



OBSERVATORIO SOCIOAMBIENTAL SUR DE VENEZUELA

Edición Especial #09

**Cobertura del suelo en la Amazonía venezolana
2000-2026**

2026

SOSOrinoco

Caracas, Venezuela

RESUMEN

El estudio analiza la cobertura de la Amazonía venezolana entre 2000 y 2025, utilizando imágenes satelitales Landsat para clasificar las áreas de bosque, sabanas naturales, áreas agrícolas y de extracción minera, así como otras coberturas naturales y antrópicas.

Se encontró una reducción de al menos 945.000 hectáreas de bosque en la Amazonía venezolana (incluyendo la Guayana Esequiba) desde el año 2000, con una aceleración de la pérdida a partir de 2015. Las sabanas naturales también disminuyeron significativamente. La minería y la agricultura son los principales causantes de la deforestación, especialmente en la Guayana Esequiba donde la minería ha aumentado considerablemente. Se proyecta que la reducción de las coberturas naturales continuará en los próximos años.

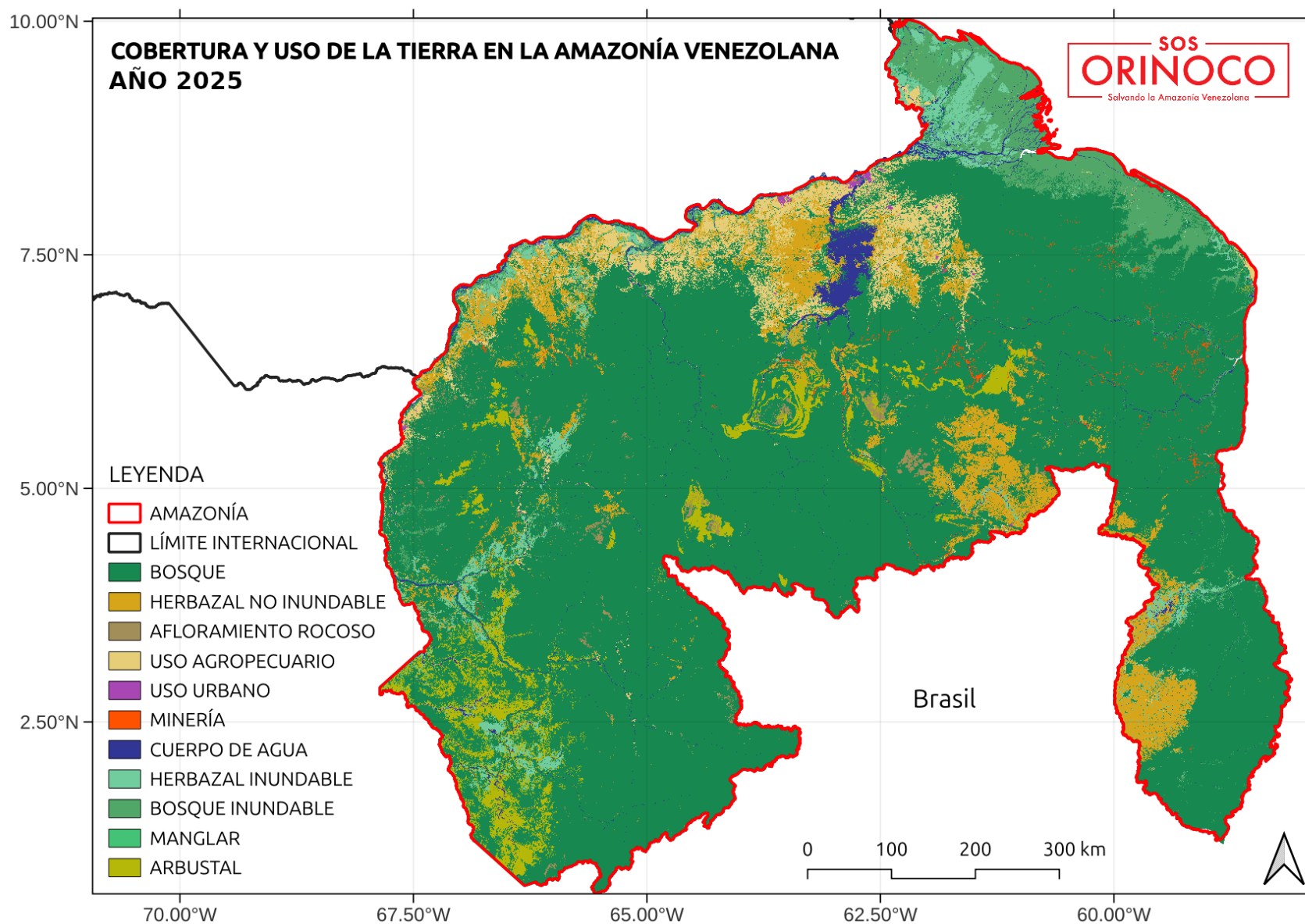
INTRODUCCIÓN

El informe técnico presenta un análisis anual exhaustivo de la cobertura de la Amazonía venezolana entre 2000 y 2025, con un enfoque particular en los cambios observados en los años 2015 y 2025. El estudio se basa en el procesamiento y análisis de imágenes satelitales Landsat, seleccionadas por su baja cobertura de nubes y corregidas atmosféricamente para garantizar la precisión de los datos. La metodología empleada incluye la generación de imágenes medias anuales y la derivación de índices espectrales como NDVI, NDMI, SAVI y EVI, que permiten caracterizar las diferentes coberturas de la tierra. La identificación de estas coberturas se realizó mediante el uso de técnicas de aprendizaje automático que proporcionan resultados robustos y precisos. El área de estudio se dividió en estados (Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro y Guayana Esequiba) para facilitar el procesamiento y análisis de los datos. El objetivo principal de este informe fue evaluar la deforestación y la expansión de actividades humanas en la región, proporcionando una visión detallada de los cambios en la cobertura de la Amazonía venezolana.

TENDENCIA

La tendencia en la transformación de la cobertura de la superficie de la Amazonía venezolana es una reducción acelerada de las coberturas naturales, especialmente bosque y sabanas, debido principalmente a la expansión de la agricultura y la minería. Esta tendencia se observa con mayor intensidad desde 2015 y se proyecta que continuará en los próximos años, al menos 1.250.000 hectáreas para 2025 y proyectando al menos 1.500.000 para 2030 si no se toman medidas para contrarrestarla.

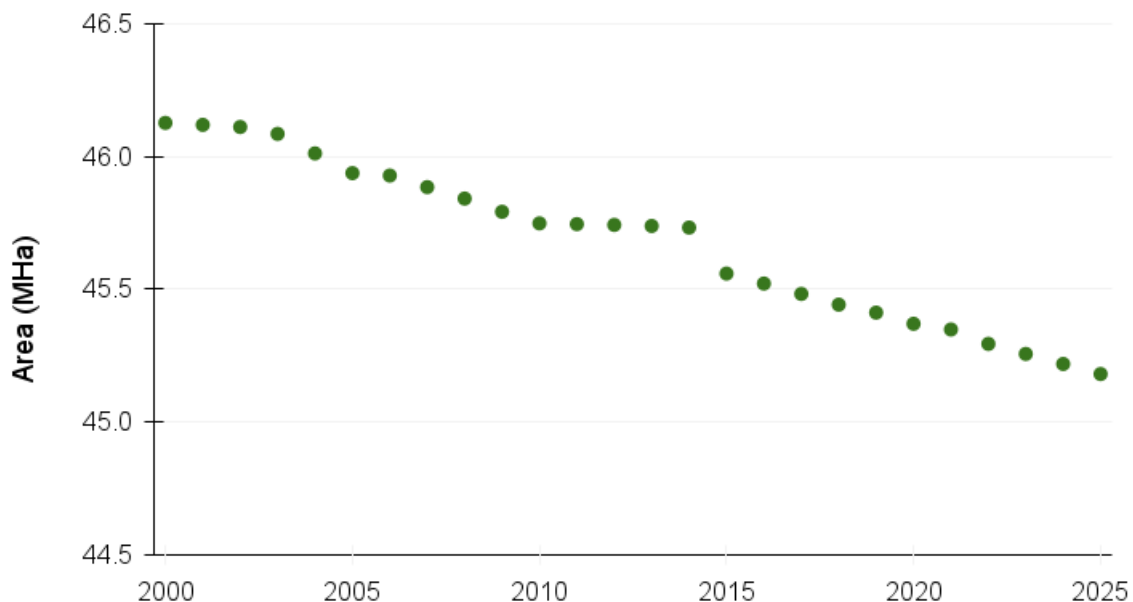
MAPA DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA EN LA AMAZONÍA VENEZOLANA, AÑO 2025



HALLAZGOS

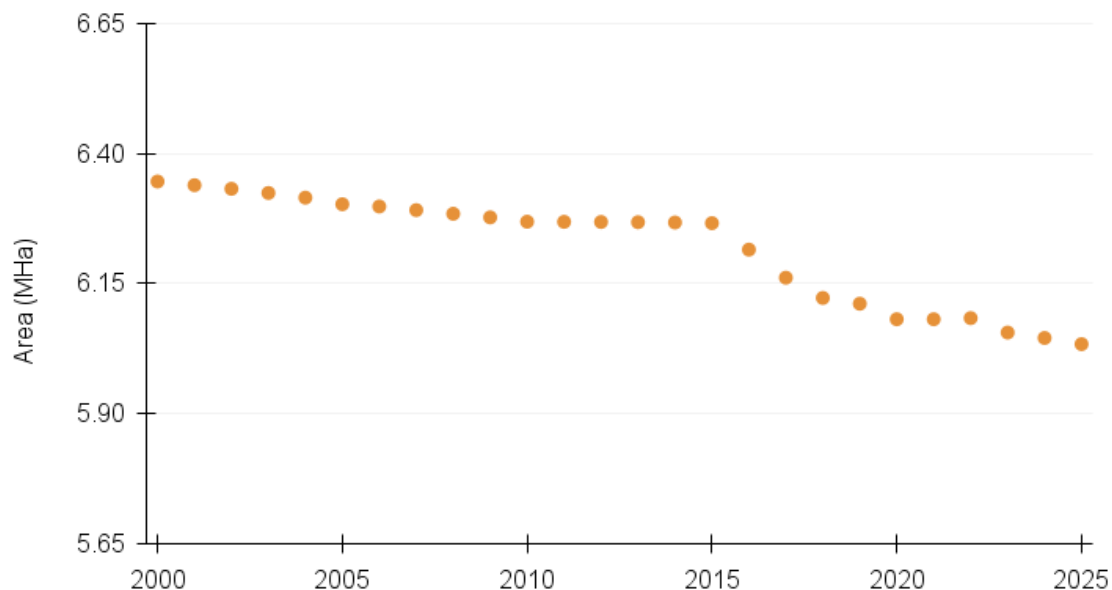
Desde el año 2000 la superficie del bosque en la amazonía venezolana (incluyendo la Guayana Esequiba) se ha reducido en al menos unas 945.000 hectáreas. Pero es importante notar que desde el año 2015 la disminución ha sido de unas 416.000 hectáreas por lo menos, lo que supera el 40% del total de pérdida encontrada para los últimos 26 años analizados. Aunque para el año 2025 el bosque aún cubre el casi el 82% de la Amazonía venezolana, su superficie ha ido disminuyendo progresivamente en el tiempo, y este proceso de transformación del paisaje se ha acelerado en los últimos 10 años.

Evolución de la cobertura boscosa en la Amazonía venezolana (2000-2025)



En el caso de las sabanas naturales, la disminución de su superficie ha sido aún más marcada. Para 2025, estas formaciones ocupan 6.030.000 hectáreas, unas 313.000 menos de lo que ocupaban en 2000. Al igual que ocurre con el bosque, la disminución de las áreas de herbazales se ha acelerado desde el año 2015, lo que sugiere que la frontera agrícola y minera no solo está entrando en los bosques, sino también degradando fuertemente las sabanas y pastizales naturales. La figura a continuación muestra el comportamiento del bosque y los herbazales naturales en la Amazonía venezolana durante los últimos 26 años.

Evolución de las sabanas naturales en la Amazonía venezolana (2000-2025)



En resumen, las coberturas naturales se han reducido en más de 1.250.000 de hectáreas entre los años 2000 y 2025, con una marcada tendencia a la baja en los siguientes años. De hecho, nuestras proyecciones sugieren que para 2030 la reducción será mayor a 1.500.000 hectáreas, si continúa la tendencia observada en los últimos 26 años.

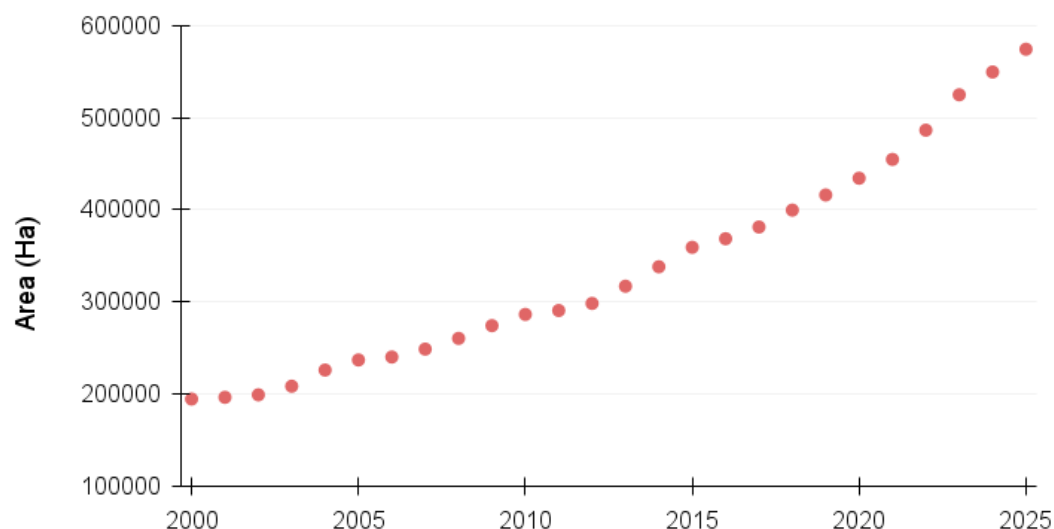
Las actividades agropecuaria y de extracción minera constituyen los dos principales causantes de la pérdida del bosque en el área de estudio. Ambas actividades alcanzaron para 2025 1.68 veces el área que ocupaban en el año 2000, mostrando una tasa de expansión de casi 50.000 hectáreas por año.

Es particularmente alarmante:

- La intensificación de estas actividades en la región entre 2015-2025, período en el que la tasa de expansión supera las 60.470 hectáreas por año.
- El rápido incremento que en particular tiene la minería. Sumando las zonas de explotación más todas aquellas áreas que potencialmente pueden verse afectadas y destruidas por esta actividad encontramos que el área de afectación para 2025 es de al menos 207.500 hectáreas, lo que representa una expansión de más de 520% respecto del año 2000.

La figura a continuación muestra el comportamiento de las actividades agropecuaria y minera (ésta última incluyendo el área de explotación y las zonas potencialmente afectadas por esta actividad) durante los años que analizamos.

Evolución de las actividades agropecuaria y minera en la Amazonía venezolana (2000-2025)

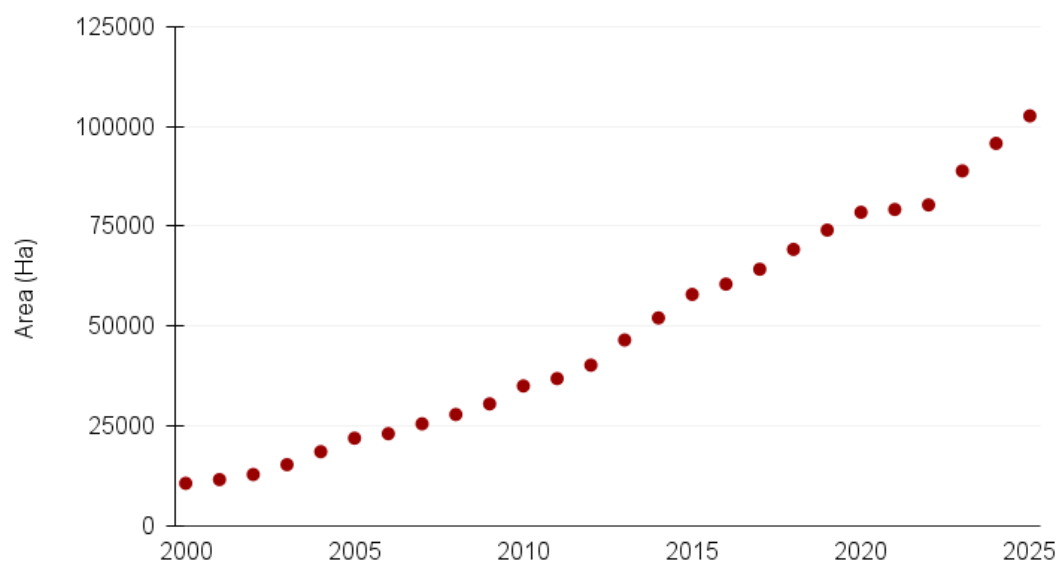


En el caso de la Guayana Esequiba el principal causante reducción en la cobertura forestal es la minería, a diferencia de lo que ocurre en el resto de la Amazonía venezolana, donde lo es la expansión de zonas agrícolas y/o ganaderas en mayor medida. De acuerdo con nuestros resultados, la minería en la Guayana Esequiba cubre para 2025 un área de al menos 102.000 hectáreas, lo que representa casi 10 veces lo que cubría en el año 2000.

Al igual que en el resto de la Amazonía venezolana, la minería en la Guayana Esequiba también ha ido en aumento progresivo desde el año 2000, a una tasa promedio de casi 3.700 hectáreas por año (considerando el periodo 2000-2025). Sin embargo, es a partir de 2015 cuando ocurre un aumento crítico en esta actividad, superando las 4.470 hectáreas anuales en la última década, lo que confirma una aceleración sostenida que prácticamente duplica el ritmo de explotación observado en los primeros años de la serie.

Nuestros análisis revelan un preocupante avance de la minería en la Guayana Esequiba hacia el cierre de 2025. Durante el período 2022-2025, la superficie afectada se habrá expandido en más de 22.000 hectáreas. Esta cifra es alarmante, ya que representa 12 veces el crecimiento registrado entre 2020 y 2022, cuando la expansión fue de aproximadamente 1.850 hectáreas, evidenciando un salto drástico en la velocidad de destrucción del territorio en los últimos tres años.

Evolución de la actividad minera en la Guayana Esequiba (2000-2025)



AFECCIÓN EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El impacto de las actividades antrópicas sobre las áreas bajo régimen de administración especial constituye un eje central de este análisis, dado que la expansión de la frontera de ocupación humana continúa generando presiones significativas sobre ecosistemas estratégicos de la Amazonía venezolana. Los resultados evidencian una vulneración sistemática del marco jurídico ambiental, reflejada en procesos sostenidos de degradación y pérdida de cobertura vegetal natural dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP).

El análisis cuantitativo muestra que el Parque Nacional Caura presenta la mayor afectación, con una pérdida de bosque acumulada de al menos 87.043 hectáreas desde 2000, lo que sugiere una dinámica persistente de transformación del territorio asociada principalmente a actividades extractivas (como la minería ilegal) y cambios de uso del suelo.

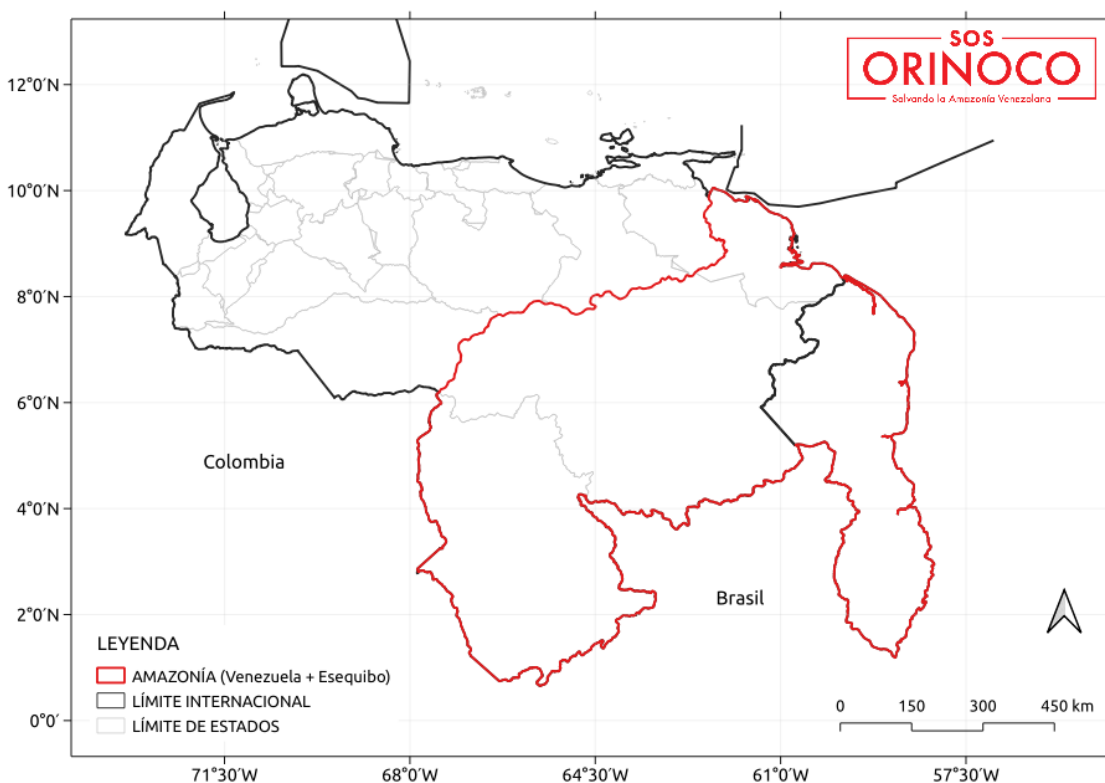
En el caso del Parque Nacional Canaima, la situación adquiere especial relevancia debido a su condición de Patrimonio Mundial. A pesar de este estatus, se registró una pérdida de bosque acumulada de al menos 17.790 hectáreas. Esta degradación responde a la convergencia de múltiples presiones: expansión de la minería ilegal en cuencas estratégicas que alimentan el río Caroní, recurrencia de incendios forestales de origen antrópico y un crecimiento del turismo sin planificación ni control ambiental adecuados.

Estos factores comprometen seriamente la integridad ecológica de los sistemas amazónicos de la región y generan riesgos directos sobre la seguridad hídrica nacional. Asimismo, el Parque Nacional Parima-Tapirapecó, en el estado Amazonas, registra 9.465 hectáreas afectadas, lo que evidencia que la presión extractiva y la fragmentación del hábitat han alcanzado incluso sectores remotos del Escudo Guayanés. Este patrón deja al descubierto como mínimo las debilidades estructurales en los mecanismos de gobernanza

ambiental. Pero en especial queda en evidencia una vez más la colaboración de las autoridades regionales y nacionales con el desarrollo de actividades como la minería a cielo abierto, que son ilegales en estas áreas y que ponen en grave riesgo la integridad de estos territorios de alta sensibilidad ecológica.

CONTEXTO DEL ANÁLISIS

El área de estudio se dividió en estados (Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro y Guayana Esequiba) para facilitar el manejo de los datos y reducir los tiempos de procesamiento. La disposición y división del área de trabajo se muestran en la figura a continuación.



Cada estado se clasificó por separado. Luego, los resultados de los 4 estados se agruparon para formar las capas de clasificación correspondiente. Como referencia para delimitar la zona de interés, se utilizó la capa del límite de estados oficial de Venezuela, generada por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) y actualizada por el equipo de SOS Orinoco.

METODOLOGÍA

Con base en las observaciones de los miembros del equipo de SOS Orinoco, conocedores del área amazónica venezolana, se hicieron ajustes en la metodología, entre ellos:

- Ensayos con diferentes tamaños de muestra por cobertura.
- Mejoras en la identificación de las zonas de entrenamiento para el clasificador.
- Cambios en la leyenda inicial e inclusión de coberturas como, afloramientos rocosos, bosques inundables, herbazales inundables, manglares y arbustales, que inicialmente no estaban siendo consideradas.

A continuación, se describe la metodología utilizada por el equipo de SOS Orinoco para la generación de las clasificaciones de cobertura para la Amazonía venezolana.

SELECCIÓN DE IMÁGENES

El área correspondiente a la Amazonía venezolana abarca 33 escenas Landsat, para cada una de las cuales se utilizó como mínimo 3 imágenes con corrección atmosférica (Surface Reflectance) para cada año. Los datos Landsat pueden accederse libremente a través de la [plataforma de la USGS](#).

Para realizar nuestras clasificaciones, se seleccionaron imágenes que tuvieran menos de 15% de cobertura de nubes. Además, se descartaron aquellas imágenes con nubes que potencialmente pudiesen afectar el resultado final del estudio. Se utilizaron los datos de los diferentes satélites de Landsat (5, 7, 8 y 9), como se muestra en la tabla a continuación, para cubrir la ventana temporal requerida.

	2000-2013	2014-2020	2021-2025
Satélite que genera la imagen	5 y 7	8	8 y 9

Una vez seleccionados y filtrados los datos satelitales, para cada año se generó la imagen media y a partir de ella se derivaron los índices espectrales NDVI, NDMI, SAVI y EVI. En la tabla a continuación se muestran las expresiones utilizadas para obtener estos índices.

	NDVI	NDMI	SAVI	EVI
Expresión	$\frac{[IRc-Rojo]}{[IRc+Rojo]}$	$\frac{[IRc-IRoc]}{[IRc+IRoc]}$	$\frac{[1.5*(IRc-Rojo)]}{[0.5+IRc+Rojo]}$	$\frac{[2.5*(IRcRojo)]}{[1+IRc+2.5*Rojo]}$

Donde:

- IRc: banda Infrarrojo cercano (NIR)

- IRoc: banda Infrarrojo de onda corta (SWIR1)
- Rojo: banda rojo (RED)

Estos datos se utilizaron como insumo para generar las clasificaciones de cobertura en el área de estudio.

MUESTRAS DE ENTRENAMIENTO

Se generaron puntos para identificar las coberturas naturales y antrópicas que están presentes en la Amazonía venezolana. Estos puntos se distribuyeron de manera pseudoaleatoria sobre el área de estudio, tomando en cuenta los siguientes criterios:

Coberturas naturales

Para ubicar espacialmente las muestras correspondientes a las coberturas naturales (zonas de bosque y vegetación herbácea / sabana, cuerpos de agua y coberturas inundables) se utilizó como referencia la clasificación GlobCover generada por la Agencia Espacial Europea, el producto de Cambio Global de Cobertura del Bosque de Hansen y los datos de MapBiomás Amazonía. En cada año se generaron las siguientes cantidades de muestras por cobertura

- Cuerpos de agua: 10000 muestras.
- Bosques inundables: 10000 muestras.
- Herbazales inundables: 10000 muestras.
- Manglares: 10000 muestras.
- Herbazales no inundables: 20000 muestras.
- Bosques: 40000 muestras.
- Arbustales: se identificaron usando una postclasificación con base en cotas altitudinales

Coberturas antrópicas

Para las coberturas antrópicas (actividad agropecuaria, minera, zonas con infraestructura urbana o industrial y otras zonas intervenidas), las muestras se generaron en áreas delimitadas con polígonos de referencia que genera y actualiza continuamente el equipo de SOS Orinoco. También se utilizó como referencia la clasificación de cobertura y uso generadas por el equipo de SOS Orinoco para el área que cubre el Arco Minero.

Como herramientas de apoyo para visualización, se emplearon los mosaicos que ofrece Google (Google map/satellite), ESRI, Apple (satellites.pro) y la plataforma Planet.

IDENTIFICACIÓN DE COBERTURAS

Clasificación

Las clasificaciones de cobertura se realizaron utilizando el método de clasificación Random Forest (Breiman 2001). Para todos los años, la clasificación de cada conjunto de imágenes se generó utilizando las muestras asignadas a las 4 áreas de clasificación definidas. Los

resultados de cada año se unieron para formar una sola capa de cobertura y uso de la Amazonía venezolana.

Revisión y postprocesamiento

Las clasificaciones de cada año fueron ajustadas de acuerdo con las siguientes reglas temporales:

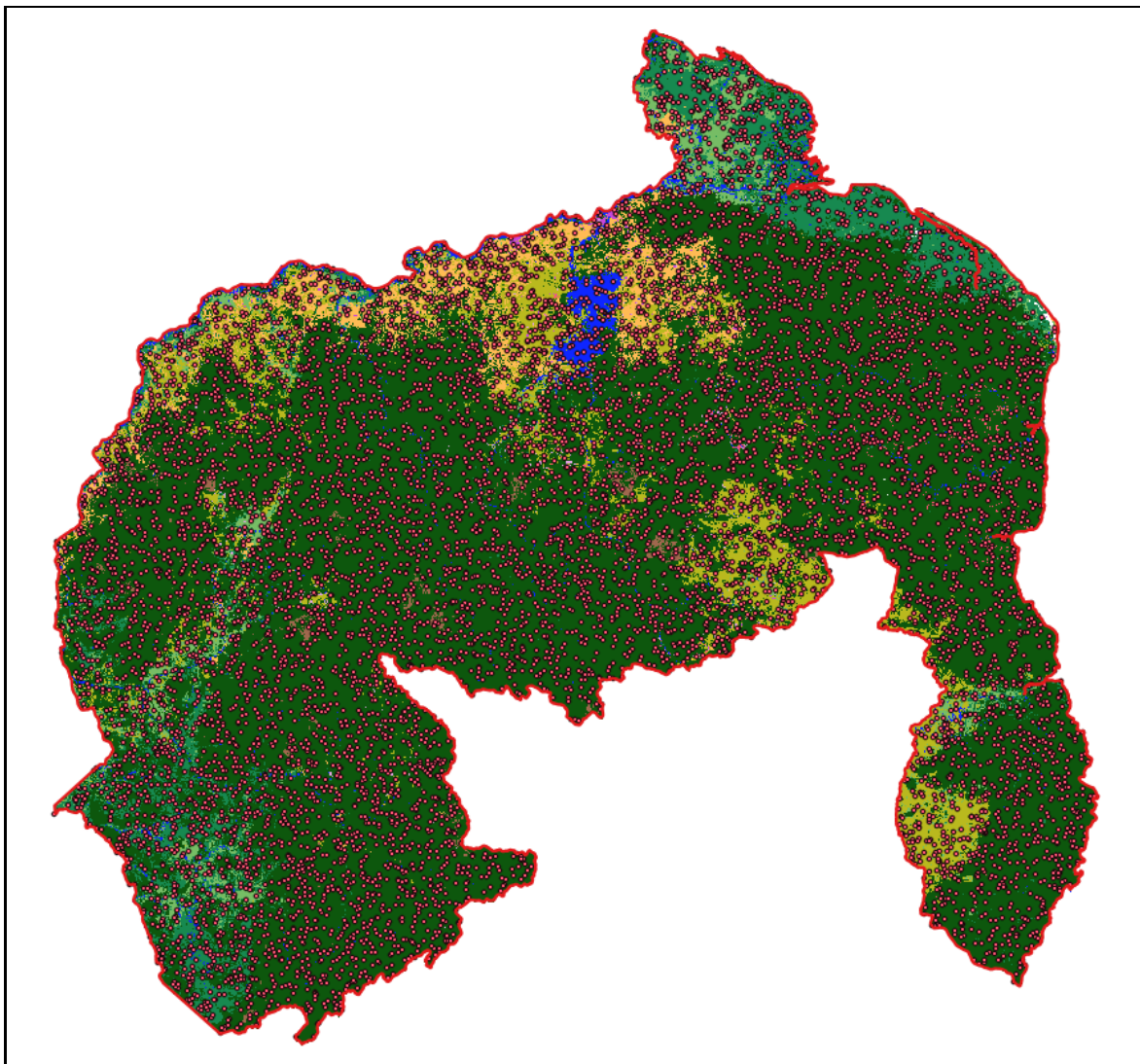
- Cualquier pixel distinto de bosque en el año 2000 se cambió a bosque si en el resto de la serie ese pixel quedó clasificado como bosque.
- Cualquier pixel distinto de bosque en 2000 se cambió a bosque si el producto de Hansen registraba más de 95% de probabilidad de ser bosque en ese año.
- Si en el año 2000 se identificó un pixel con actividad agropecuaria, minería o infraestructura, se mantuvo ese el valor del año 2000 para el resto de los años analizados. Esta regla se aplicó también para los demás años de la serie. De esta manera se garantiza que las áreas intervenidas no son erróneamente clasificadas como naturales en años posteriores
- Si en 2000 y 2025 se identificó un píxel con el mismo valor de cobertura, se asignó ese valor a los años intermedios también.
- En todos los años se usó un suavizado espacial para eliminar aquellos píxeles aislados o grupos de hasta 5 píxeles conectados. De esta forma garantizamos resultados con mejor sentido cartográfico.
- Se utilizaron polígonos generados manualmente para la reclasificación de los principales afloramientos rocosos. Estos afloramientos se identificaron con ayuda del equipo de SOS Orinoco.

Validación

Para realizar la validación se generaron 10.000 muestras distribuidas aleatoriamente en la Amazónica venezolana y el territorio esequibo, como se muestra en la figura a continuación.

A cada punto se asignó la cobertura correspondiente con base en la interpretación de los mosaicos que ofrece Google (Google map/satellite), ESRI, Apple (satellites.pro) y la plataforma Planet.

Con estos datos se realizó el análisis de precisión basado en una matriz de confusión, que arrojó una precisión global de 87%. Encontramos además que la mayor incertidumbre (25%) estuvo asociada a la identificación de coberturas no forestales, especialmente cuando se intenta diferenciar vegetación herbácea (natural) en zonas con actividad agropecuaria. La vegetación forestal, los cuerpos de agua y la actividad minera fueron las coberturas que mostraron los menores valores de incertidumbre en nuestro estudio: 5%, 7% y 10% respectivamente.



Pérdida de Bosque

A partir de las capas clasificadas de cobertura se calculó el área correspondiente a pérdida de bosque, considerando el año 2000 como línea base. Se utilizó la siguiente expresión para realizar el cálculo anual para el período 2001-2025:

- $Pb = Cf - Cb$
- Donde:
- Pb: Pérdida de bosque.
- Cf: Cobertura de bosque en el último año.
- Cb: Cobertura de bosque en el año base.

De acuerdo con nuestras estimaciones, entre 2000 y 2025 se han perdido más de 945.000 hectáreas de bosque en la Amazonía venezolana, incluyendo la Guayana Esequiba. Solo entre 2020 y 2025, la deforestación superó las 190,000 hectáreas, impulsada principalmente por la expansión de actividades agropecuarias, mineras y, en menor medida, por el desarrollo de infraestructura.

REFERENCIAS

- Steyermark, J. A., Berry, P. E., Holst, B. K., & Yatskievych, K. (1995). Flora of the venezuelan Guayana (Vol. 1, p. 320). St. Louis: Missouri Botanical Garden.
- Breiman, L. "Random Forests". Machine Learning 45, 5-32 (2001).
<https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>.
- Gislason, P. O., Benediktsson, J. A., & Sveinsson, J. R. (2006). Random forests for land cover classification. Pattern recognition letters, 27(4), 294-300.
- Güler, M., Yomralıoğlu, T., & Reis, S. (2007). Using landsat data to determine land use/land cover changes in Samsun, Turkey. Environmental monitoring and assessment, 127, 155-167.
- Rosan, T. M., Goldewijk, K. K., Ganzenmüller, R., O'Sullivan, M., Pongratz, J., Mercado, L. M., ... & Sitch, S. (2021). A multi-data assessment of land use and land cover emissions from Brazil during 2000-2019. Environmental Research Letters, 16(7), 074004.
- B. G. Tikuye, M. Rusnak, B. R. Manjunatha, J. Jose, Land Use and Land Cover Change Detection Using the Random Forest Approach: The Case of The Upper Blue Nile River Basin, Ethiopia. Global Challenges 2023, 7, 2300155.
<https://doi.org/10.1002/gch2.202300155>.