Estado actual de la calidad del agua en la Amazonía

PROYECTO VULNERABILIDAD HÍDRICA EN VENEZUELA

PRO VITA

RAISG
RED AMAZÓNICA DE INFORMACIÓN SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA

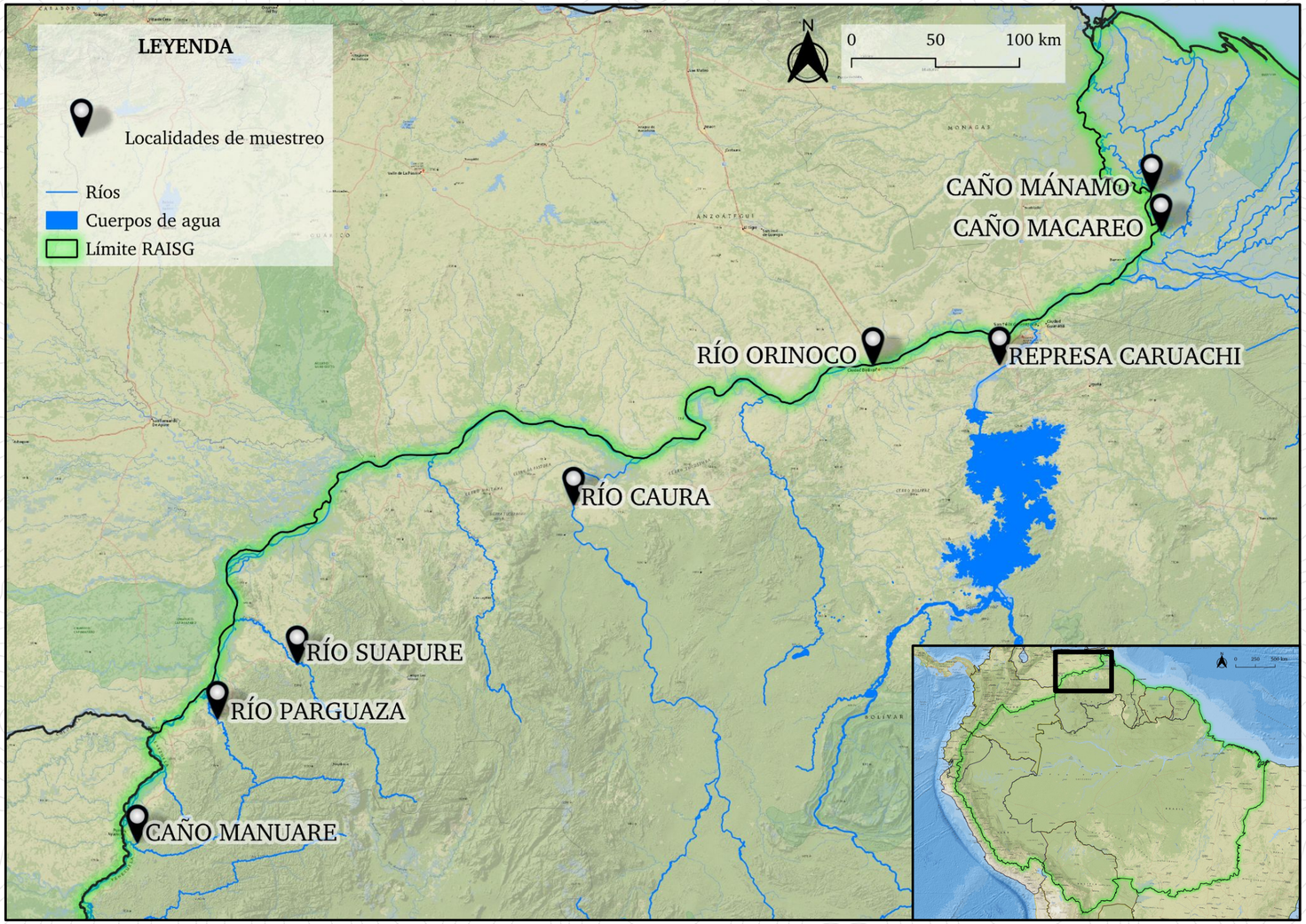
© Alberto Blanco

Proyecto Vulnerabilidad Hídrica en la Amazonía ante los efectos del Cambio Climático y su riesgo a la degradación por la contaminación

Este proyecto nace en el marco de la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), el cual busca contribuir a una mejor resiliencia hídrica en la Amazonía a partir del conocimiento, monitoreo y trabajo colaborativo entre países para un futuro hídrico seguro de sus pobladores y la preservación de la funcionalidad ecosistémica.

A finales de abril e inicios de mayo de 2025 se realizó la primera campaña de monitoreo en la Amazonía venezolana. Se recolectaron 12 muestras de agua en 8 localidades al norte de la Amazonía venezolana. Cada muestra fue analizada considerando alrededor de 19 parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Es importante destacar que para esta fecha el período de lluvias estaba en su fase inicial.

Se muestrearon los ríos: Manuare (afluente del Cataniapo), Parguaza, Suapure, Caura, Orinoco (a la altura de ciudad Bolívar), Caroní (a la altura de la represa de Caruachi, y los caños Macareo y Mánamo en el Delta del Orinoco.



Etapas del Monitoreo

1. **Planificación del monitoreo**
   - Identificación de sitios de interés.
   - Selección de parámetros.
   - Factibilidad de la logística.
2. **Preparación logística**
   - Selección de aliados para análisis de laboratorio.
   - Equipos y materiales.
   - Comunicación del trabajo a entes regionales y locales.
3. **Trabajo de campo**
   - Desplazamiento por el territorio.
   - Mediciones in situ y toma de muestras para análisis ex situ.
   - Levantamiento de información descriptiva de cada localidad.
4. **Análisis e interpretación de datos**
   - Evaluación de resultados.
   - Aplicación de índices de calidad de agua con la norma venezolana.
5. **Presentación de resultados**
   - Elaboración de informes.
   - Divulgación de hallazgos.

Sitios de Muestreo

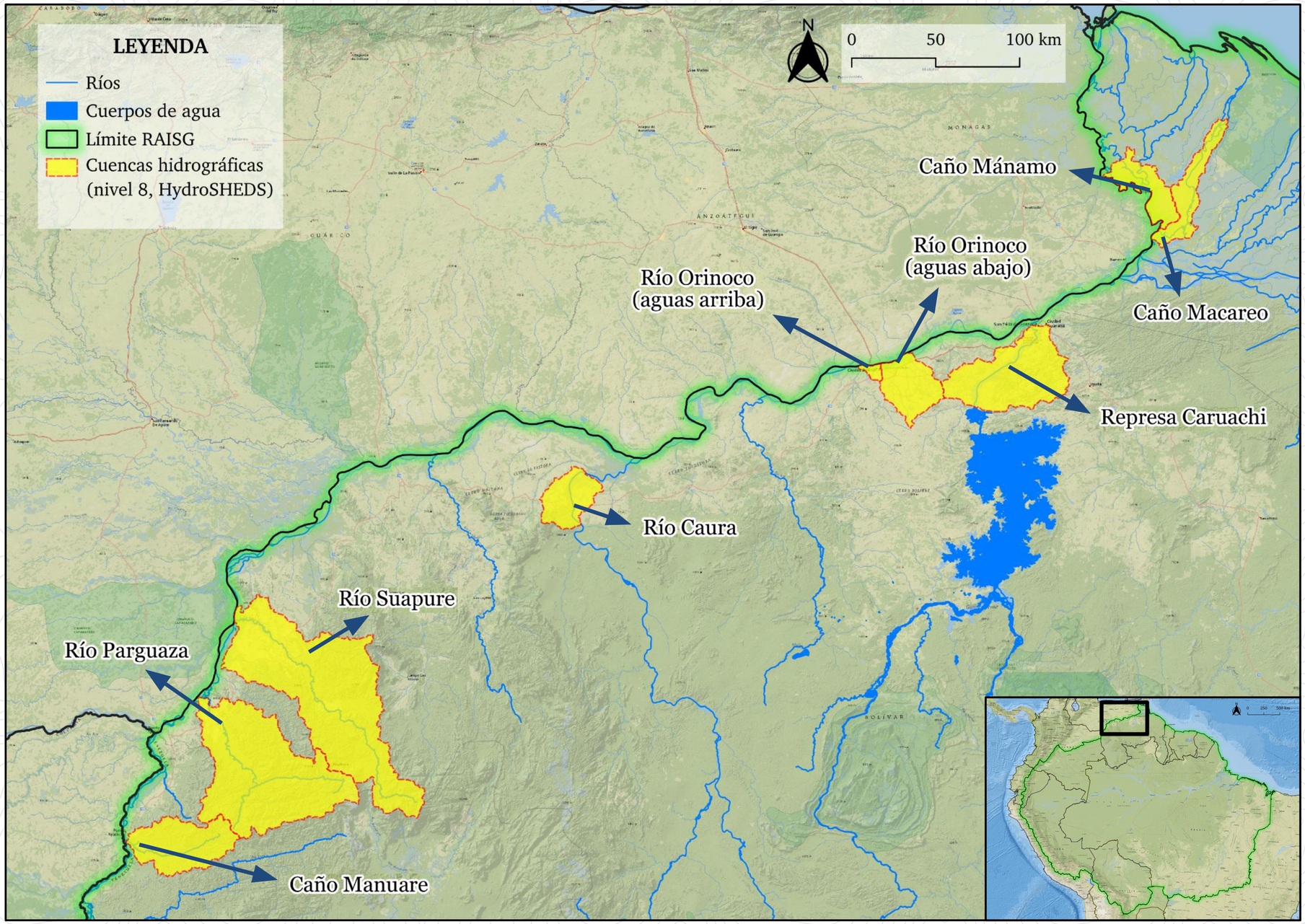
N°	Río	Comunidad indígena	Presiones o amenazas a la calidad del agua	Sitio de muestreo	N° de muestras
1	Manuare.	La Esperanza, etnia Curripaco.	Urbanismo, producción agropecuaria, balnearios.	Caño Manuare, afluente del río Cataniapo.	1
2	Parguaza.	Garzoncito, etnia Mapoyo.	Producción agropecuaria, minería de casiterita y coltán.	Puente sobre la Troncal 12.	1
3	Suapure.	Punta Brava, etnia Uwotujja.	Producción agropecuaria, minería de bauxita y casiterita.	Aguas arriba del caño donde drena la mina de bauxita y aguas abajo, frente al balneario de la comunidad.	2
4	Caura.	Maripa, intercultural, etnias Yekwana, Sanemá, Kariña, Pemón, Hoti, Piapoco y Jibi.	Producción agropecuaria, urbanismo y minería de oro.	Aguas arriba y aguas abajo de la ciudad de Maripa.	2
5	Orinoco, frente a Ciudad Bolívar.	Intercultural, etnias Pemón, Kariña, Yekwana y Warao.	Urbanismo, producción agropecuaria, industrias metalúrgicas.	Una en el sitio de toma de agua de Ciudad Bolívar (aguas arriba) y otra aguas abajo.	2
6	Caroní en la represa Caruachi.	No.	Urbanismo, industrias metalúrgicas, hidroeléctricas, balnearios y producción agropecuaria.	Embalse Caruachi, antigua vía de acceso a paso de chalana.	1
7	Orinoco en caño Mánamo.	Intercultural, etnia Warao.	Urbanismo, producción agropecuaria.	Frente a la toma de agua de Tucupita y aguas abajo de la ciudad.	2
8	Orinoco en caño Macareo.	Intercultural, etnia Warao.	Producción agropecuaria.	Frente a la comunidad Boca de Macareo.	1
Total de muestras					**12**

Microcuencas de sitios de muestreo

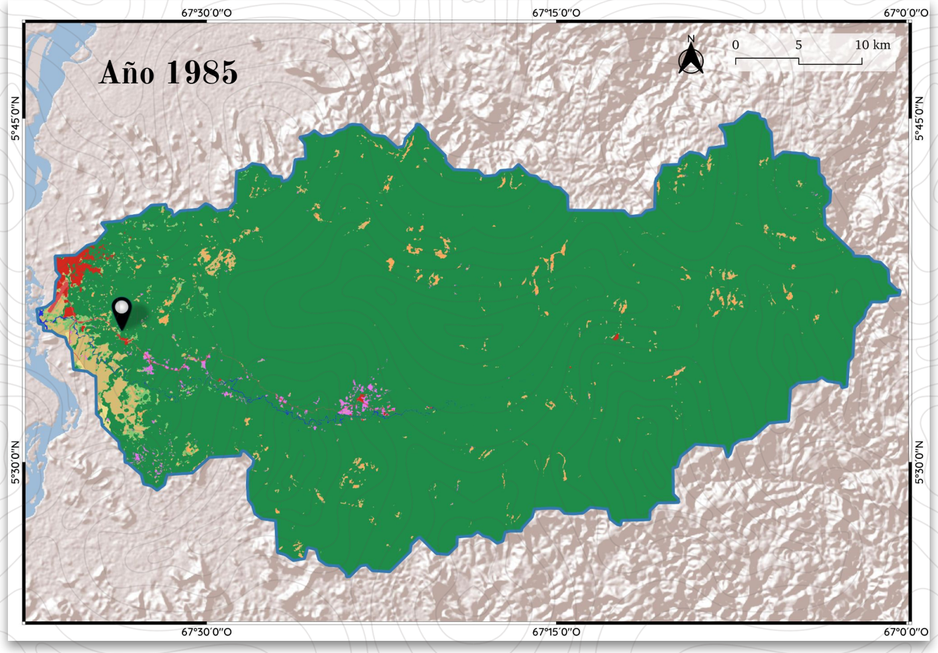
Las localidades de muestreo fueron analizadas en función de la clasificación de las cuencas hidrográficas a nivel 8 de HydroSHEDS, con el propósito de contextualizar las localidades de la primera campaña de monitoreo en la Amazonía venezolana.

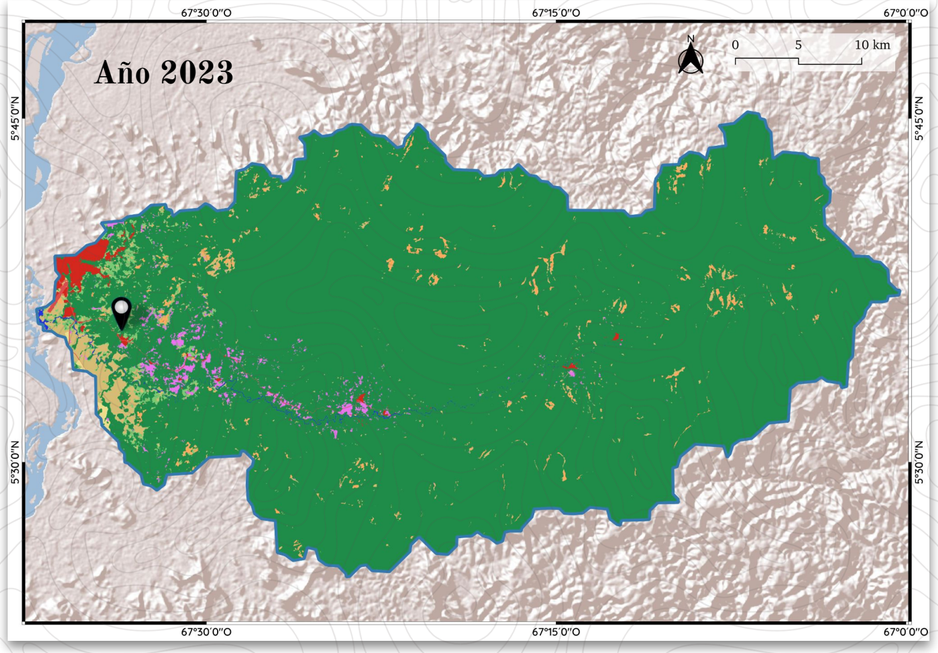
Para ello, se utilizaron los datos de las iniciativas de cobertura y uso del suelo (colección 2, 1985-2023) y agua superficial (colección 2, 2000-2023) de MapBiomas Venezuela, mostrando las principales dinámicas de cambio asociadas a las series temporales disponibles en cada iniciativa.

En las próximas láminas se muestran los resultados para cada una de las microcuencas evaluadas en función de los puntos de muestreo.

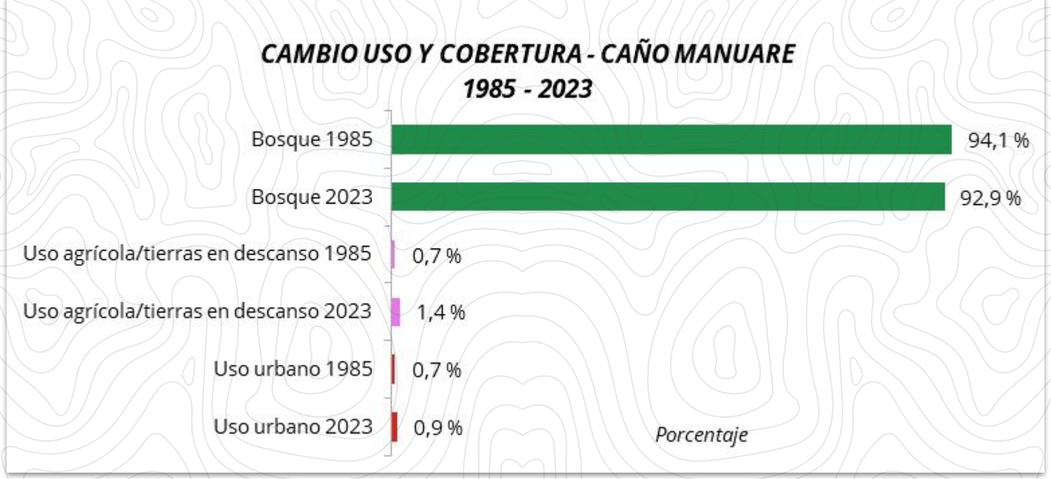


Caño Manuare

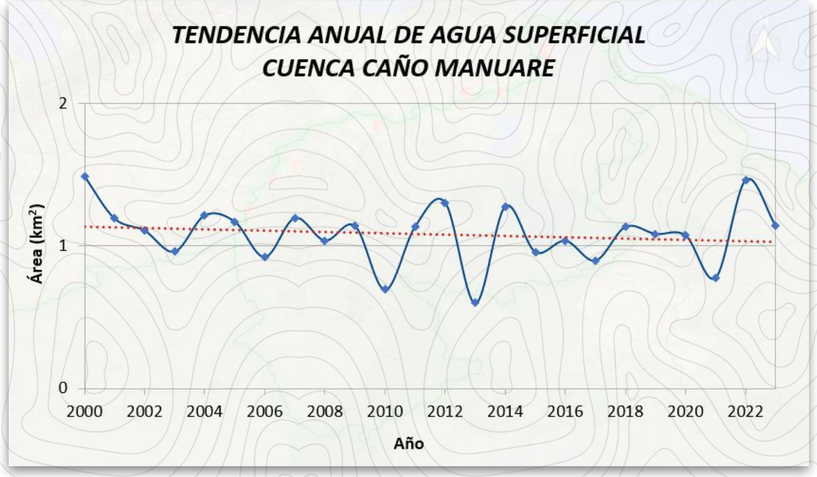




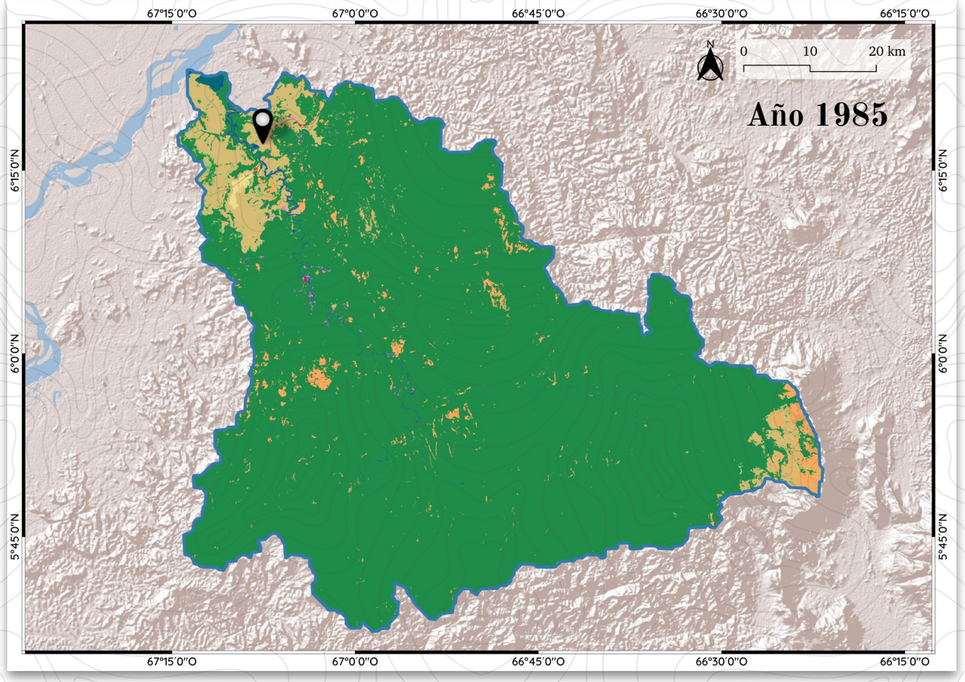
La microcuenca del caño Manuare exhibe una configuración espacial predominantemente boscosa, sin mayores cambios a lo largo de las últimas cuatro décadas. Sin embargo, esta estabilidad podría estar comprometida por procesos de conversión hacia otras clases de uso del suelo. Destacan, en particular, las transiciones de bosque a uso agrícola o tierras en descanso, con una ganancia relativa superior al 150% entre 1985 y 2023; y, hacia la clase de uso urbano, que muestra un incremento cercano al 40%. A pesar de estos incrementos, la transformación hacia usos antrópicos es espacialmente mínima, lo que indica que se trata de una microcuenca muy poco intervenida.

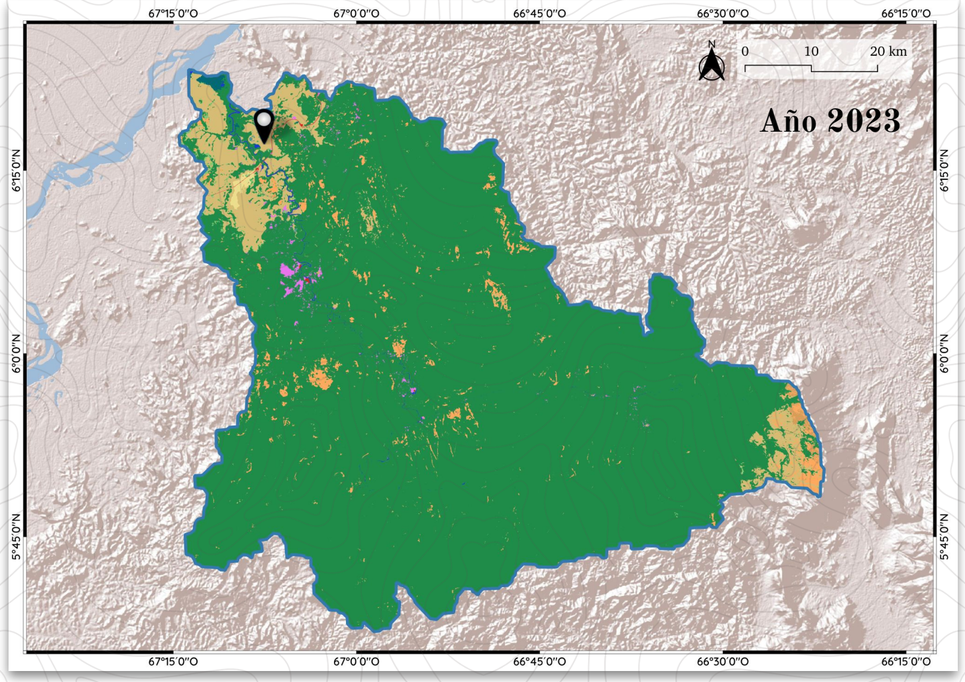


La microcuenca del caño Manuare muestra una oscilación interanual en el agua superficial. Sin embargo, la línea de tendencia se mantiene relativamente estable en el tiempo. El comportamiento sugiere que la microcuenca es sensible a la variabilidad climática anual, posiblemente influenciada por ciclos de lluvia regionales como El Niño y La Niña, más que por una tendencia de largo plazo de pérdida o ganancia de agua.

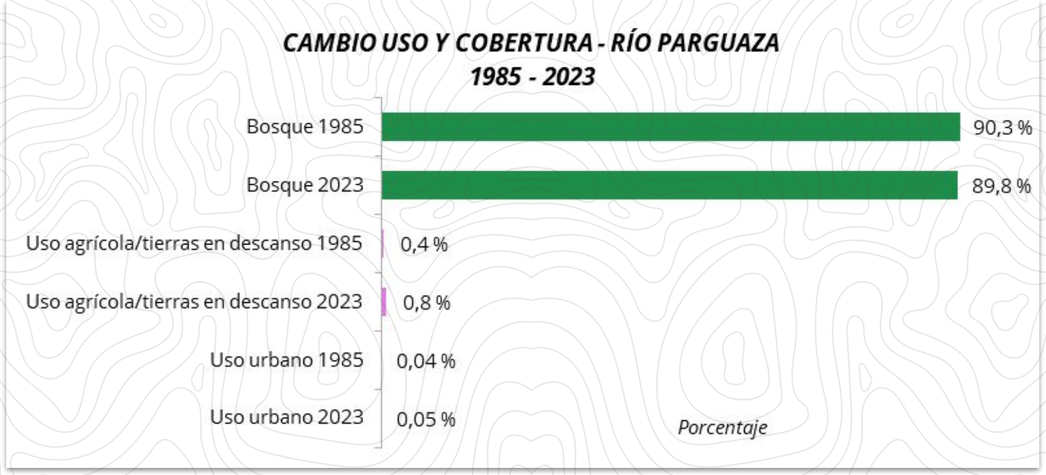


Río Parguaza

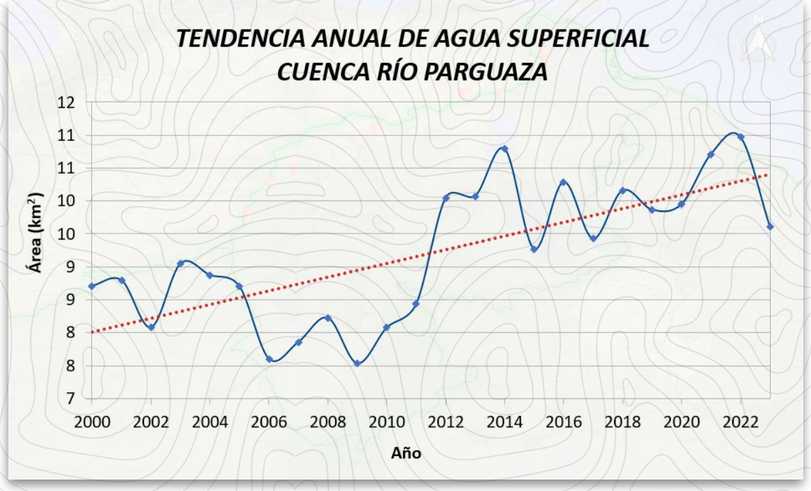




En la microcuenca del río Parguaza, la pérdida del bosque, aunque porcentualmente baja, representa una transformación del paisaje al enfocarse en zonas específicas (posiblemente en áreas de fácil acceso). El uso agrícola es el principal impulsor del cambio, duplicando su superficie entre 1985 y 2023, y representando la mayor cobertura de transformación de la cobertura boscosa. El uso urbano, aunque pequeño en superficie, muestra una tendencia a expandirse sobre áreas boscosas.



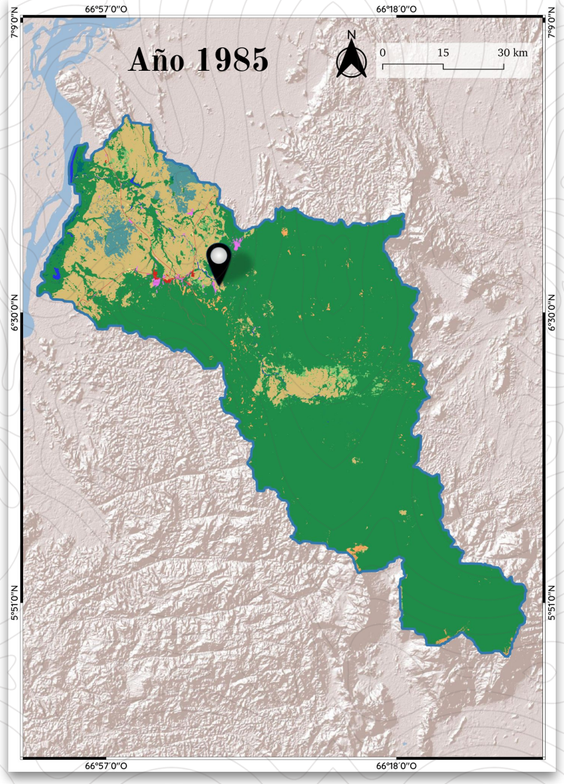
La microcuenca del río Parguaza presenta una tendencia de agua superficial positiva, aparentemente sin evidencia de intervención humana sobre sus cuerpos de agua. Los pequeños cambios en las dinámicas anuales sugieren procesos hidrológicos locales (posiblemente estacionales o climáticos), sin presión significativa. Su condición actual la posiciona como una cuenca de alta integridad ecológica, ideal para conservación y monitoreo de base natural.

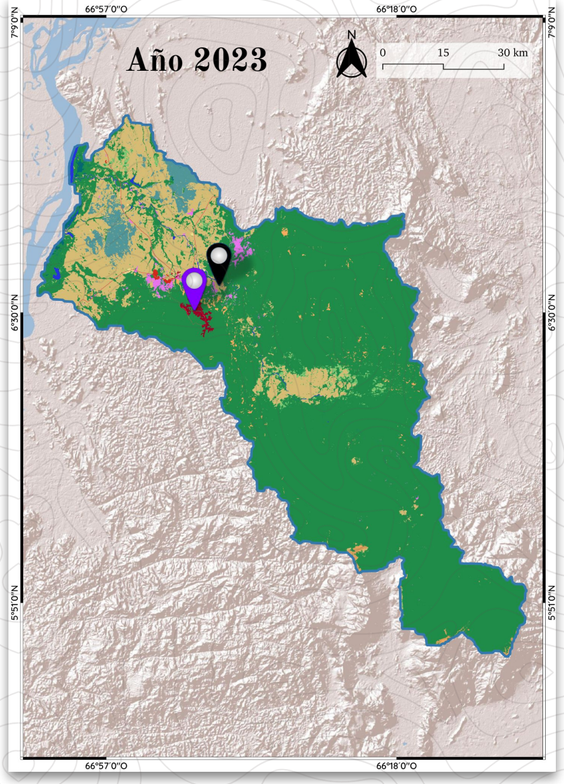


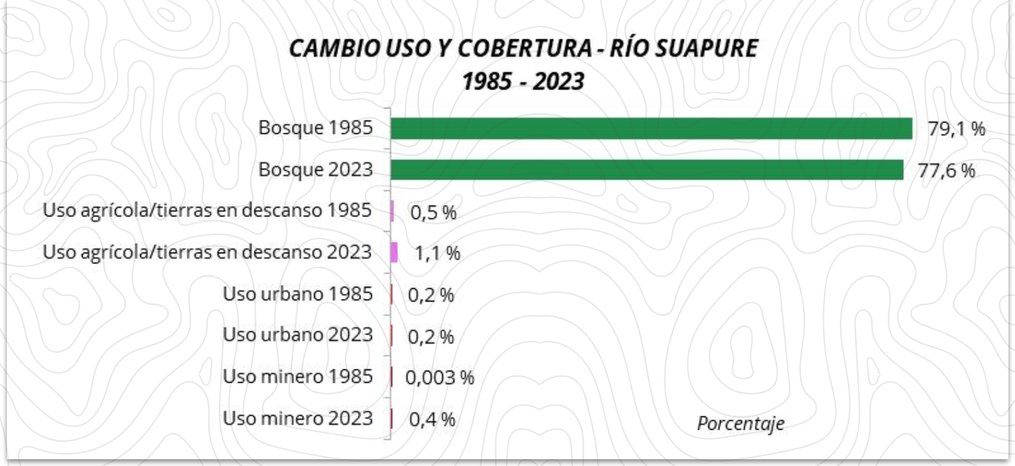
Río Suapure

Las áreas boscosas son nuevamente el principal proveedor de tierras para actividades agrícolas, representando el 100% de la ganancia neta para ese uso. Esto refleja un patrón similar al del río Parguaza, donde se observa una presión agropecuaria sobre los ecosistemas boscosos. Aunque el crecimiento urbano es mínimo, se reafirma que esta expansión se hace exclusivamente a costa del bosque, lo cual podría estar vinculado con desarrollos informales, minería o asentamientos recientes.

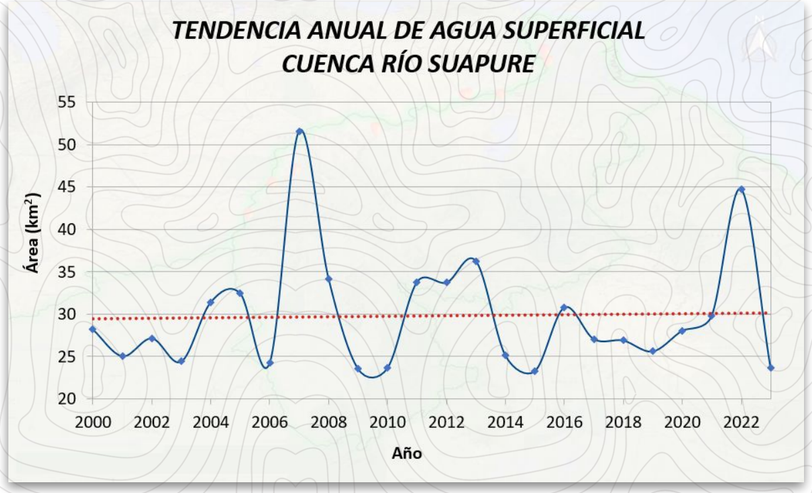
El uso minero está representado principalmente por la mina de bauxita de Los Pijiguaos, la cual representa uno de los cambios más significativos en el uso del suelo en esta región. La explotación comercial comenzó en 1987 por lo que en 1985 no estaba activa ni registrada en los mapas de uso de suelo. Para 2023, la mina ha alcanzado una extensión considerable, con una huella territorial visible en el territorio. Su desarrollo ha implicado deforestación, apertura de frentes mineros y transformación del paisaje.







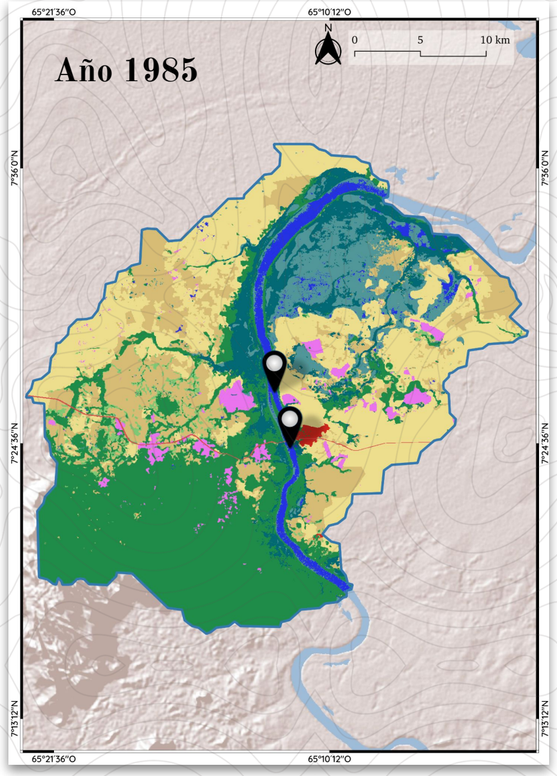
En esta microcuenca la tendencia anual de agua superficial es muy estable, con una pendiente que indica un aumento muy leve en los cuerpos de agua durante el período evaluado. La disminución del bosque y el aumento de los usos agrícola y minero reflejan una transformación progresiva del paisaje, posiblemente vinculada a presiones económicas, expansión de infraestructura y cambios en el territorio.

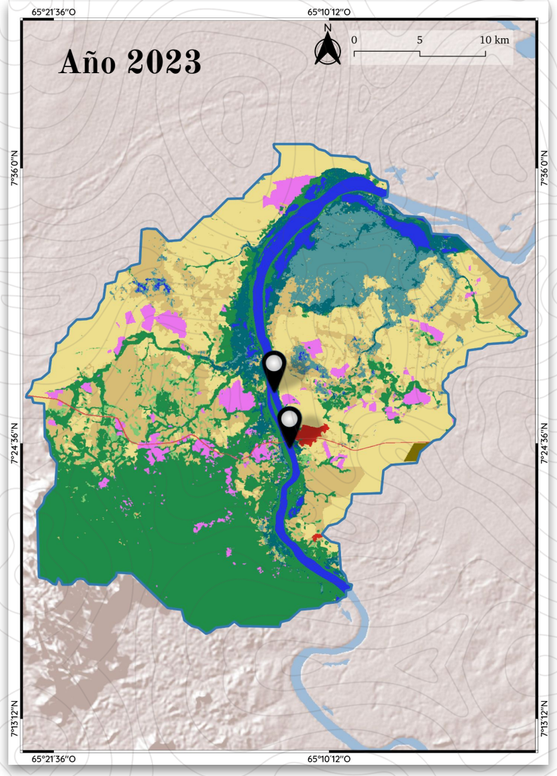


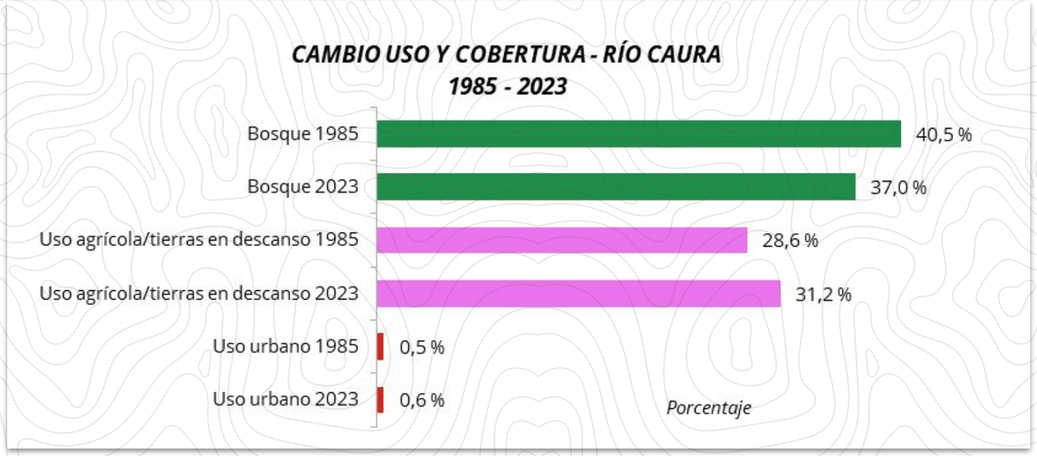
Río Caura

En la microcuenca del río Caura el bosque sigue siendo la cobertura natural más afectada en términos generales, entre 1985 y 2023 hubo una pérdida de bosque cercana al 3%. El uso agrícola aumenta moderadamente (alrededor del 2,6%), y deriva principalmente de la transformación de coberturas como sabanas y herbazales; y en menor proporción, de la cobertura boscosa. La urbanización sigue siendo marginal pero afecta de forma directa a zonas boscosas.

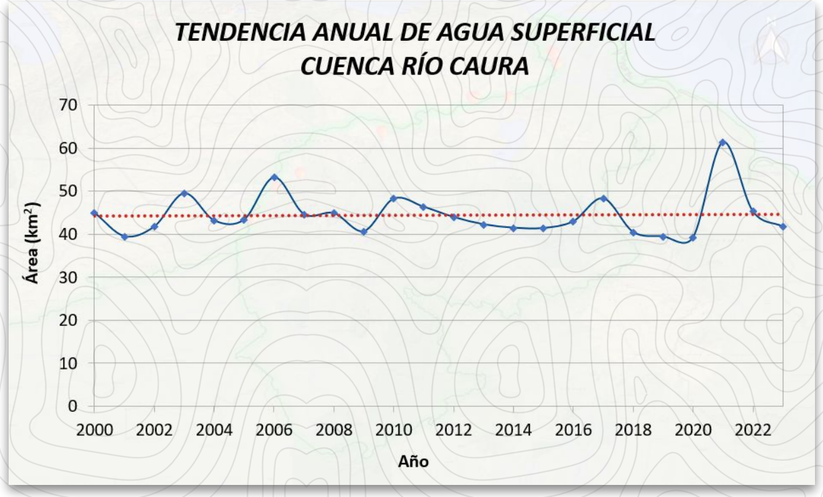
La microcuenca del río Caura mantiene una estructura bien conservada, con un predominio de cuerpos de agua naturales y estables. Las reducciones de agua superficial se ven en parte compensadas por su aparición en otras zonas, lo que sugiere una amplia dinámica hídrica pero sin mayor presión antrópica, al menos en el periodo evaluado.



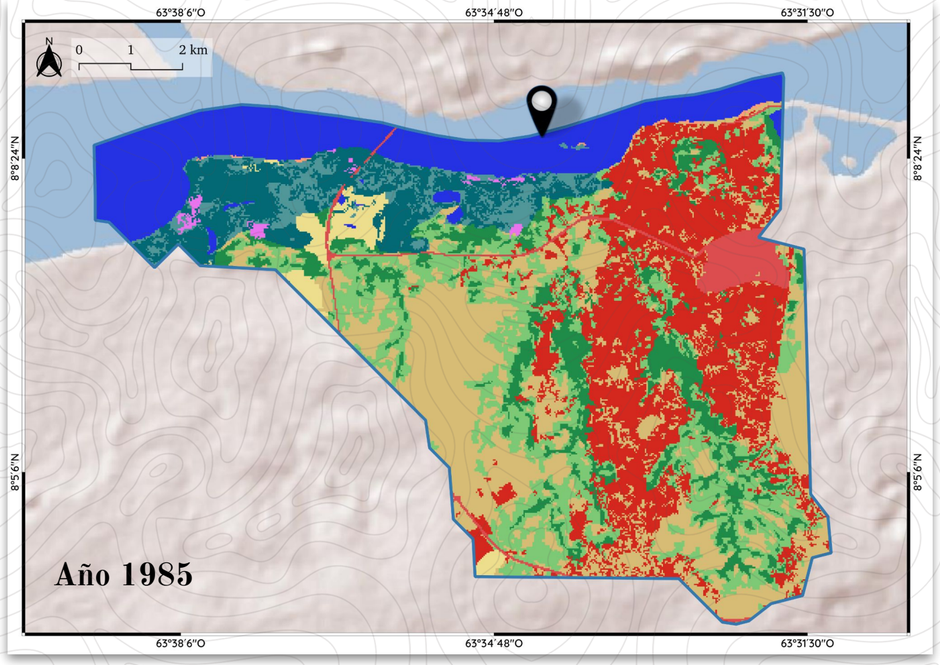


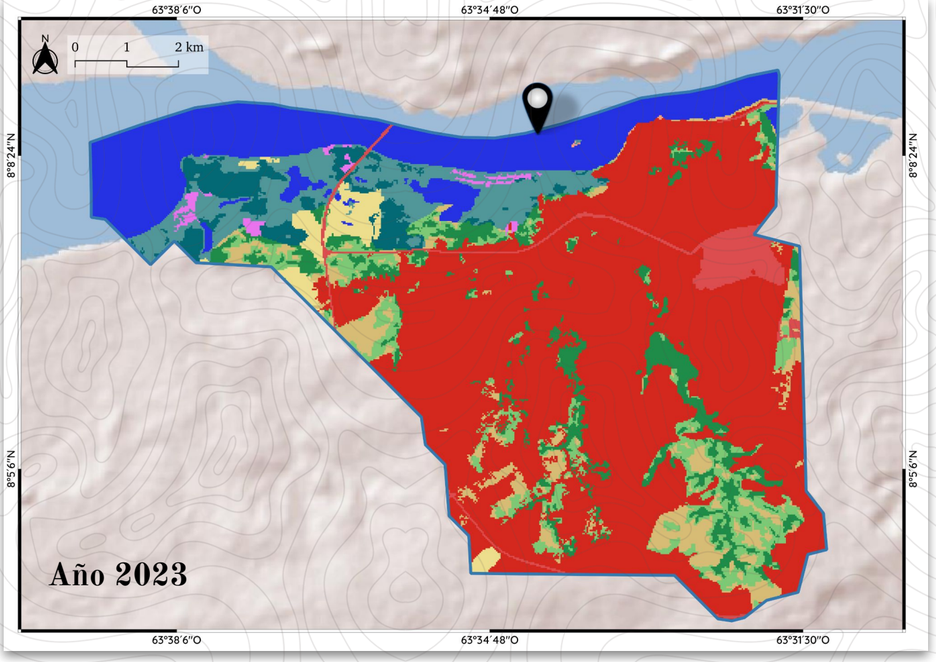


Los picos observados en la tendencia anual de agua superficial podrían estar asociados a eventos climáticos extremos. Según estudios sobre la variabilidad climática en Venezuela, entre 2002 y 2004 se registraron sequías significativas que afectaron el abastecimiento de agua y la dinámica hidrográfica.



Río Orinoco aguas arriba de Ciudad Bolívar

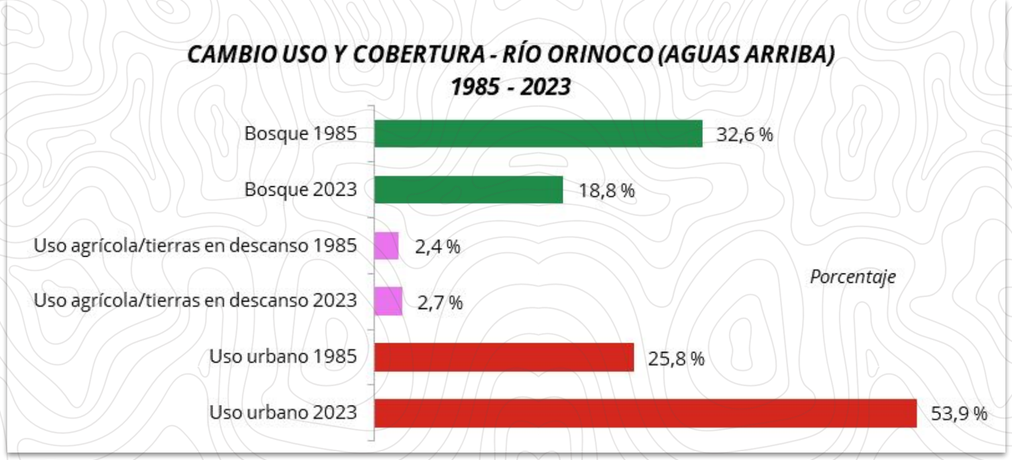




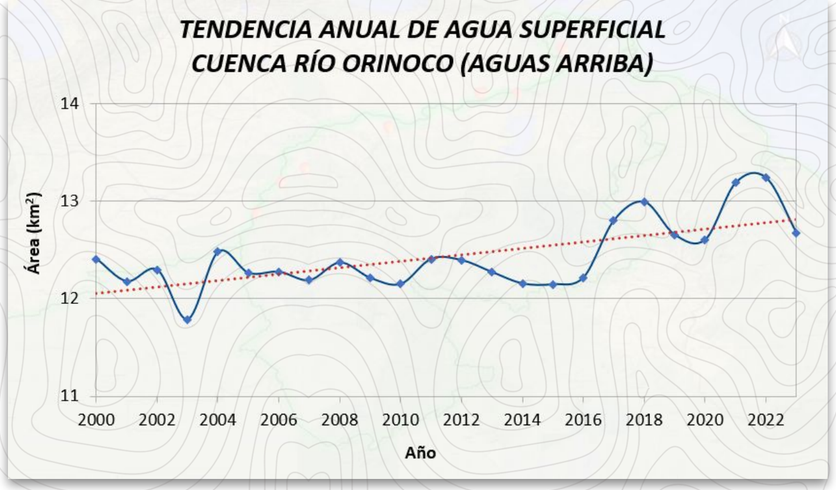
LEYENDA

- Bosque
- Sabana arbolada
- Bosque inundable
- Plantación forestal
- Herbazal/Arbustal inundable
- Sabana/Herbazal
- Otras formaciones naturales no forestales
- Playa o duna
- Uso pecuario/Tierras en descanso
- Uso agrícola/Tierras en descanso
- Uso minero
- Uso urbano
- Otras áreas antrópicas sin vegetación
- Río, lago u océano
- Punto de muestreo

El crecimiento urbano en esta microcuenca ha sido el principal impulsor de la pérdida de bosque, cuya cobertura se redujo cerca del 40% en las últimas cuatro décadas. El bosque ha sido severamente fragmentado o eliminado, y más de un tercio del uso urbano actual proviene directamente de áreas boscosas en comparación al año 1985. Aunque la expansión agrícola es marginal, su origen transformando el bosque la hace ambientalmente sensible. Esto evidencia el aumento poblacional drástico en una de las principales ciudades de la región como lo es ciudad Bolívar. Por otro lado, esta microcuenca del río Orinoco aguas arriba de la ciudad presenta relativa estabilidad en la extensión del agua superficial.



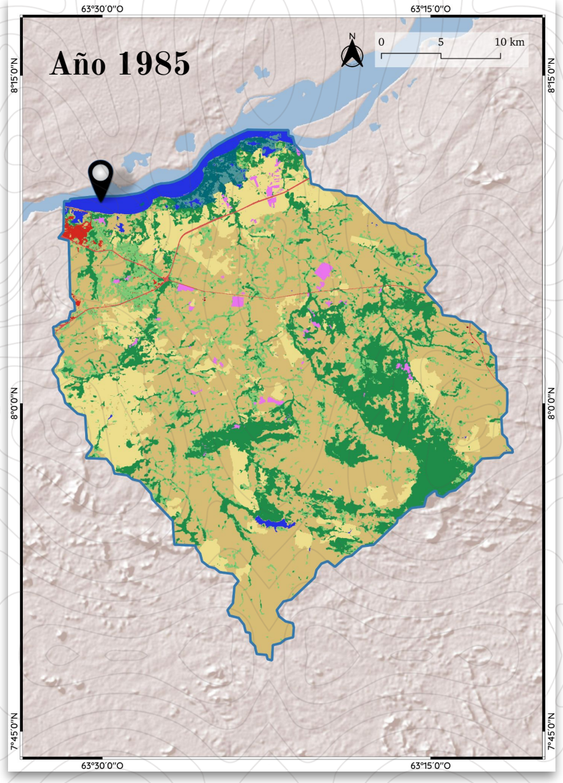
Los cambios observados en la tendencia anual de agua superficial son muy pequeños, lo que sugiere una dinámica natural sin impacto significativo. Sin embargo, el comportamiento del área sugiere una leve expansión progresiva, posiblemente influida por procesos naturales como las variaciones en el caudal del río. También podrían intervenir factores climáticos en algunos años.

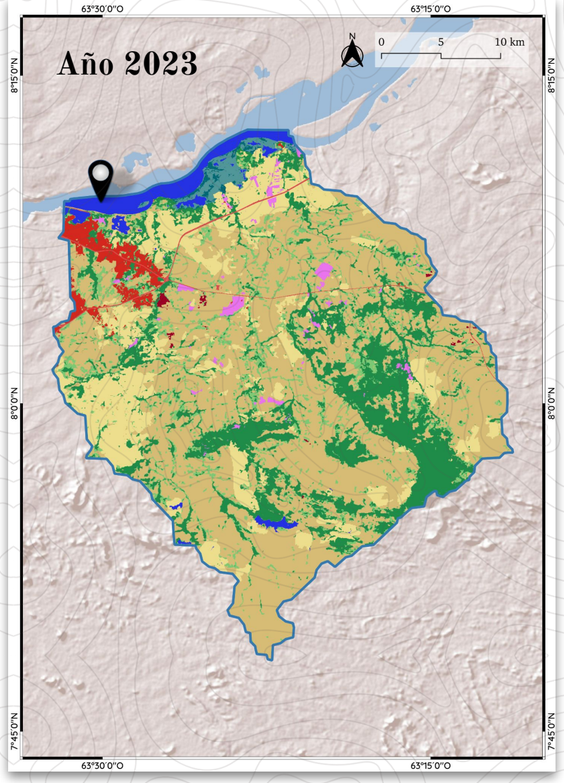


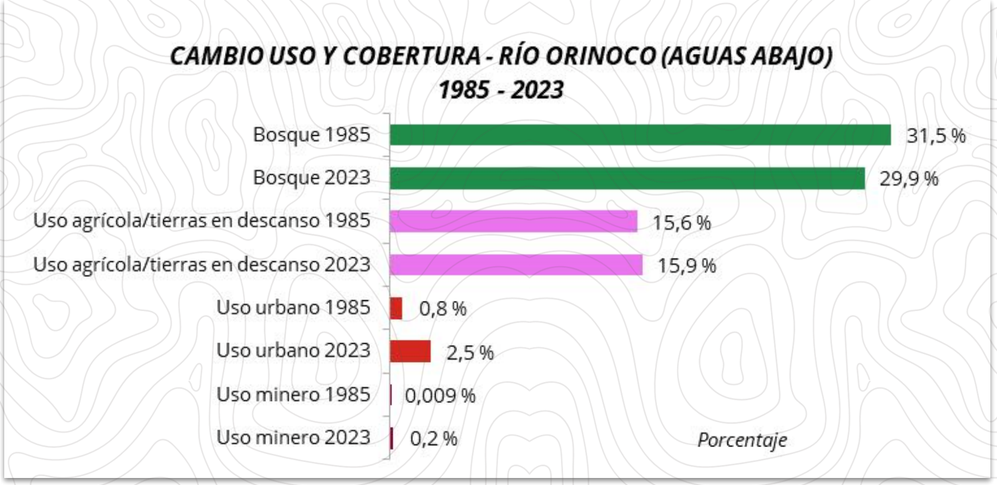
Río Orinoco aguas abajo de Ciudad Bolívar

El crecimiento urbano sigue siendo el proceso dominante en esta microcuenca, abarcando en 2023 más del doble de su área original en 1985. Más del 40% del crecimiento proviene directamente de la transformación del bosque. Esto evidencia una tendencia clara hacia la urbanización como motor dominante del cambio, afectando directamente al bosque. La expansión agrícola es reducida y no representa una amenaza principal en esta región. A pesar de que la pérdida de bosque no es la más alta en términos relativos a los otros lugares evaluados, si se asocia a procesos intensos de transformación irreversible como el desarrollo urbano.

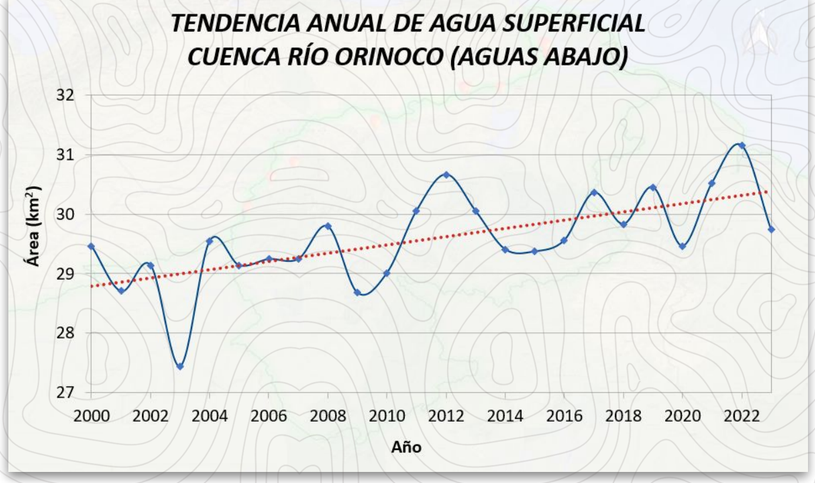
La microcuenca del río Orinoco aguas abajo de ciudad Bolívar mantiene una configuración relativamente estable en términos de superficie hídrica. Los cuerpos de agua naturales presentan una alta persistencia y un ligero desplazamiento espacial. No hay indicios de desarrollo de infraestructura hidráulica ni de usos antrópicos como minería, a pesar de que todos los drenajes de la ciudad son vertidos en el río Orinoco.



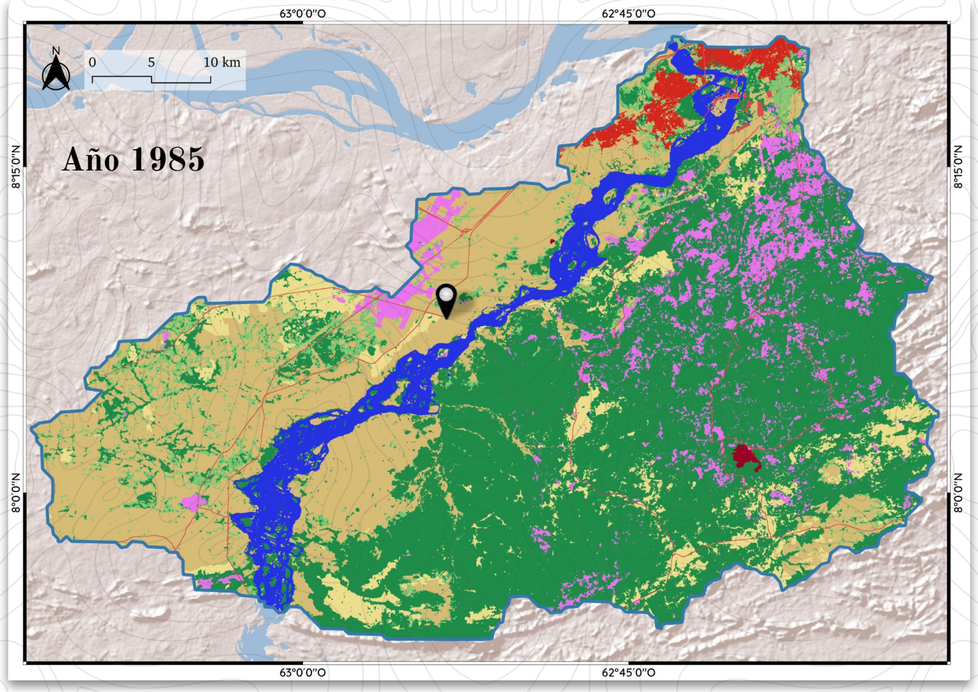


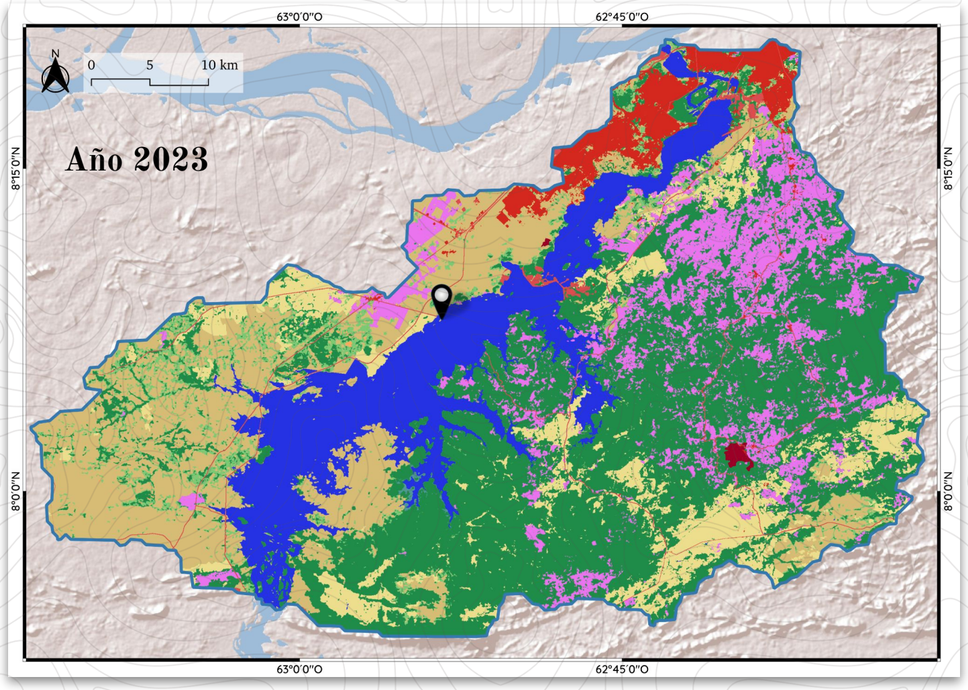


El aumento de la superficie hídrica que se observa en la tendencia anual de superficie de agua en esta región podría estar vinculado a procesos de expansión fluvial. Además, algunos picos podrían coincidir con eventos climáticos extremos, como años de alta precipitación o crecidas del río Orinoco y cabeceras de otros ríos, que alteran temporalmente la dinámica fluvial.

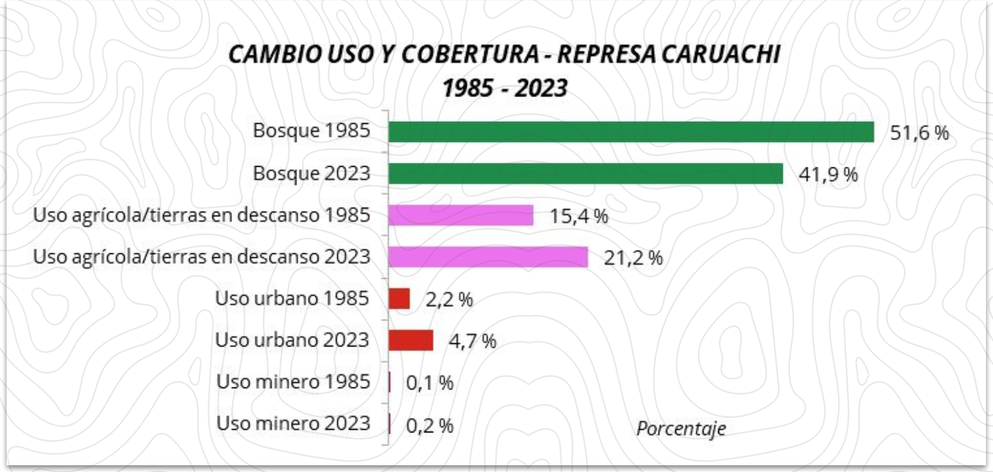


Represa Caruachi

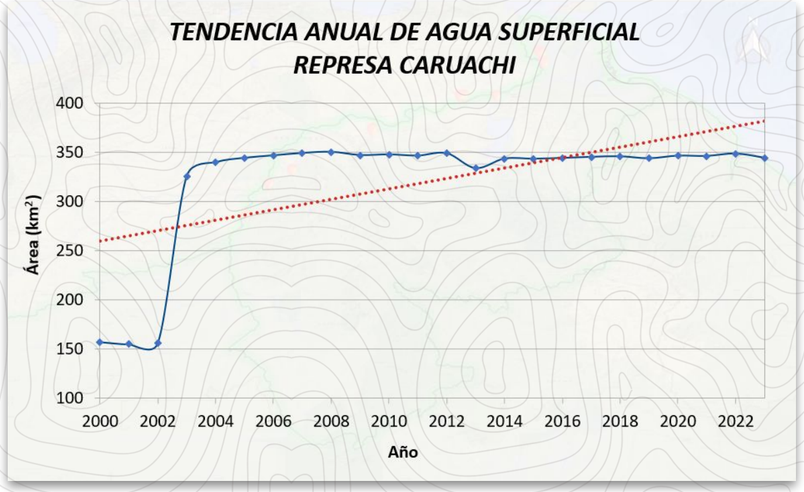




En esta microcuenca, asociada al río Caroní a la altura de la represa de Caruachi, la pérdida de la cobertura boscosa entre 1985 y 2023 fue cerca del 10%, donde más del 67% del bosque transformado fue dedicado al uso agrícola. Este patrón indica una conversión intensiva y probablemente permanente de la cobertura boscosa de la región Por otro lado, durante este periodo el uso urbano se duplicó, lo que evidencia el aumento poblacional en unas de las principales ciudades de la Amazonía venezolana como lo es Puerto Ordaz.



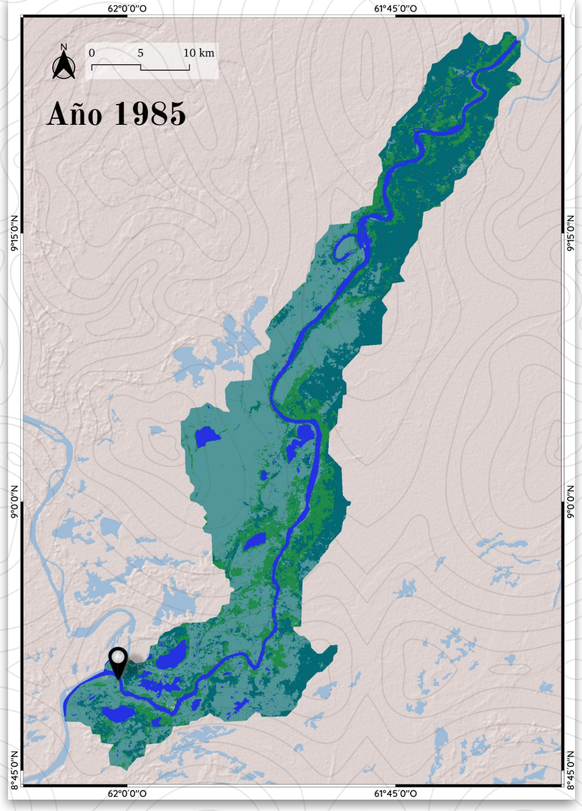
Esta microcuenca muestra una transformación territorial significativa debido a la expansión hidroeléctrica. El incremento de cuerpos de agua asociados a estas infraestructuras, que alcanzan 280 km², refleja la consolidación de la represa Caruachi como elemento central del paisaje hidrológico. El gráfico registra un salto abrupto entre 2002 y 2004, que coincide con la construcción de la represa de Caruachi, iniciada en 1996 e inaugurada en 2006.

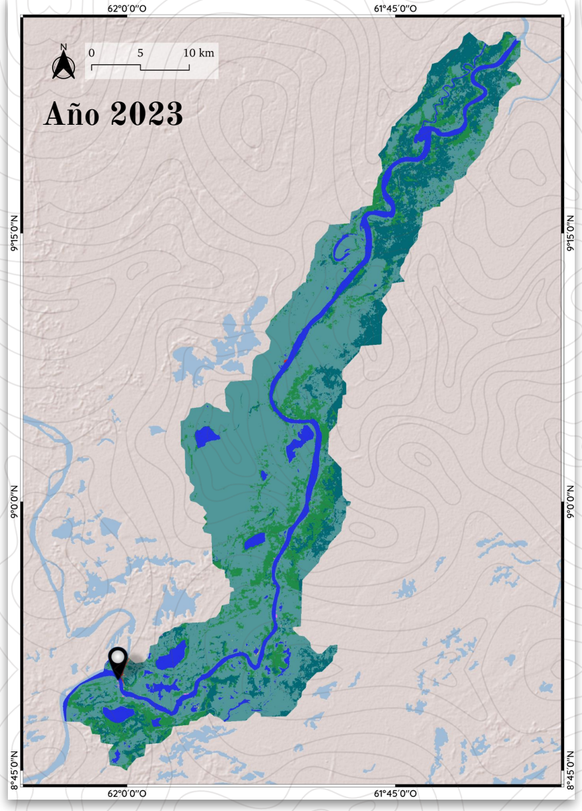


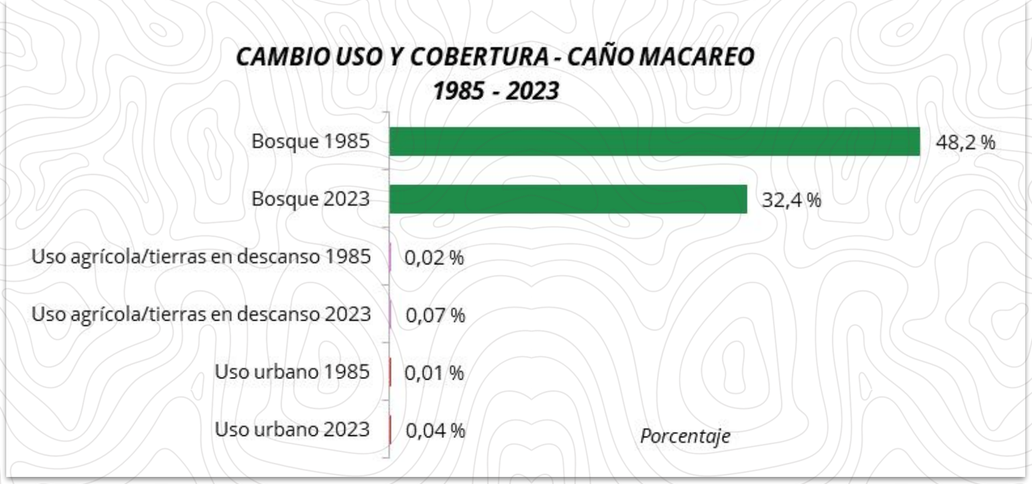
Caño Macareo

La microcuenca del caño Macareo muestra una configuración territorial dominada por herbazales y arbustales inundables, con un dinámico componente de agua superficial. Aunque los usos agrícola y urbano ocupan una extensión muy pequeña, ambos se duplicaron en las últimas cuatro décadas.

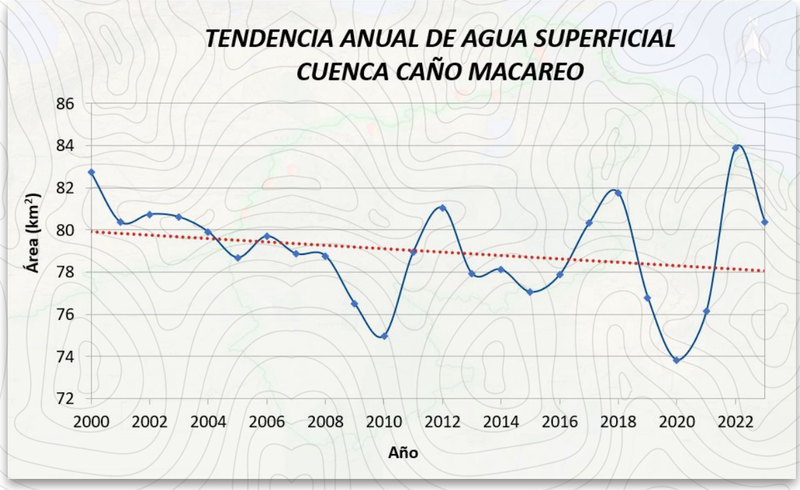
Entre los años 1985 y 2023 se refleja un claro proceso de transformación de la cobertura boscosa hacia herbazales o arbustales inundables, sin avances importantes de agricultura ni urbanización detectables a través del mapeo temporal de MapBiomas. Destaca una relativa estabilidad hídrica del año 2000 al 2008; luego de este período se observa una dinámica variada, posiblemente vinculada a procesos de inundación natural, cambios del delta y dinámicas fluviales.







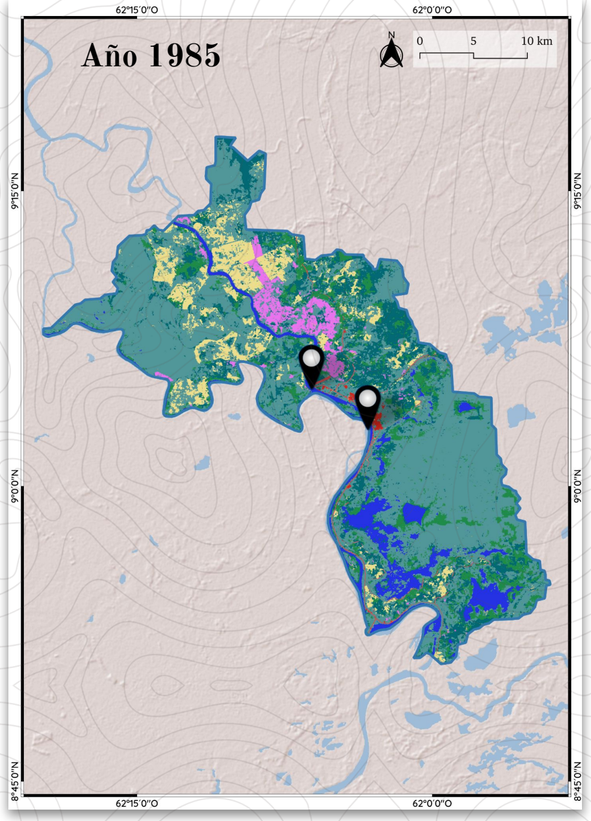
La tendencia anual de agua superficial es levemente negativa, los picos y caídas parecen estar asociados a eventos climáticos extremos. La baja capacidad explicativa del modelo sugiere que factores hidrometeorológicos como ENSO y La Niña tienen un papel más determinante en la dinámica fluvial de la cuenca.

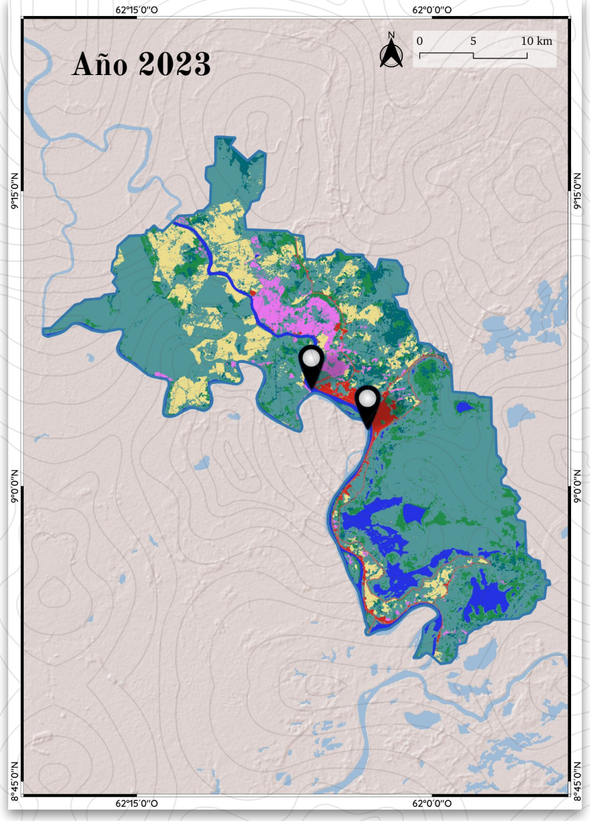


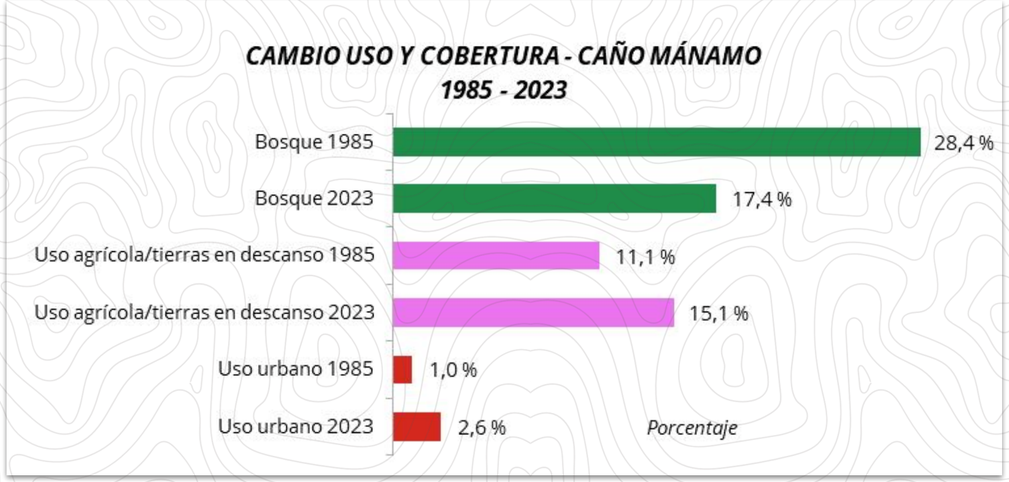
Caño Mánamo

Casi la mitad del bosque que había en 1985 fue transformado en las últimas cuatro décadas, principalmente hacia uso pecuario y tierras en descanso. El crecimiento del uso agrícola va de moderado a alto y deriva principalmente de coberturas de herbazales y arbustales inundables; y en menor medida, de bosque. Se evidencia un patrón de transformación progresivo de coberturas naturales por usos agroproductivos. El uso urbano se ha más que duplicado en extensión, sustituyendo áreas significativas de bosque.

La microcuenca del caño Mánamo evidencia un patrón de reducción y desplazamiento de cuerpos de agua naturales. Aunque surgen nuevos cuerpos naturales (posiblemente estacionales o inducidos por variabilidad climática), se pierden importantes extensiones que existían en el 2000. Esta dinámica sugiere presiones indirectas o cambios hidrológicos que podrían estar vinculados a causas como deforestación, interrupción de flujos fluviales o alteraciones de humedales.







La tendencia anual de agua superficial es levemente positiva, los picos y caídas parecen estar más influenciados por eventos climáticos extremos que por un patrón de uso antrópico. Esto sugiere que factores hidrometeorológicos como ENSO y La Niña posiblemente tienen un papel más determinante en la dinámica de los cuerpos de agua de la cuenca.

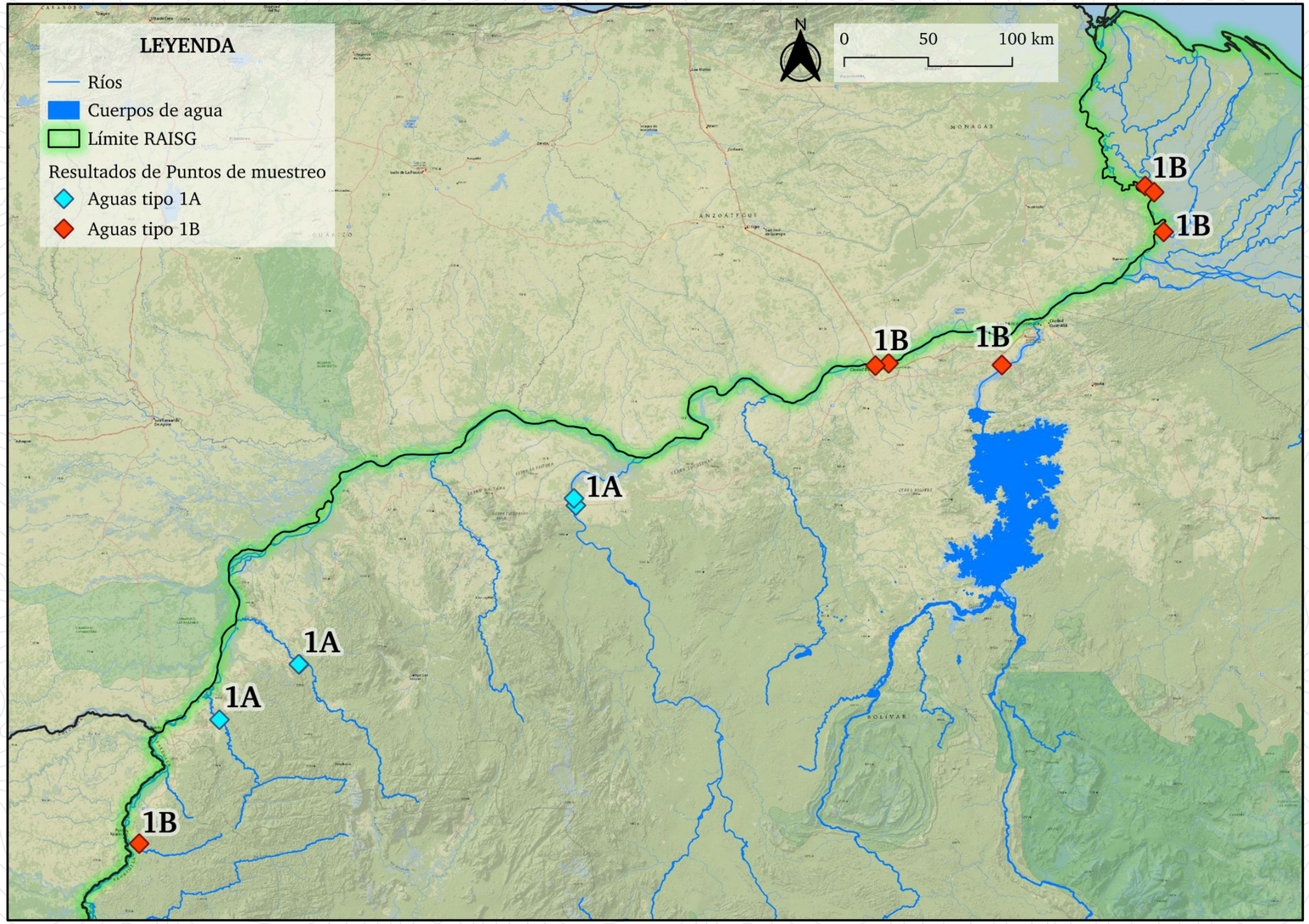
Resultados

Clasificación de las aguas en los sitios de muestreo conforme al Índice de Calidad del Agua de la National Sanitation Foundation de USA (ICA-NSF) y el Decreto 883 Capítulo 2 de la normativa ambiental de Venezuela.

Parámetro	Caño Manuare	Río Parguaza	Río Suapure (aguas arriba)	Río Suapure (aguas abajo)	Río Caura (aguas arriba)	Río Caura (aguas abajo)	Río Orinoco (aguas arriba)	Río Orinoco (aguas abajo)	Represa Caruachi	Caño Mánamo (aguas abajo)	Caño Mánamo (aguas arriba)	Caño Macareo
Altitud (msnm)	65	54	63	63	59	59	15	15	104	0	0	0
pH	7	6,41	6,76	7,01	6,1	6,34	7,91	7,86	6,77	7,56	6,96	7,49
O_2 *	5,5	6,8	5,9	5,2	9	6,9	5,3	6	7,5	6,6	6,7	7,2
TDS *	35	8	7	8	8	8	32	17	14	38	38	38
AMeH *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turbidez (UNT)	8,387	5,703	7,422	7,065	13,8	13,05	35,26	36,12	4,52	40,39	42	48,32
NO_2 *	0,003	0	0	0	0,006	0,005	0,051	0,51	0	0,065	0,072	0,076
NO_3 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO_4 *	23,21	26,73	43,96	43,18	70,2	71,38	60,02	115,6	40,44	94,87	95,27	99,57
AGva	0,13	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DBO *	21	12,6	12	3	12	7,2	16,8	10,2	18,6	12	43,8	18,6
DQO *	35	21	20	5	20	12	28	17	31	20	110	31
P total *	0,161	0,124	0,138	0,133	0,14	0,153	0,203	0,176	0,002	0,024	0,021	0,018
Sólidos flotantes *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sólidos suspendidos *	5,3	0	0	0	1,3	17,3	116,3	85,2	0	69,3	79,7	129,3
Sólidos en sedimentos *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
Coliformes totales **	2500	500	0	100	100	200	900	900	11.100	500	0	600
Coliformes fecales **	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T (°C)	27,9	29,8	32,2	32,6	28,2	30,8	29,1	30,1	30,2	31,5	32,5	32,2
CE (µS/cm)	0,09	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
Clasificación ICA-NSF	Media	Media	Buena	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Buena	Media
Clasificación Decreto 883 capítulo 2	1B	1A	1A	1A	1A	1A	1B	1B	1B	1B	1B	1B

*** mg/L // ** NMP/100 mL**

Resultado de la clasificación de las aguas en los sitios de muestreo conforme al Decreto 883 capítulo 2 de la legislación ambiental de Venezuela



La clasificación de las aguas con base en el Índice de Calidad del Agua de la National Sanitation Foundation (EE.UU.) reflejó que más del 80% de las muestras evaluadas se clasifican con calidad media, mientras que cerca del 20% presentan calidad buena.

Según la legislación venezolana (Decreto 883, capítulo 2), las muestras corresponden a aguas Tipo 1: subtipos 1A y 1B. Es decir, aguas de buena calidad y susceptibles de potabilización. No obstante, esta clasificación requiere de 24 parámetros, de los cuales no todos pudieron analizarse por limitaciones logísticas.

Por otro lado, en ríos de gran caudal -como la mayoría de los evaluados en esta primera campaña- las descargas de posibles contaminantes pueden quedar enmascaradas por efecto de dilución, lo que reduce su concentración aparente y, en consecuencia, influye en los resultados obtenidos.

Conclusiones

El muestreo de aguas se realizó al inicio de la temporada lluviosa de 2025, en una fase aún representativa del estiaje. Los caudales variaron desde ~150 m^3/s en el Caño Manuare hasta valores muy superiores a 1.000 m^3/s en ríos como el Caura, Orinoco, Caroní y Macareo, lo que posiblemente refleja un alto poder de dilución frente a contaminantes.

Según la clasificación venezolana (Decreto 883), las aguas corresponden a Tipo 1A y 1B, es decir, aptas para potabilización. Bajo el índice de calidad de la National Sanitation Foundation (EE.UU.), se determinaron aguas de buena y mediana calidad. En ambos casos, se consideran aguas poco contaminadas, aunque los resultados pueden estar influenciados por la dilución y la falta de algunos parámetros clave relacionados con actividades antrópicas aguas arriba.

Es importante resaltar que en los próximos meses realizaremos nuevos muestreos y talleres sociales con las comunidades en la región que permitirán continuar generando información sobre la calidad del agua en la Amazonía venezolana, fundamental para el seguimiento de los ecosistemas acuáticos, la gestión de los recursos hídricos y el fortalecimiento del trabajo de la RAISG.

© Juan Carlos Amilibia

RAISG

RED AMAZÓNICA DE INFORMACIÓN SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA

Fundación Amigos de la Naturaleza

Imazon

Instituto Socioambiental

Gaia Amazonas

ecociencia

Instituto del Bien Común

Pro Vita

Wataniba
Grupo de Trabajo Socioambiental de la Amazonia