

CONCLUSIONES

El río Zulia presenta una calidad de agua predominantemente “Regular”, con tramos específicos en la zona alta y media que logran mantener una condición “Aceptable”. La tendencia general muestra un proceso de degradación sostenida conforme el cauce desciende hacia la zona baja, influenciado directamente por la descarga de aguas residuales urbanas, la intensificación de la agricultura (arroz y palma), la minería y la actividad industrial. A pesar de que el río manifiesta una capacidad de recuperación en sus tramos de montaña, el impacto acumulativo en el sector bajo supera su potencial de autodepuración, comprometiendo la funcionalidad del ecosistema y la aptitud del recurso para sus principales usos.

Los niveles críticos de Coliformes Totales y E. coli, especialmente en puntos como el ID 13 (173.290 NMP/100 mL), confirman una fuerte presión por vertimientos domésticos sin el tratamiento adecuado. De manera complementaria, las altas concentraciones de nutrientes, con picos de Nitrógeno Total (33,60 mg/L) y Fósforo Total (1,000 mg/L), sugieren un aporte masivo de origen agroindustrial y escorrentía de fertilizantes. A esta problemática se suma la Turbiedad, que alcanzó valores extremos de 667 NTU, asociada a procesos de erosión de riberas, pérdida de cobertura forestal y el constante tránsito de maquinaria pesada y volquetas en los linderos del río.

Los resultados obtenidos en parámetros como el Oxígeno Disuelto (OD) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) reflejan un sistema hídrico sometido a una carga orgánica severa. En el tramo bajo, específicamente en el Puente Zulia (ID 11), el Oxígeno descendió a 4,23 mg/L, nivel que se encuentra por debajo del límite vital para la fauna acuática y dificulta los procesos de autorregulación biológica.

El pH del agua se mantuvo dentro de rangos neutros y aceptables (7,13 a 7,85), lo que indica que el sistema aún conserva una capacidad amortiguadora frente a la entrada de sustancias externas. Sin embargo, se identificaron fluctuaciones en los tramos con mayor actividad antrópica, donde el aporte de detergentes urbanos y agroquímicos tiende a elevar la alcalinidad, modificando el equilibrio químico necesario para la vida acuática.

En cuanto a la Conductividad Eléctrica, se registraron valores que reflejan una mineralización moderada, pero con incrementos significativos en zonas de influencia industrial y minera, alcanzando los 289 μ S/cm tras los vertimientos de Termotasajero. Por su parte, la Turbiedad y los Sólidos Suspendidos Totales mostraron un comportamiento alarmante en la zona baja, reduciendo la penetración de luz solar y limitando la fotosíntesis. Esta alta carga de

sedimentos representa un factor de riesgo crítico para la biota y para la eficiencia de la infraestructura del punto del Distrito de Riego.

Finalmente, las actividades de origen antrópico se consolidan como el principal factor de alteración del río Zulia. El seguimiento técnico evidencia que el crecimiento de la explotación minera de carbón, el cultivo extensivo de arroz y palma, la actividad termoeléctrica y el vertimiento directo de los cascotes urbanos ejercen una presión insostenible sobre el recurso. Es importante que este diagnóstico se traduzca en acciones de control, enfocadas en la restauración de las rondas hídricas y el tratamiento efectivo de las aguas residuales, para evitar un colapso en la disponibilidad y calidad del agua para las comunidades y sectores productivos de la región.