priorización de acciones de conservación y restauración, dirigidas a áreas con mayor necesidad, y permiten el monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las medidas y hacer ajustes necesarios. Así, el uso de tecnologías de fotointerpretación y análisis multispectral no solo mejora la precisión en la clasificación y monitoreo de los usos del suelo, sino que también proporciona información vital para decisiones estratégicas en la gestión de recursos y el desarrollo sostenible.

CONCLUSIONES

La implementación de metodologías de fotointerpretación y análisis multispectral ha demostrado ser fundamental para el desarrollo de proyectos de ordenamiento territorial. Este enfoque no solo optimiza la precisión en la identificación y clasificación de los usos del suelo, sino que también mejora la capacidad de toma de decisiones en áreas críticas, garantizando una gestión territorial más eficiente y sostenible.

El primer objetivo, corregir y prevenir errores en el geoproceso, se logra mediante la aplicación rigurosa de correcciones radiométricas, atmosféricas y geométricas, asegurando que las imágenes satelitales utilizadas sean precisas y confiables. La utilización de puntos de control terrestre y la implementación de máscaras de nubes y sombras son medidas esenciales para mantener la integridad de los datos y evitar distorsiones.

En cuanto al segundo objetivo, definir parámetros y operaciones ráster adecuados, es crucial seleccionar correctamente las bandas para el cálculo de índices como NDVI y NDWI. Estas operaciones deben realizarse tras un exhaustivo preprocesamiento de los datos, incluyendo resampling para garantizar una resolución espacial uniforme y una integración adecuada de las diferentes capas ráster.

El tercer objetivo, establecer un orden lógico para la integración de capas, se cumple al seguir una secuencia clara: preprocesamiento, cálculo de índices y combinación de capas. Este flujo de trabajo asegura que los datos sean consistentes y que los resultados finales sean fiables y útiles para análisis posteriores.

Finalmente, la aplicación práctica de estas metodologías en el ordenamiento territorial y la toma de decisiones en áreas de alta alerta se justifica plenamente. Los análisis multiespectrales permiten identificar áreas críticas con precisión, facilitando la priorización de acciones de conservación y restauración. Asimismo, el monitoreo continuo de estas áreas mediante imágenes satelitales asegura la evaluación constante de las intervenciones, permitiendo ajustes dinámicos y mejorando la gestión de recursos naturales y urbanos.

En conclusión, la integración de tecnologías avanzadas de fotointerpretación y análisis multiespectral no solo resuelve los objetivos planteados, sino que establece una base sólida para una gestión territorial más informada y efectiva, promoviendo un desarrollo sostenible y resiliente ante los desafíos ambientales y urbanos.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, D. (2019). Combinación de bandas en imágenes de satélite Landsat y Sentinel. Mapping Gis. <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-enimagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>

Cánovas García, F., & Alonso Sarria, F. (2014). Comparación de técnicas de fusión en imágenes de alta resolución espacial. *Geofocus*, 14, 10. <http://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/305>

CORANTIOQUIA. (2022). Anexo 4. fichas de determinantes ambientales introducción. 1– 74.

Díaz-Granados, M., Navarrete González, J., & Suárez López, T. (2005). Páramos: Sensitive Hydrosystems. *Revista de Ingeniería*, 22(22), 64–75.

González, A. J. (2020). Identificación de Áreas Quemadas por medio de Índices Espectrales utilizando imágenes SENTINEL 2 en el Municipio de Orocué, Casanare. 21. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38042/GonzalezAlixJohana2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Niño, M., & Quintanilla, Y. (2018). Una visión global de la contaminación atmosférica en el proceso industrial ladrillero: Impactos, políticas y alternativas. <https://bit.ly/3Q2w5VY>

Sarría, F. (2006). Sistemas de Información Geográfica. Universidad de Murcia, departamento de Geografía. Sistemas de Información Geográfica, 239. <https://bit.ly/3sPPZI1>

ENLACE GRABACIÓN

https://youtu.be/pT6QxRdG_kY

Anexos

en este enlace se deja un drive del documentos con las correcciones. adicionalmente se pone imágenes con los respectivos geoprosesos y las capas usadas para el desarrollo .

https://drive.google.com/drive/folders/1958URaGMeiE18QWyBIEVHX2-bdFLnn23?usp=drive_link
