



AUTORIDAD NACIONAL
DE LICENCIAS AMBIENTALES

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO REGIONAL.....	3
1.1. Ficha técnica de aplicación de la estrategia de monitoreo	5
2. INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA EL ANÁLISIS REGIONAL.....	8
3. ANÁLISIS DE CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL.....	10
4. CONCLUSIONES	34

INTRODUCCIÓN

El Departamento de La Guajira ha sido priorizado por esta Autoridad Nacional dada la alta sensibilidad del componente hidrológico (condiciones de escasez de agua y baja capacidad de retención), del medio social (presencia de comunidades étnicas presentes en todo el departamento) y el gran potencial energético que localiza a uno de los proyectos mineros más grandes del país como lo es el Complejo Minero El Cerrejón (Proyecto de Interés Nacional y Estratégico – PINE mediante el documento CONPES 3762 del 20 de agosto de 2013) y los proyectos para aprovechamiento de fuentes renovables no convencionales como lo son la energía solar y eólica. Dicha complejidad permite concluir que el departamento de La Guajira es un espacio potencial para la ocurrencia de impactos acumulativos y sinérgicos, por lo cual requiere que la ANLA fortalezca el seguimiento ambiental de los instrumentos de manejo y control ambiental de su competencia.

Con este propósito la ANLA publicó en 2018 el Reporte de Alertas de la Zona Hidrográfica Caribe – Guajira, que abarca en su totalidad el departamento de La Guajira y las subregiones Norte Cesar y Distrito de Santa Marta de los departamentos de Magdalena y Cesar. Actualmente este documento cuenta con dos actualizaciones publicados en 2020 y 2022. Estos documentos concluyen que, para zonas puntuales, se pueden obtener potenciales categorías de impactos asociadas a alteración de oferta, disponibilidad y calidad de los componentes hídrico superficial, subterráneo, de calidad del aire; conflictividad social; alteración y cambios en el paisaje; alteración en rutas de migración y hábitat de la fauna.

Por lo expuesto, para el componente hídrico superficial del departamento, la ANLA estructuró la Estrategia de Monitoreo del recurso hídrico superficial correspondiente a la subzona hidrográfica del río Ranchería.

La línea temática denominada *Estrategias de monitoreo regional* es considerada una acción que promueve la interoperabilidad de la información de componentes ambientales específicos, permitiendo a la Autoridad, ajustar las obligaciones ya existentes de monitoreo de los proyectos, obras y actividades de su competencia, en función de complementar el monitoreo que actualmente realizan los demás actores institucionales regionales y el sector privado, supliendo vacíos de información que se requiere para obtener la información necesaria para el análisis regional, y que a su vez deriva en la identificación y valoración de impactos acumulativos y sinérgicos.

El recurso hídrico generalmente es uno de los componentes del medio abiótico más susceptibles, teniendo en cuenta que este recurso es intervenido de manera directa como insumo de diferentes actividades de los sectores productivos, de necesidades básicas de las comunidades y como receptor de descargas de vertimientos, entre otros usos, todo esto en un contexto dinámico propio de la naturaleza misma. Estas características establecen la necesidad de un seguimiento exhaustivo a través del monitoreo continuo en función de su sostenibilidad.

La red de monitoreo en la cuenca del río Ranchería se compone de **24 puntos de monitoreo** localizados sobre el río Ranchería y tributarios priorizados de acuerdo con los proyectos, obras y actividades que actualmente ha autorizado la ANLA en la cuenca hidrográfica.

Por tanto, en el presente documento, se expone el análisis de los datos monitoreados por los proyectos de competencia de ANLA en los 24 puntos de monitoreo de la red.

1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO REGIONAL

La Estrategia de monitoreo del recurso hídrico superficial en la cuenca del río Ranchería constituye un proceso de cuatro (4) fases que deriva en la operación de un esquema de monitoreo configurado como red, en consideración a que sus condiciones de tiempo, modo y lugar fueron planeadas en función de un objetivo común como lo es el fortalecimiento en el levantamiento de datos e información para identificación de impactos acumulativos.

Por su parte, la identificación de impactos acumulativos en el componente hídrico superficial requiere como mínimo, un seguimiento sistemático de la dinámica del recurso que contemple su variación mensual multitemporal enmarcada en el régimen hidrológico, es decir, en la variación de oferta del recurso intra-anual, de las corrientes hídricas sobre las cuales esta Autoridad ha otorgado permisos de aprovechamiento, ya sean permisos de captación, permisos de ocupación de cauces o permisos de vertimiento a cuerpos de agua superficiales.

El análisis integrado de la información que se captura en los tramos estratégicos dentro de las corrientes hídricas seleccionadas en la cuenca del río Ranchería, conforma una base de datos histórica cuyo alcance de análisis incluye las características fisicoquímicas que predominan en esta, dada su localización geográfica y que deben ser de especial atención en los procesos de evaluación y seguimiento ambiental.

No obstante, estos datos tienen el potencial de constituir el insumo para análisis a diferentes escalas, por ejemplo, su integración al seguimiento de cada proyecto; en la ocurrencia de una contingencia para identificar las condiciones del recurso previas al evento, para los proyectos más antiguos cuya caracterización de línea base es susceptible de actualización y finalmente, en la prospectiva del recurso, constituyendo el insumo para la modelación de múltiples escenarios.

Los expedientes vinculados a la estrategia son los que se indican a continuación. Se muestra adicionalmente el acto administrativo (Resolución) mediante el cual fue vinculado cada expediente a la estrategia de monitoreo regional y el estado de vigencia de las obligaciones asociadas:

Tabla 1. Expedientes vinculados a la estrategia de monitoreo regional

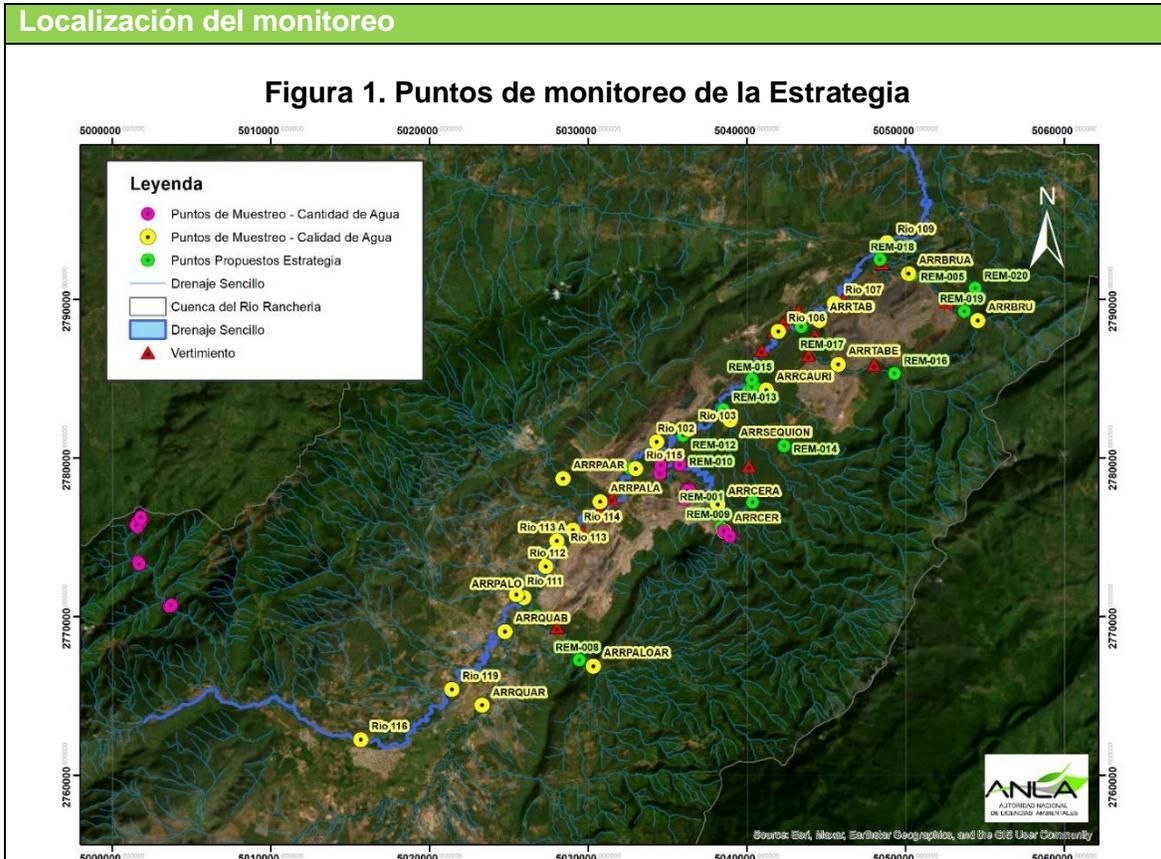
EXPEDIENTE	NOMBRE PROYECTO	TITULAR LICENCIA AMB.	ACTOS ADMINISTRATIVOS	ESTADO DE LA OBLIGACIÓN
LAM1094	Proyecto minero de explotación de carbón Bloque Central del Cerrejón zona Norte, mina El Cerrejón (áreas integradas)	CARBONES COLOMBIANOS DEL CERREJÓN S.A.	Mediante concepto técnico de seguimiento de octubre 2023 se requiere modificar el monitoreo.	Vigente
LAM3194	Proyecto minero de explotación de carbón en un área de 300 hectáreas, ubicado en el Cerrejón Central, en jurisdicción del municipio de Barrancas, departamento de La Guajira.	CARBONES COLOMBIANOS DEL CERREJÓN S.A.	Res. 1105 del 24/06/2020	Vigente

Fuente: ANLA, 2023.

A continuación, se presenta la localización, parámetros y demás condiciones establecidas en la estrategia de monitoreo regional.

1.1. Ficha técnica de aplicación de la estrategia de monitoreo

Localización del monitoreo



Fuente: ANLA, 2023.

Tabla 2. Georreferenciación puntos que conforman la estrategia de monitoreo en la cuenca del río Ranchería

CODIGO	DRENAJE	OBSERVACIONES	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
REM-001	Río Cerrejón	Aguas abajo del arroyo Los Estados, permite medir las características de la confluencia de las dos corrientes.	1156069.89	1711787.94

REM-002	Arroyo El Cequión	Antes de su influencia del sector aguas abajo de Laguna No identificada. Concentración de actividades mineras.	1158131.02	1712245.98
REM-003	Arroyo Galluso	Previo a la confluencia con el río Ranchería.	1157852.19	1719298.87
REM-004	Arroyo La Ceiba o Caurina	Previo a la confluencia con el río Ranchería. Aguas abajo vertimientos.	1158298.03	1719463
REM-007	Rio Ranchería	Permite realizar el balance hídrico sobre el río Ranchería entre A. Galluso y A. La Ceiba.	1158078.17	1719512.35
REM-005	Arroyo Bruno	Mide el caudal conjunto del arroyo Bruno y carada Tamborana.	1168121.27	1726621.49
REM-008	Rio Palomino	Aguas abajo de la confluencia con el Río Mapurito. Antes del proyecto Cerrejón.	1147240.29	1702263.89
REM-006	Rio Palomino	Aguas abajo de su desembocadura con el río Ranchería.	1144567.9	1705036.18
REM-009	Rio Cerrejón	Aguas abajo de arroyo Salado y aguas abajo de la vía. Antes de permisos de vertimiento. Concentración de actividades mineras.	1156154.02	1710680.19
REM-010	Rio Cerrejón	Previo al arroyo La Trampa. Permite medir condiciones previas al río Ranchería. Aguas abajo de vertimientos.	1153546	1714583
REM-011	Rio Ranchería	Aguas arriba del río Cerrejón.	1150409.97	1714362.64
REM-012	Rio Ranchería	Aguas abajo del río Cerrejón.	1153740	1716469
REM-013	Arroyo El Cequión	Antes de aportar a río Ranchería. Aguas abajo tajo.	1156293.58	1718082.02
REM-014	Arroyo La Ceiba o Caurina	En cercanías al límite superior del área de influencia del proyecto.	1160121.01	1715818.72
REM-015	Rio Ranchería	Cercana a los tajos y previo a las lagunas.	1158064.94	1720005.13
REM-016	Arroyo Seco	Permite conocer la calidad aguas abajo de población Los Remedios. Concentración actividades mineras.	1167060.9	1720418.86
REM-017	Rio Ranchería	Aguas arriba de la confluencia del Arroyo El Tabaco, reúne los	1161184.22	1723346.06

		efectos de lagunas y paso vehículo.		
REM-018	Arroyo Bruno	Previa a la confluencia con el río Ranchería.	1166135.71	1727609.39
REM-019	Arroyo Bruno	Inicio de proyecto, cerca de la vía de comunicación. En Estación IDEAM ESPERANZA LA HDA. Concentración actividades mineras.	1171457	1724358
REM-020	Cañada Tamborana	Inicio de proyecto, cerca de la vía de comunicación, aportante al arroyo Bruno. Concentraciones actividades mineras.	1172124.15	1725814.6
REM-16	Río Ranchería	Río Ranchería (Mina Caypa)	1150286,06	1714402,56
REM-27	Río Ranchería	Río Ranchería (Mina Caypa)	1152900,02	1152900,02
REM-29	Arroyo Cerrejón	Arroyo Cerrejón (Mina Caypa)	1152349,44	1152349,44
REM-32	Arroyo Cerrejón	Arroyo Cerrejón (Mina Caypa)	1156702,955	1156702,955

Periodicidad del monitoreo

Dadas las características del régimen hidrológico de la cuenca del río Ranchería, se estableció que los dos periodos en los cuales debe realizarse el monitoreo son de **febrero a marzo** (descenso de caudales) para la caracterización de las condiciones climáticas secas y de **octubre a noviembre** (aumento de caudales para la caracterización de las condiciones climáticas húmedas).

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC

	Monitoreo en periodo de bajos caudales
	Monitoreo en periodo de altos caudales

Parámetros de monitoreo

Generales: Caudal, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, DBO5 (última, disuelta y particulada) DQO (disuelta y particulada), Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables, turbiedad, grasas y aceites.

Hidrocarburos: Hidrocarburos Totales.

Compuestos de fósforo: Fósforo, Ortofosfatos.

Compuestos de Nitrógeno: Nitritos, Nitratos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno total.

Metales y metaloides: Cadmio, Cinc, Cobre, Cromo, Hierro, Mercurio, Níquel, Plomo.

Microbiológicos: Coliformes Totales.

Hidrobiológicos: plancton, bentos, macrófitas acuáticas.

Otros compuestos: sulfatos y sulfuros

2. INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA EL ANÁLISIS REGIONAL

Con respecto al cumplimiento de las obligaciones asociadas a la estrategia de monitoreo regional, a continuación, se resume la información disponible para el análisis, de acuerdo con lo registrado por las Sociedades y que se incluye en el Sistema de Información de Licenciamiento Ambiental (SILA) de la ANLA.

Tabla 3. Información de monitoreos disponible en el periodo de análisis

No.	CÓDIGO ACTO AD	FUENTE HÍDRICA	EXPEDIENTE	2022 II	2022 I	2021 II	2021 I	2020 II
1	REM-001	Rio Cerrejón	LAM1094	X	X			
2	REM-002	Arroyo El Cequión	LAM1094	X	X			
3	REM-003	Arroyo Galluso	LAM1094	X	X			
4	REM-004	Arroyo La Ceiba o Caurina	LAM1094	X	X			
5	REM-007	Rio Ranchería	LAM1094	X	X			

No.	CÓDIGO ACTO AD	FUENTE HÍDRICA	EXPEDIENTE	2022 II	2022 I	2021 II	2021 I	2020 II	
6	REM-005	Arroyo Bruno	LAM1094	X	X				
7	REM-008	Río Palomino	LAM1094	X	X				
8	REM-006	Río Palomino	LAM1094	X	X				
9	REM-009	Río Cerrejón	LAM1094	X	X				
10	REM-010	Río Cerrejón	LAM1094	X	X				
11	REM-011	Río Ranchería	LAM1094	X	X				
13	REM-012	Río Ranchería	LAM1094	X	X				
14	REM-013	Arroyo El Cequión	LAM1094	X	X				
15	REM-014	Arroyo La Ceiba o Caurina	LAM1094	X	X				
16	REM-015	Río Ranchería	LAM1094	X	X				
17	REM-016	Arroyo Seco	LAM1094	X	X				
18	REM-017	Río Ranchería	LAM1094	X	X				
19	REM-018	Arroyo Bruno	LAM1094	X	X				
20	REM-019	Arroyo Bruno	LAM1094	X	X				
21	REM-020	Cañada Tamborana	LAM1094	X	X				
22	REM-016	Río Ranchería	LAM3491	Sin información disponible					

No.	CÓDIGO ACTO AD	FUENTE HÍDRICA	EXPEDIENTE	2022 II	2022 I	2021 II	2021 I	2020 II
23	REM-027	Río Ranchería	LAM3491	Sin información disponible				
24	REM-029	Arroyo Cerrejón	LAM3491	Sin información disponible				
25	REM-032	Arroyo Cerrejón	LAM3491	Sin información disponible				

Fuente: ANLA, 2023.

De las estaciones relacionadas del “*Proyecto minero de explotación de carbón Mina Caypa, en un área de 300 hectáreas, ubicado en el Cerrejón Central, en jurisdicción del municipio de Barrancas, departamento de La Guajira*” expediente **LAM3491**, no se identificó información para análisis de datos de los puntos establecidos en la estrategia.

3. ANÁLISIS DE CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL

A continuación, se analizan los datos recopilados en los puntos de monitoreo, previamente mencionadas, ubicadas en la parte alta y media de la cuenca del río Ranchería con una frecuencia mensual entre los años 2020 y 2022. En las siguientes figuras se presentan los diagramas de cajas de los datos de calidad analizados.

Los parámetros monitoreados abarcaron categorías que incluyen los indicadores esenciales, metales, bifenil policlorados y compuestos semivolátiles fenólicos, que se alinean con los parámetros establecidos en la estrategia de monitoreo propuesta del 2018, a excepción de los hidrocarburos de los cuales no se generaron reportes desde el 2020 al 2022. Se priorizaron parámetros de mayor variación en espacio y/o tiempo y aquellos que exceden los valores de referencia para usos del agua establecidos por el Decreto 1076 de 2015 y objetivos de calidad de la Resolución 1319 del 2016¹ de CORPOGUAJIRA o aquella que la modifique o derogue.

¹ Por la cual se establecen los objetivos de calidad de corto, mediano y largo plazo para los cuerpos de agua superficiales de la guajira para el periodo 2017 -2029.

En ese sentido, este diagnóstico presenta el análisis de los parámetros temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, DBO5 (última, disuelta y particulada), DQO (disuelta y particulada), sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, turbidez, grasas y aceites, fósforo total, ortofosfatos, nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, cadmio, zinc, cromo, mercurio y plomo.

Es importante aclarar que la comparación de las mediciones con las normativas mencionadas anteriormente se aplicó según lo siguiente:

- Resolución 1319 del 2016: Se toman los tramos que se encuentran en el área de la estrategia (río Ranchería tanto su cauce principal como subcuenca) y teniendo en cuenta el uso largo plazo referente a 12 años.
- Decreto 1076 de 2015: Artículo 2.2.3.3.9.10 (agua dulce cálida) para preservación de flora y fauna.

Los resultados mostraron que la mayoría de estos parámetros no presentaron alteraciones significativas en la calidad del agua. No obstante, la variación de los parámetros cobre, hierro y níquel sugiere que estos deben ser priorizados en el seguimiento ambiental para los parámetros de calidad del agua.

Temperatura

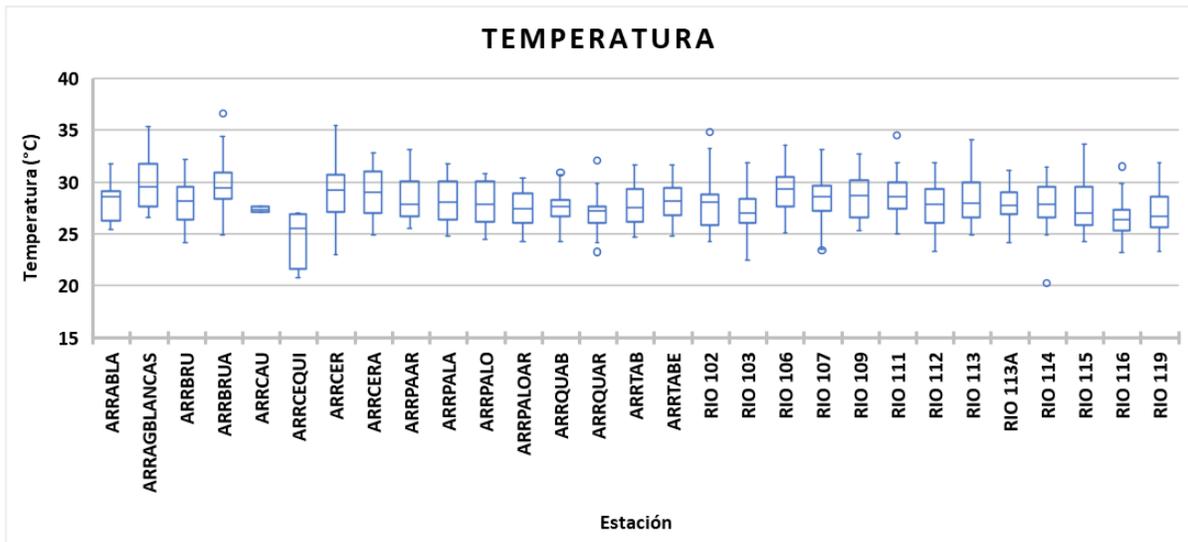
El resultado de los monitoreos muestra que el valor medio del periodo de temperatura registrado en el área es de 28.02 °C. Sin embargo, es importante destacar que se observa una variación considerable en los valores de temperatura entre diferentes estaciones de monitoreo. En la estación RIO 114, sobre el río Ranchería ubicada antes del vertimiento Laguna 831S, se registró el valor mínimo de temperatura, alcanzando los 20.23 °C en el mes de junio del 2021. Esta temperatura más baja indica que esta ubicación particular puede estar influenciada por factores específicos que la hacen menos cálida que otras áreas como puede ser cobertura vegetal que disminuya los efectos de radiación solar.

Por otro lado, en la estación ARRBRUA, ubicada aguas abajo del vertimiento Laguna Potrerito, se registró una temperatura máxima de 36.59 °C en agosto de 2020. Este dato indica que en esa área las condiciones pueden ser más cálidas en comparación con las estaciones cercanas. En comparación con las otras estaciones, se observa que esta es la que presenta los valores más altos de temperatura.

Estas variaciones en las temperaturas entre estaciones específicas pueden deberse a diversos factores, como la exposición al sol, la profundidad del agua, la influencia de los

vertimientos (temperatura asociada a la procedencia del fluido o tiempos de residencia en tratamientos) y otros fenómenos climáticos regionales. A nivel mensual, se observa un leve aumento del parámetro, sin generar afectaciones a los cuerpos de agua.

Figura 2. Temperatura reportados en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (°C)



Fuente: ANLA, 2023.

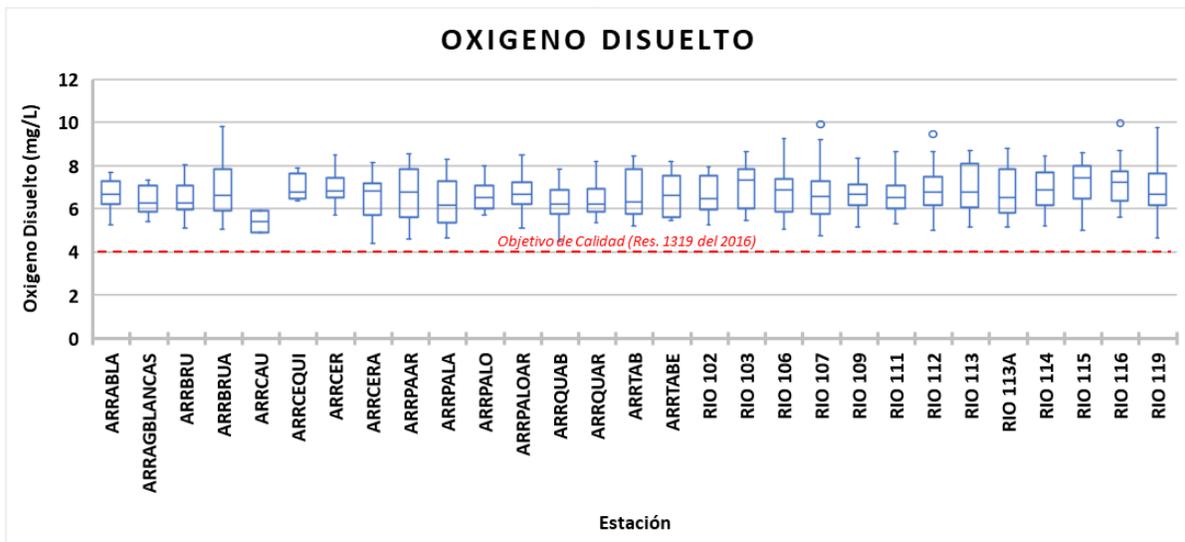
Oxígeno Disuelto

Se encontró que el valor medio del periodo de estudio de oxígeno disuelto es de 6.67 mg/L, lo cual indica una disponibilidad de oxígeno en el agua y/o condiciones de re-aireación en los cuerpos de agua. Al examinar estaciones específicas, se observa que la estación RIO 107, ubicada aguas abajo de los vertimientos de las lagunas, registra el valor máximo de 9.97 mg/L, lo cual sugiere una mayor presencia de oxígeno en esa zona. Por otro lado, la estación ARRCERA, en el arroyo Cerrejón aguas abajo del vertimiento Laguna Comuneros y Annex 2, presenta el valor mínimo de 4.39 mg/L, indicando una menor disponibilidad de oxígeno en esa ubicación particular.

El rango de datos obtenido, que va desde 9.97 mg/L hasta 4.39 mg/L, refleja la variabilidad en la concentración de oxígeno en diferentes puntos del río. Esta variación puede deberse a varios factores, como la dinámica del flujo del agua, la actividad biológica y las condiciones ambientales locales como son los mayores caudales de aguas residuales generadas por

las dinámicas poblaciones de uso del recurso hídrico. En este sentido, a lo largo del recorrido del Río se encuentran las poblaciones de Fonseca, Barranca y Albania. Respecto a lo anterior, la mayoría de los puntos se encuentran dentro del objetivo calidad de 4 mg/L fijado en la Resolución 1319 del 2016 de los objetivos de calidad de agua para uso agrícola y de asimilación para los arroyos; y en el artículo 2.2.3.3.9.10 (agua cálida dulce) del Decreto 1076 de 2015 para la preservación de flora y fauna. Entre los valores temporales se observa una disminución del parámetro medio anual, de 7.09 mg/L a 6.78 mg/L.

Figura 3. Oxígeno Disuelto reportados en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/l)



Fuente: ANLA, 2023.

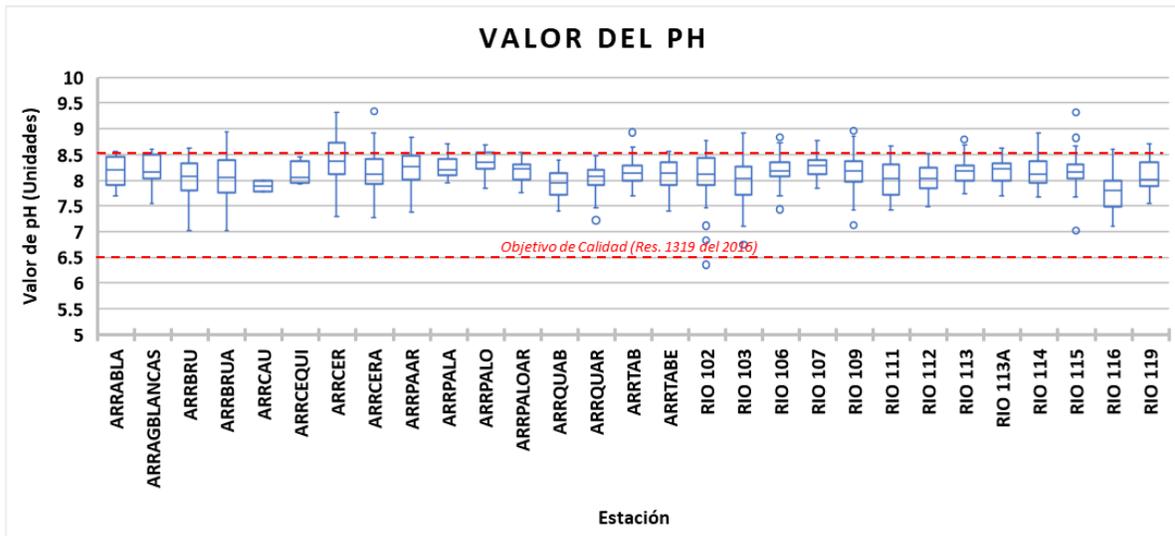
pH

El análisis de calidad del agua en el río Ranchería muestra un pH mayormente neutro o ligeramente básico, con un valor medio de 8.17 y un rango que va de 6.04 a 9.38 unidades de pH. Se observaron valores extremos de 9.38 unidades aguas abajo de las actividades mineras y 6.36 unidades de pH, antes del vertimiento de la Laguna Oreganal, Laguna 831N y Laguna Patilla en la estación RIO 115. Estos resultados en su rango máximo exceden los valores de referencia establecidos (6.5 a 8.5) en la resolución 1319 del 2016 y ~~la~~ el Decreto 1076 del 2015.

El análisis destaca que la calidad del agua en el río Ranchería, en términos de pH, se mantiene dentro de los rangos de referencia en la mayor parte de las mediciones. Sin embargo, existen puntos donde se supera el citado rango principalmente en las estaciones

ARRCER en el Arroyo Cerrejón, ARRBRUA en el Arroyo Bruno, aguas abajo de los vertimientos, las estaciones sobre el río Ranchería. Los datos muestran un comportamiento mayormente neutro o ligeramente básico, con valores promedio en el rango establecido por la normativa, como se ilustra a continuación:

Figura 4. pH reportados en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (Unidades)



Fuente: ANLA, 2023.

Demanda Química y Biológica de Oxígeno (DQO y DBO)

Según los resultados de los muestreos realizados en el río Ranchería y sus afluentes, se ha determinado que la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) promedio es de 2.71 mg/L. Estos valores se encuentran dentro de un rango que varía entre 2.03 y 5.72 mg/L, lo que sugiere una variabilidad en la concentración de materia orgánica biodegradable a lo largo de la cuenca. Según Posada, Mojica, Pino y Bustamante (2013), esta variabilidad en la DBO clasifica la calidad del agua como aceptable en general, pero también indica la presencia de materia orgánica biodegradable, lo cuales no supera el objetivo de calidad de agua para uso agrícola y de asimilación.

Es importante destacar que, en algunos puntos de muestreo, se han detectado valores de DBO por debajo del límite de cuantificación (<2 mg/L), lo que sugiere una menor presencia de materia orgánica biodegradable en esas áreas específicas. Esto puede indicar que no se requieren medidas especiales de control de vertimientos en esas ubicaciones particulares.

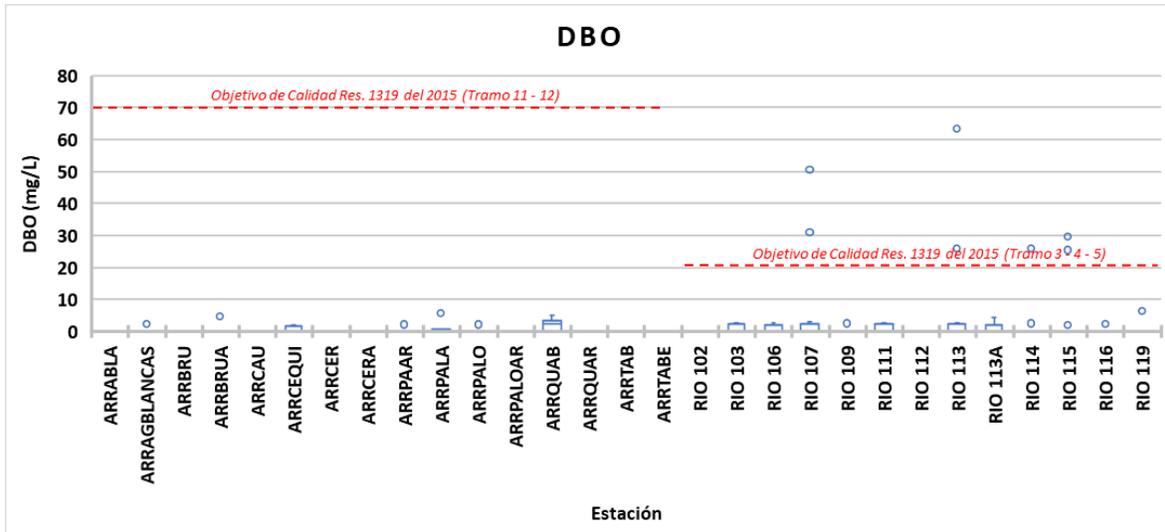
Sin embargo, es crucial prestar especial atención a la estación RIO113, donde se han registrado varias mediciones con valores elevados de DBO. Esto sugiere la existencia de fuentes significativas de compuestos orgánicos oxidables en esa área en particular, en el caso de la estación RIO107 donde se presentan valores elevados se identificó la presencia de la cabecera municipal de Albania, a lo que se le puede atribuir esos valores elevados a la descarga de los vertimientos domésticos de este municipio, lo que hace que en este punto esos valores superen el objetivo de calidad.

Los resultados de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) muestran datos significativos sobre la calidad del agua en la cuenca. Durante el período analizado, se registró un valor promedio de DQO de 36.85 mg/L, lo que indica una carga de materia orgánica en el agua. Sin embargo, es importante destacar que se reportó un valor máximo de DQO de 95.30 mg/L en la estación RIO 109, que se encuentra aguas abajo del proyecto minero medido en noviembre del 2020. Se observa en la zona del cauce principal se presentan valores que superan el objetivo de calidad de agua de 30mg/L, estos valores resaltan la necesidad de mantener un seguimiento y monitoreo constante de la DQO en toda la cuenca, especialmente en áreas cercanas a actividades industriales y de alcantarillado.

La detección de elevados valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) aguas abajo de la cabecera municipal de Barracas, estación RIO 111 donde se supera el límite admisible, y en los arroyos donde se realizan los vertimientos del proyecto, como el arroyo Bruno, Cequiún, Paladines y Tabaco, es un indicativo de la alteración de la calidad del agua en estas áreas, no obstante, no se supera el límite en los arroyos.

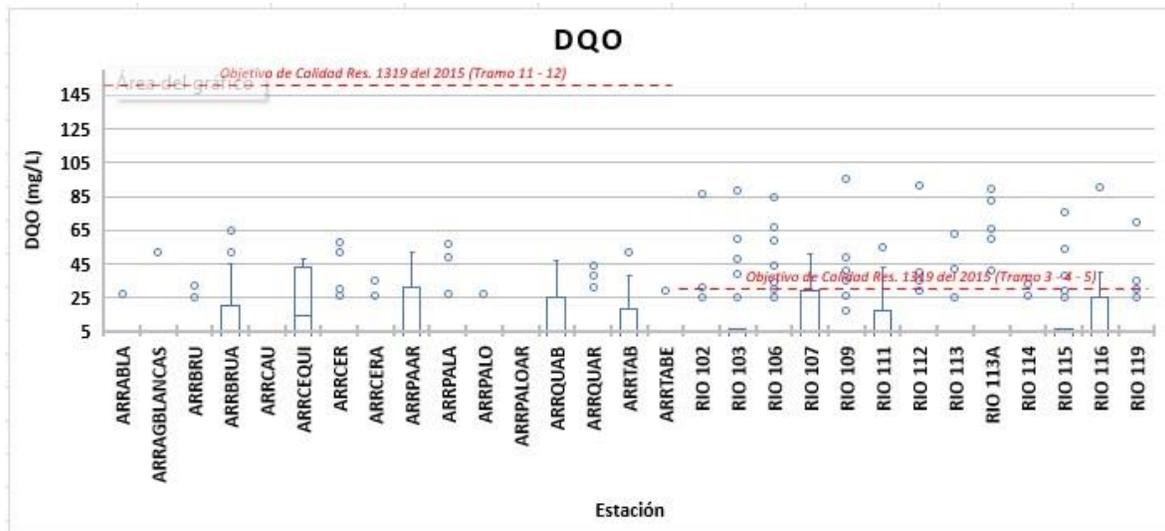
La presencia de estos altos valores de DQO podría estar vinculada a diversas actividades humanas, como los vertimientos de sistemas de alcantarillado, la gestión inadecuada de residuos sólidos y los vertimientos industriales. Estos factores pueden contribuir al aumento de la carga de materia orgánica en el agua, lo que puede tener un impacto negativo en la calidad del agua y en la salud del ecosistema acuático.

Figura 5. DBO reportados en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L)



Fuente: ANLA, 2023.

Figura 6. DQO reportados en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L)



Fuente: ANLA, 2023.

Conductividad

El análisis de la conductividad en el río Ranchería, especialmente en estaciones cercanas a la mina del Cerrejón, proporciona datos significativos sobre la composición del agua. Los

valores medidos de este parámetro varían entre 59.40 y 3800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con una media de 473.7603 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La estación ARRCEQUI Y RIO116, ubicada aguas abajo de los vertimientos de la zona minera y aguas arriba de la cabecera municipal de Albania, muestra la mayor conductividad registrada de 3800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en diciembre del 2020 y 1105 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en diciembre del 2021 respectivamente, mientras que la estación ARRBRU, antes de los vertimientos presenta la menor conductividad con 59.40 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

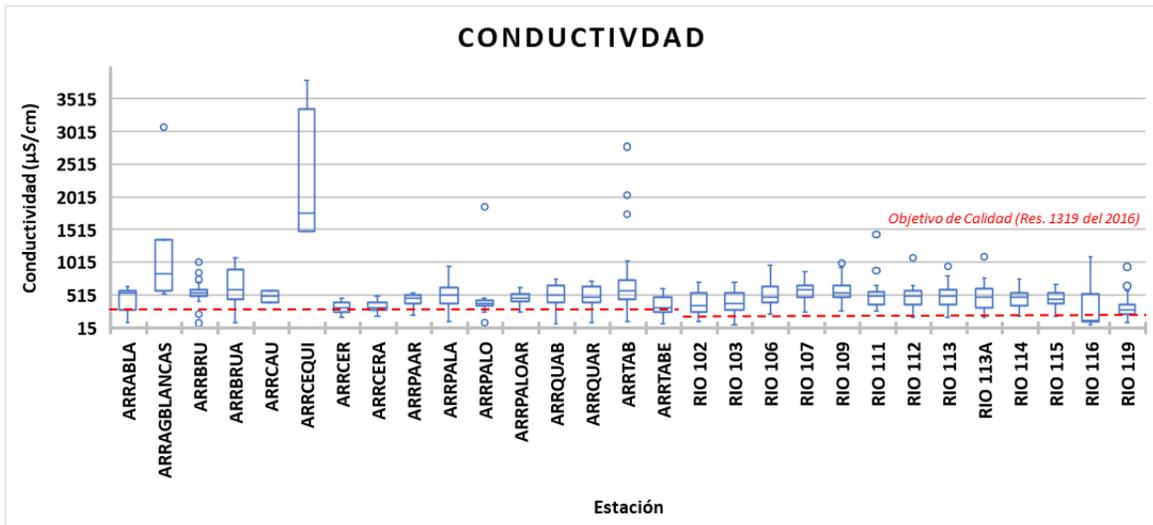
Se ha observado un patrón de disminución en la conductividad desde el año 2020 hasta 2022. Con respecto al objetivo de calidad de agua para la cuenca del río Ranchería, se identificó que se superan los objetivos de calidad dispuestos por CORPOGUAJIRA de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para uso agrícola y de 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para receptor de aguas tratadas. Es importante resaltar que las mediciones aguas arriba del proyecto ya se presentaban valores por encima de los límites de calidad, además en la revisión de información del ICA 15 del expediente LAM1094, se identificaron valores elevados de conductividad en las zonas aledañas a los vertimientos del proyecto, por lo cual se generaron requerimientos dentro del citado expediente para el estudio de conductividades altas del componente hídrico subterráneo, mediante el cual se obtendrá datos para fortalecer la vigilancia de este parámetro por parte de la ANLA.

La variabilidad en la conductividad es relevante para comprender aspectos como la productividad primaria (la capacidad de los organismos fotosintéticos, como las plantas acuáticas y algunas algas, para convertir la energía solar en biomasa mediante el proceso de fotosíntesis), la presencia de materia inorgánica y la identificación de posibles fuentes de contaminación².

Se evidenció que sobre el río Ranchería existen valores de conductividad eléctrica que pueden estar en el orden de los 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pero en algunas estaciones se alcanzan valores del orden de los 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lo cual evidencia la presencia de cargas de iones disueltos al cuerpo de agua. Los valores clasificados en diferentes categorías de mineralización sugieren que la concentración de sales (iones) en las aguas es generalmente baja, lo cual puede ser atribuido al lavado constante de los suelos a lo largo de su recorrido, y esto podría influir en el rango de alcalinidad observado en los valores de pH del río. En este sentido, se recomienda a la Autoridad Ambiental Regional la revisión del objetivo de calidad para este parámetro teniendo en cuenta los puntos de monitoreos de fuentes no intervenidas en la zona respecto a las intervenidas y así establecer un valor acorde a los usos en el área.

² <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0202090>

Figura 7. Conductividad reportada en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



Fuente: ANLA, 2023.

Turbidez y Solidos Suspendidos Totales

El análisis de calidad del agua en el río Ranchería revela con respecto a la turbidez y los sólidos suspendidos totales que se presentan valores elevados respecto a los usos del recurso hídrico establecidos por la corporación. El valor medio de turbidez es de 26.75 NTU, lo que indica la presencia de una cantidad significativa de partículas en suspensión que afectan la claridad del agua. Aunque el valor mínimo de 0.25 NTU sugiere que en ciertos momentos el agua puede estar relativamente clara, los niveles aumentan en varias estaciones, incluida la estación ARRTABE, en el Arroyo Tabaco, donde se registran picos elevados del parámetro que superan 800 NTU. Estos niveles extremadamente altos de turbidez están muy por encima de los objetivos de calidad establecidos para preservar el ecosistema acuático. La turbidez en las estaciones RIO 102 y RIO 103 del río Ranchería se debe a la descarga del Arroyo Cerrejón, pero esta situación mejora en la confluencia con el Arroyo Cequión. Es importante seguir monitoreando la turbidez para comprender mejor sus causas y su impacto en la calidad del agua en la región.

Se evidencia que aguas arriba del proyecto, el parámetro de turbidez presenta valores bajos. Sin embargo, a medida que el cauce hace su recorrido y se realizan las descargas de los vertimientos del proyecto minero El Cerrejón, se puede observar un aumento significativo en los niveles de turbidez en las estaciones antes del proyecto.

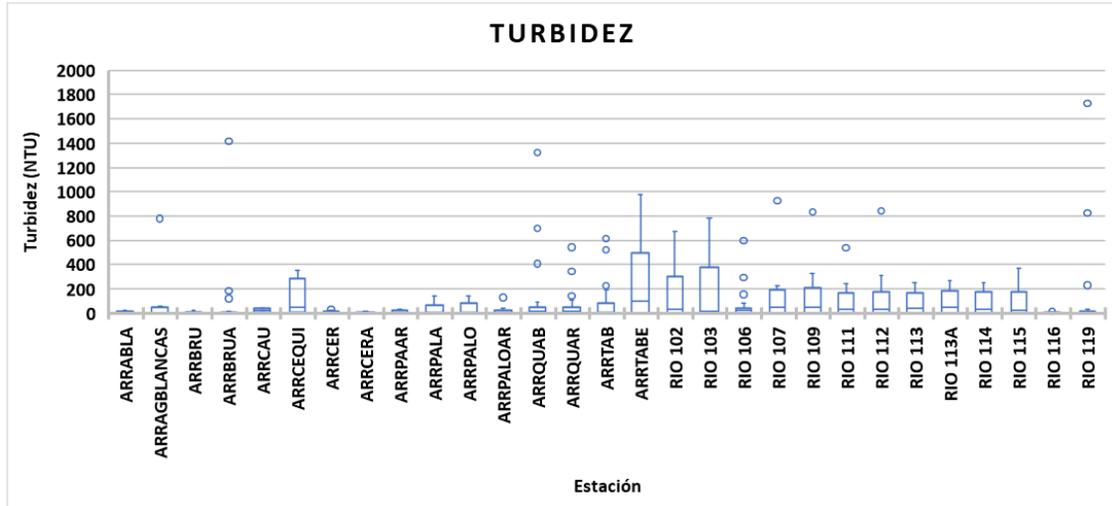
Asimismo, los sólidos suspendidos totales presentan un valor medio de 18.20 mg/L, indicando una concentración apreciable de partículas sólidas en el agua. Sin embargo, el valor máximo de 2125 mg/L en la estación RIO109 evidencia una carga significativa de sedimentos que están llegando al cuerpo de agua. Al igual que con la turbidez, estos valores máximos elevados de sólidos suspendidos totales también se reportan en épocas donde el caudal aumenta, lo que indica que las lluvias o eventos de escorrentía están contribuyendo a esta situación.

La alta turbidez reduce la penetración de la luz solar en el agua, afectando la fotosíntesis de las plantas acuáticas y reduciendo la disponibilidad de alimento para los organismos acuáticos. Además, los sólidos en suspensión pueden afectar a los organismos acuáticos, debilitando su salud y supervivencia. Asimismo, la sedimentación de sólidos en el fondo del río puede obstruir los hábitats de reproducción y alimentación de la fauna acuática.

Los valores significativos de turbidez y sólidos suspendidos totales en el río Ranchería, especialmente los máximos extremadamente altos en ciertas estaciones apuntan claramente a la necesidad de implementar medidas de manejo para mitigar el aporte de sedimentos y materiales contaminantes en el agua. Estos valores máximos se correlacionan con aumentos en el caudal, lo que sugiere que las lluvias y los eventos de escorrentía son factores contribuyentes.

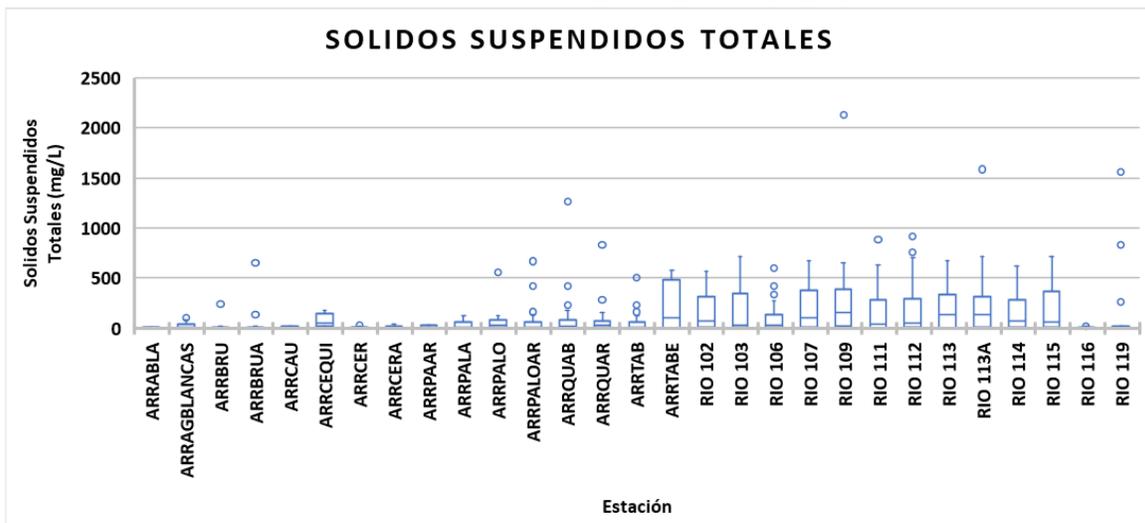
En lo que respecta a los sólidos sedimentables, la mayoría de las mediciones muestran concentraciones por debajo del límite de cuantificación. Sin embargo, en ciertos puntos de muestreo se han identificado valores máximos de hasta 2.5 ml/L como se ilustra en la figura 12. Estos valores altos de sólidos sedimentables en algunas ubicaciones indican la presencia de condiciones o eventos particulares que están contribuyendo significativamente a la sedimentación en el agua. Es fundamental investigar las causas que originan estas concentraciones elevadas, ya que pueden estar relacionadas con factores como la erosión del suelo, actividades mineras cercanas, o eventos climáticos extremos que aumentan el arrastre de sedimentos. A pesar de ello, en el marco de las actuaciones de control y seguimiento por parte de la ANLA al proyecto con expediente LAM1094 correspondiente a la mina El Cerrejón, se han llevado a cabo inspecciones y seguimientos según sus fichas de control de sedimentos para mitigar y controlar la cantidad de sedimentos que llegan a las fuentes hídricas. Además, ha efectuado mantenimientos en las zonas de descarga para prevenir la acumulación de sedimentos, tal como se refleja en el más reciente informe técnico de seguimiento.

Figura 8. Turbidez reportada en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (NTU)



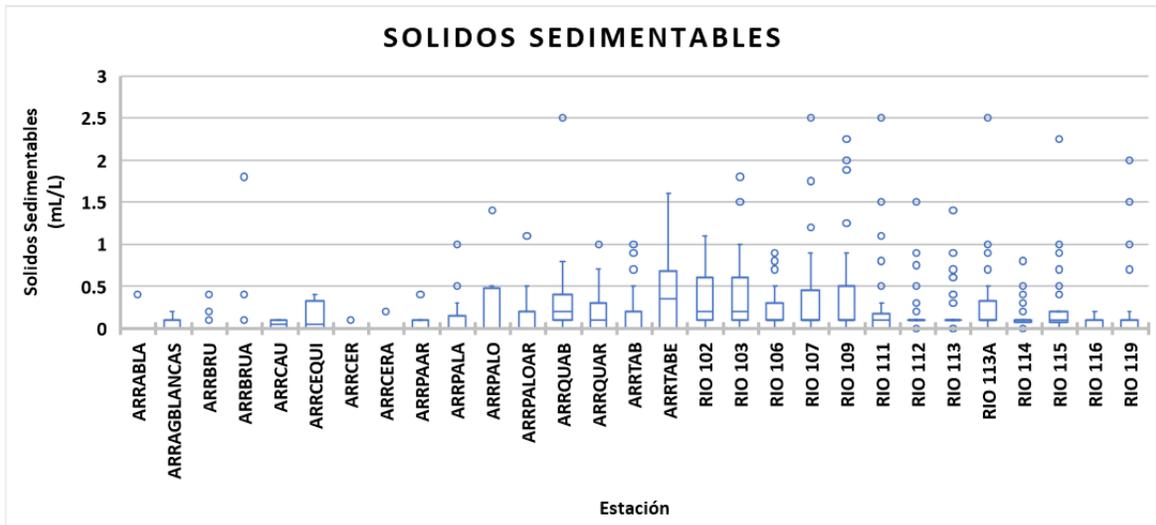
Fuente: ANLA, 2023.

Figura 9. Solidos Suspendidos Totales reportados en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L)



Fuente: ANLA, 2023.

Figura 10. Sólidos Sedimentables reportados en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mL/L)



Fuente: ANLA, 2023.

Nutrientes

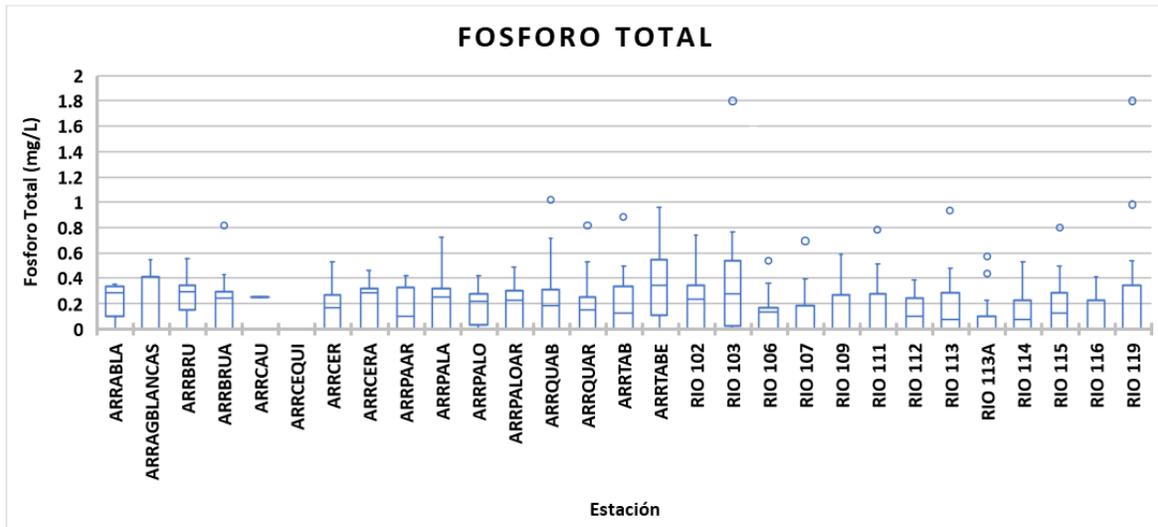
El análisis de calidad del agua en la cuenca del río Ranchería para el parámetro de fósforo muestra resultados en su mayoría variables y dentro de rangos aceptables. El valor promedio de fósforo total es de 0.26 mg/L, mientras que el valor mínimo registrado es de 0.07 mg/L. Estos valores sugieren una concentración moderada de este nutriente en el agua, indicando que la presencia de fósforo es adecuada en el río.

A pesar de que se registró un valor máximo de 1.80 mg/L en algunos puntos de monitoreo, este valor no genera una alteración significativa en la calidad del agua. Sin embargo, es importante destacar que se observa un leve aumento en la concentración de fósforo a medida que el río Ranchería fluye por la zona de la mina, no obstante, también se observó la presencia de actividad agropecuaria general de acuerdo al uso del suelo identificado en el PORH del río Ranchería lo cual pueden aportar a los niveles de fósforo de la cuenca, llevando a que sea necesaria esa distinción.

Por otro lado, en cuanto a los ortofosfatos, se han registrado valores por debajo del límite de cuantificación y valores muy cercanos a este límite. Los valores más representativos se encuentran en el río Ranchería. Esto indica que la presencia de ortofosfatos en el agua no

genera una afectación considerable en la calidad del agua y se mantiene en niveles aceptables.

Figura 11. Fosforo Total reportado en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L).

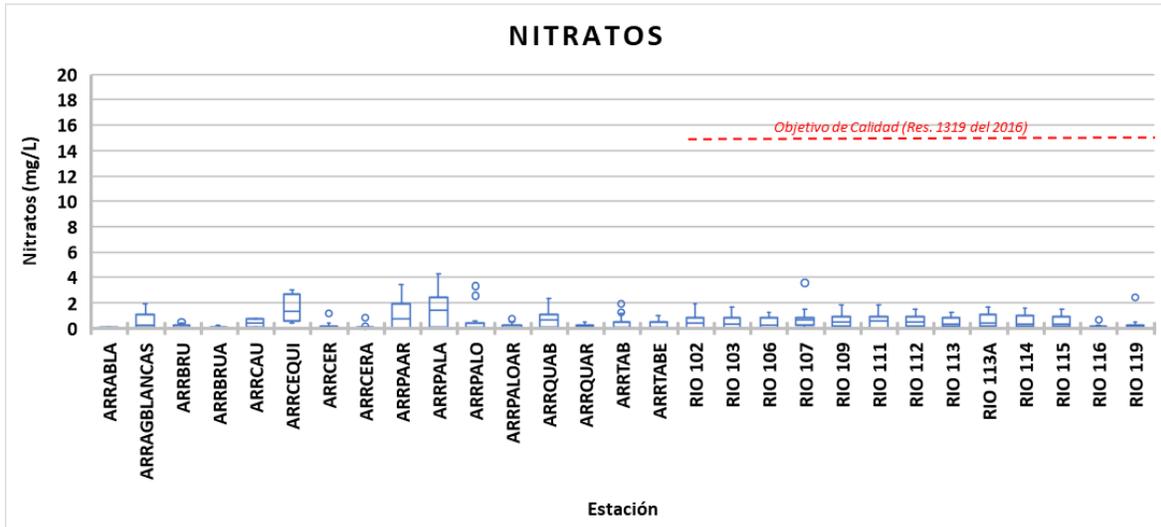


Fuente: ANLA, 2023.

El análisis de calidad de agua para el parámetro de nitratos en el río Ranchería arroja valores relativamente bajos y dentro de límites aceptables. El valor medio de nitratos es de 0.54 mg/L, con un mínimo de 0.01 mg/L y un máximo de 4.32 mg/L. Estos datos indican una concentración moderada de nitratos en el agua, lo que sugiere que la presencia de este nutriente a la fecha y con la información analizada no muestra una evidencia clara de afectación para el ecosistema acuático y se continua con la revisión continua del mismo. Los nitratos son una forma de nitrógeno esencial para el crecimiento de las plantas y el desarrollo de la vida acuática, y su presencia en niveles apropiados es crucial para mantener un equilibrio saludable en el río.

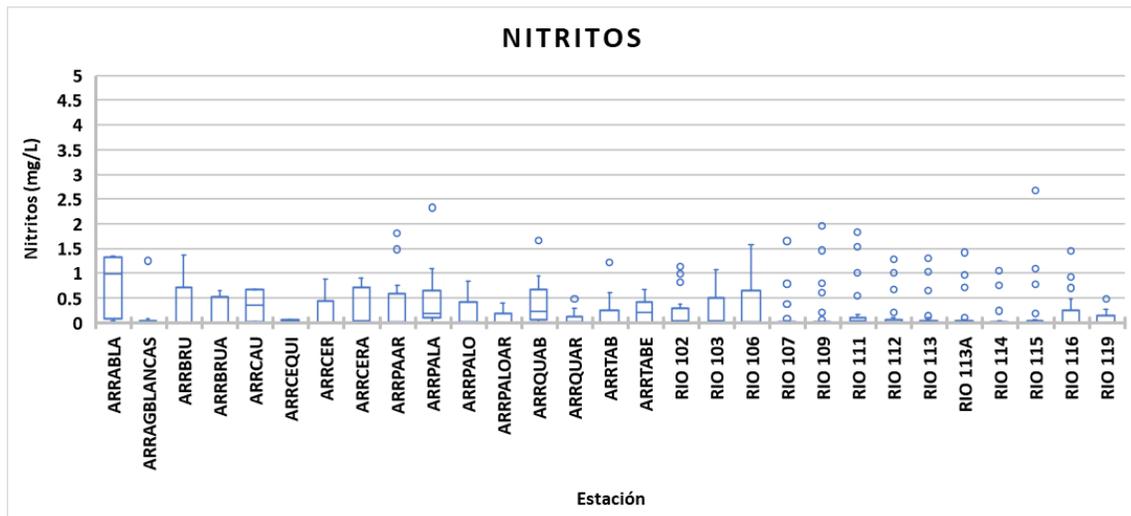
La baja variabilidad en las concentraciones de nitratos es positiva, ya que altas concentraciones podrían ocasionar problemas de eutrofización, afectando la calidad del agua y la biodiversidad. El límite admisible en cuanto a nitratos, de acuerdo con el objetivo de calidad para uso agrícola es de 15 mg/L, y los valores actuales se encuentran considerablemente por debajo de este límite, lo que indica un nivel bajo de contaminación por nitratos en el agua del río.

Figura 12. Nitratos reportada en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L)



Fuente: ANLA, 2023.

Figura 13. Nitratos reportada en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L)



Fuente: ANLA, 2023.

En cuanto al nitrógeno amoniacal, en su mayoría se han registrado valores por debajo del límite de cuantificación, lo que indica niveles bajos de este compuesto en el agua. Sin embargo, se observan excepciones en las estaciones ARRQUAB y RIO 113, donde se han

registrado valores que no superan los 12 mg/L, principalmente en mediciones del año 2021. Estos valores elevados en ciertas estaciones podrían indicar la presencia de fuentes de contaminación localizadas, como descargas de actividades industriales o agrícolas.

En el caso del nitrógeno total, se observa una situación similar, donde las estaciones del Arroyo Palomino, Aguas abajo, RIO 112 y RIO 113 presentan concentraciones por encima del límite de cuantificación, alcanzando valores máximos de hasta 22 mg/L. Al igual que con el nitrógeno amoniacal, esto podría estar relacionado con actividades humanas que aportan nitrógeno a la cuenca, como la agricultura intensiva o vertimientos industriales. Es importante destacar que la información de monitoreo proporcionada por el expediente LAM1094 abarca los años 2021 y 2022.

Cadmio

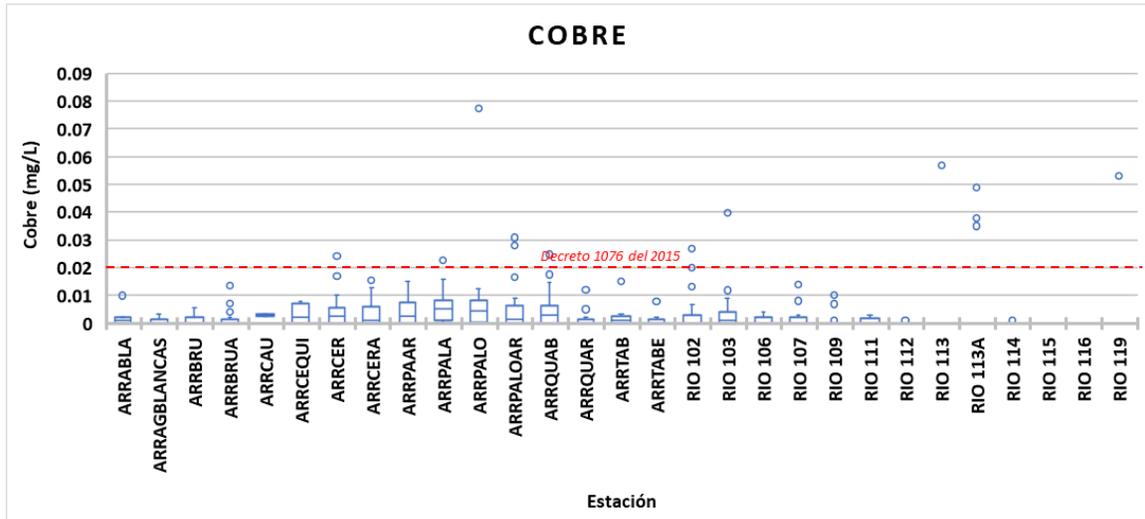
Las concentraciones de Cadmio se registraron constantes durante todos los monitoreos realizados en el 2020 al 2022 e inferiores al límite de cuantificación del método que fue de 0.01 mg/L, a excepción de un registro de enero del 2021 en la estación de RIO 113 A de 0.051 mg/L. Este valor es superior al valor de referencia establecido en el Decreto 1076 del 2015 de Ministerio de Ambiente de (0.01 mg/L) para la preservación de flora y fauna. Aunque no se han reportado más excedencias después de ese dato, es importante mantener un seguimiento constante de las concentraciones de cadmio para asegurar la preservación del ambiente y tomar medidas adecuadas si se observan valores anómalos en el futuro.

Cobre

El análisis de calidad de agua para el parámetro de cobre en el río Ranchería muestra una variabilidad significativa en los valores, con mediciones que van desde el límite de cuantificación más bajo de 0.001 mg/L hasta un valor máximo reportado de 0.0773 mg/L en la estación ARRPALO, en el Arroyo Palomino. El valor medio de cobre es de 0.0035 mg/L.

Es importante señalar que el valor de referencia para la vida acuática según el Decreto 1076 del 2015 es de 0.02 mg/L. Comparando este límite con los resultados del análisis, se observa que tanto el valor medio como los valores individuales se encuentran por debajo del límite establecido a excepción de valores muy específicos en el arroyo Palomino, arroyo Cerrejón y en el río Ranchería. Esto indica que, en general, los niveles de cobre en el río Ranchería son inferiores al nivel considerado seguro para la vida acuática.

Figura 14. Cobre reportado en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L).



Fuente: ANLA, 2023.

Cromo total

Para el periodo de medición el análisis indica que las concentraciones de cromo total fueron constantes e inferiores al límite de cuantificación del método de 0,04 mg/L.

Hierro total

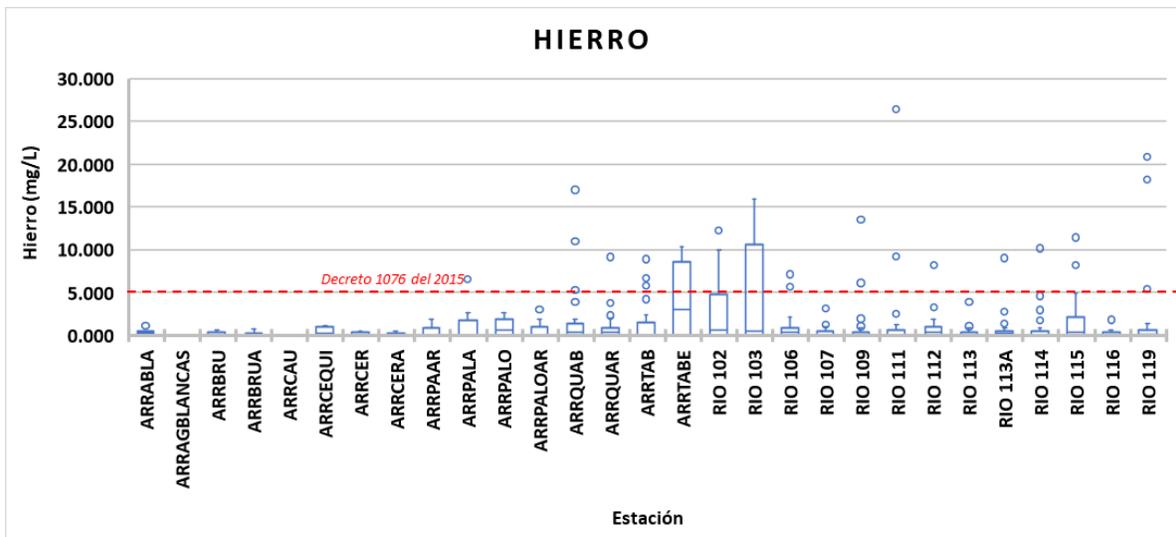
El análisis de calidad de agua para el parámetro de hierro en el río Ranchería muestra una variabilidad considerable en sus concentraciones. Se observan concentraciones que van desde el límite de cuantificación más bajo de 0.11 mg/L hasta un valor máximo reportado de 26.40 mg/L en la estación RIO 111. Los valores medios de hierro se sitúan alrededor de 0.96 mg/L.

Es relevante señalar que el límite admisible establecido por el Decreto 1076 de 2015 para uso agrícola es de 5.0 mg/L. Al analizar los resultados, se identifica que existen puntos a lo largo del tramo de estudio que superan este límite admisible, lo que indica una concentración excesiva de hierro en esas áreas y tiempos específicos.

Se observa un comportamiento decreciente en relación con los valores máximos de hierro, lo cual podría indicar que los sistemas de tratamiento aplicados para la mitigación del hierro

están teniendo algún efecto positivo en la reducción de los niveles más altos, debido a que se observa una mejora de las condiciones de calidad aguas abajo a comparación de la estación aguas arriba de los vertimientos del proyecto. Sin embargo, es importante mencionar que se observa un leve aumento en el valor medio de hierro aguas abajo de los vertimientos de la minería. Esto podría indicar que la actividad minera está contribuyendo a la presencia de hierro en el río.

Figura 15. Hierro reportado en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L).



Fuente: ANLA, 2023.

Mercurio

Las concentraciones de mercurio se registraron constantes durante todos los monitoreos realizados en el 2020 al 2022 e inferiores al límite de cuantificación del método que fue de 0.001 mg/L. Estos valores se encuentran dentro de los valores de referencia establecido en el Decreto 1076 de 2015 para tratamiento convencional para conservación de la flora y fauna de 0.010mg/L.

Níquel

El análisis de calidad de agua para el parámetro de níquel en el río Ranchería muestra que la mayor parte de los valores se encuentran por debajo del límite de cuantificación de 0.001

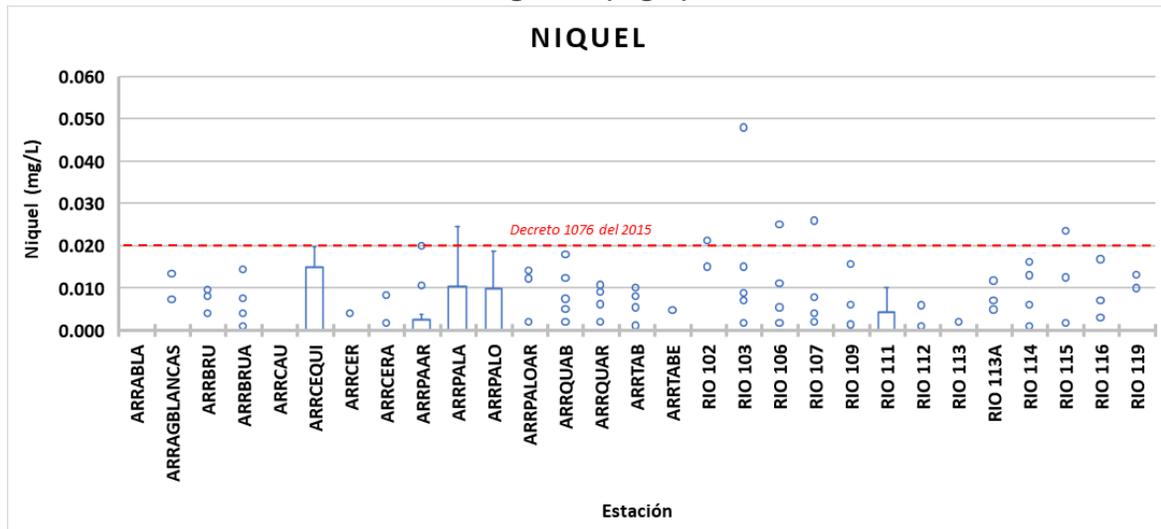
mg/L. Sin embargo, se identificó un valor máximo de 0.048 mg/L en la estación RIO 103, el cual supera el límite admisible, que es de 0.02 mg/L según el Decreto 1076 de 2015.

Es importante destacar que el níquel presenta un comportamiento creciente después del vertimiento de la laguna Oreganal, lo que se refleja en su estación aguas abajo, RIO 114, donde se encontró un valor más elevado. Luego, se observa una disminución en la concentración de níquel en la estación RIO 115.

Los valores anómalos de níquel detectados en el cauce principal del río Ranchería superan los límites admisibles establecidos por el Decreto 1076 del 2015 para la preservación de fauna y flora. En vista de esto, es esencial realizar una revisión detallada de estos datos anómalos para comprender las posibles causas subyacentes y tomar las medidas necesarias para abordar y mitigar cualquier impacto ambiental negativo que puedan representar.

El hecho de que la mayoría de los valores de níquel estén por debajo del límite de cuantificación sugiere que en general, los niveles de níquel en el río Ranchería se mantienen en niveles bajos.

Figura 16. Níquel reportado en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L).



Fuente: ANLA, 2023.

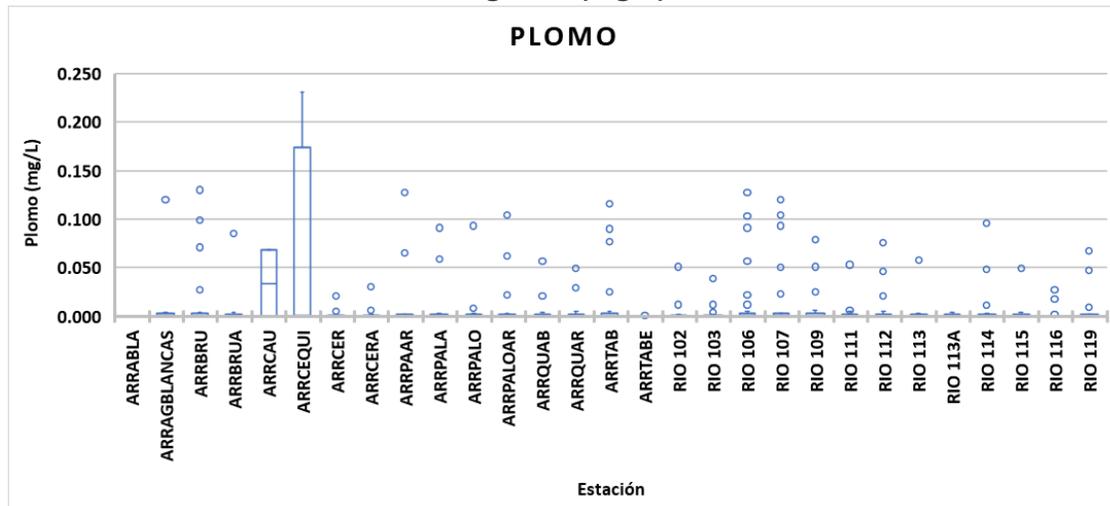
Plomo

Para el parámetro de plomo en el río Ranchería muestra valores que se encuentran en un rango que va desde el límite de cuantificación de 0.001 mg/L hasta un valor máximo de 0.23mg/L, reportado en la estación ARRCEQUI. La estación ARRBRU también presenta un valor máximo significativo de 0.13 mg/L.

El valor medio de las mediciones reportadas es de 0.0041 mg/L, lo cual indica que en general, los niveles de plomo en el río Ranchería se mantienen relativamente bajos.

Es importante mencionar que el límite admisible establecido para el plomo es de 5 mg/L (Decreto 1076 de 2015). Comparando este límite con los resultados del análisis, se observa que las mediciones se encuentran por debajo del valor de referencia, es decir que la presencia de plomo en el agua no representa un riesgo significativo para el ecosistema acuático.

Figura 17. Plomo reportado en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L).



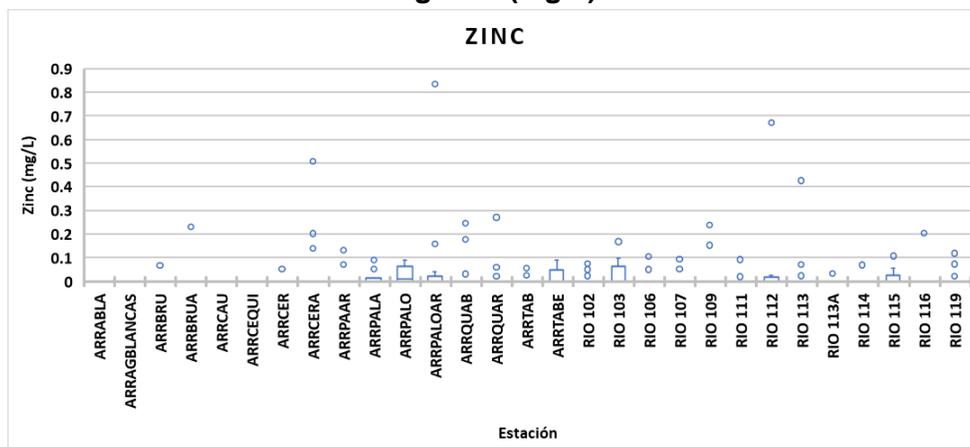
Fuente: ANLA, 2023.

Zinc

El análisis de calidad de agua para el parámetro de Zinc en el río Ranchería muestra que, en general, la mayor parte de los valores medidos cumplen con el límite establecido por el Ministerio de Ambiente para la vida acuática, que es de 0.1 mg/L. Sin embargo, se identificaron valores máximos que exceden este límite en cada estación de monitoreo, alcanzando valores de hasta 0.84 mg/L.

Es relevante destacar que la estación de monitoreo ARRPALOAR es la que presenta el valor máximo de zinc de 0.84 mg/L en diciembre del 2020. Esta estación se encuentra aguas abajo del Arroyo Palomino, que forma parte del proyecto Cerrejón. Aunque no se han reportado más excedencias después de ese dato, es importante mantener un seguimiento constante de las concentraciones de Zinc para asegurar la preservación del ambiente y tomar medidas adecuadas si se observan valores anómalos en el futuro.

Figura 18. Zinc reportado en estaciones de monitoreo en el marco de la estrategia regional (mg/L).

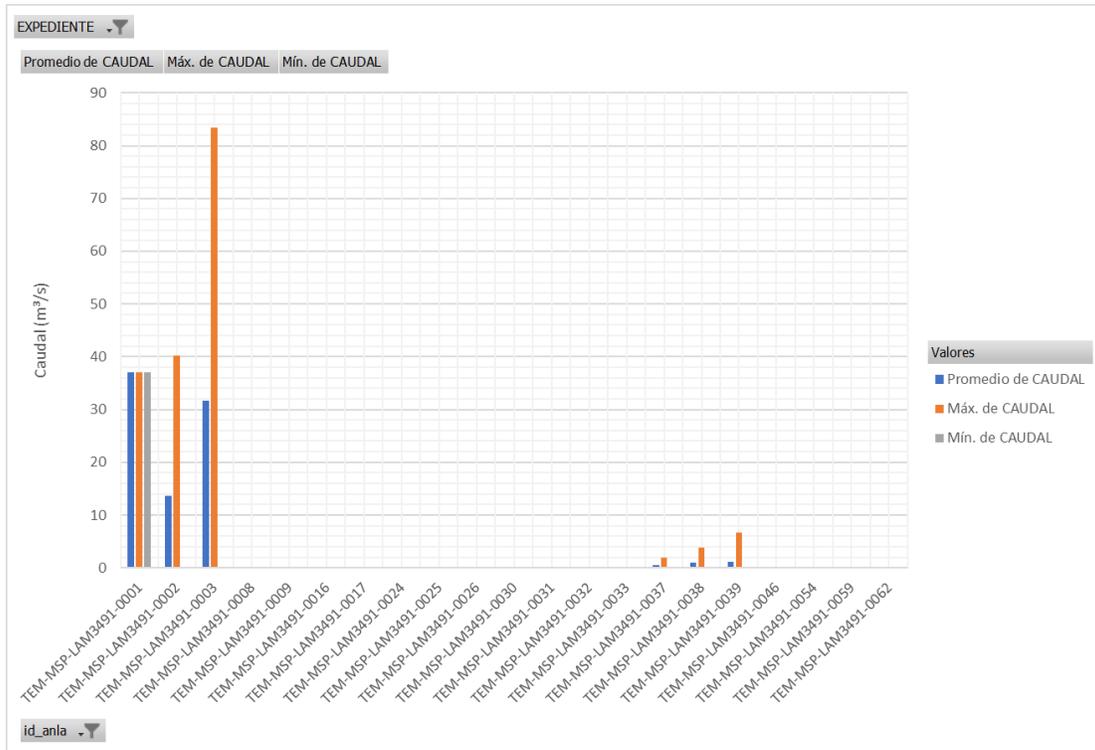


Fuente: ANLA, 2023.

Caudal

Para el río Cerrejón acorde con los monitoreos desarrollados por el expediente LAM3491 y LAM1094, se observa que los caudales pueden llegar a ser del orden de 83.4 m³/s y en periodos de estiaje los caudales alcanzan valores de 0 m³/s, lo que indica que en periodos de estiaje cualquier uso y/o aprovechamiento del recurso hídrico es crítico. Adicional es de destacar que sobre la corriente del arroyo Cerrejón se presentan directamente 21 puntos de monitoreo en la corriente principal, 1 punto de monitoreo en la quebrada La Trampa y 13 puntos en entradas y salidas de tratamiento de aguas residuales o industriales y 14 en lagunas.

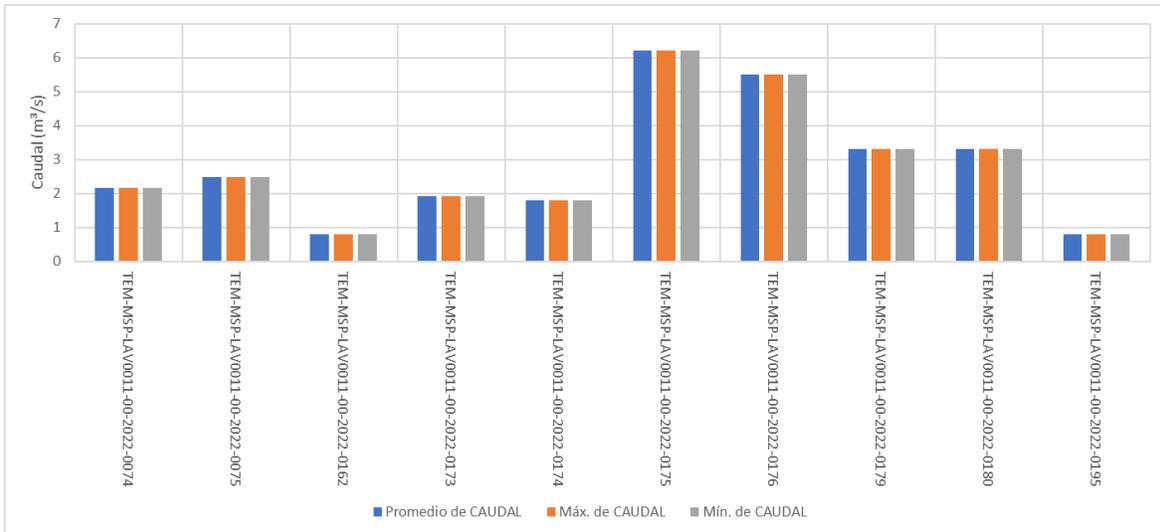
Figura 19. Caudales río Cerrejón



Fuente: ANLA, 2023.

En la cuenca del arroyo La Montaña se presentan 34 puntos de monitoreo, donde los registros indican que los caudales en la corriente denominada el Arroyo Las Cortadas o El Gorro, presentan valores máximos de 6.2 m³/s y los mínimos son del orden de 1.92 m³/s, resaltando que los puntos de monitoreo corresponden en su mayoría a permisos de ocupación de cauce del expediente LAV0011-00-2022 como se observa en la Figura 20.

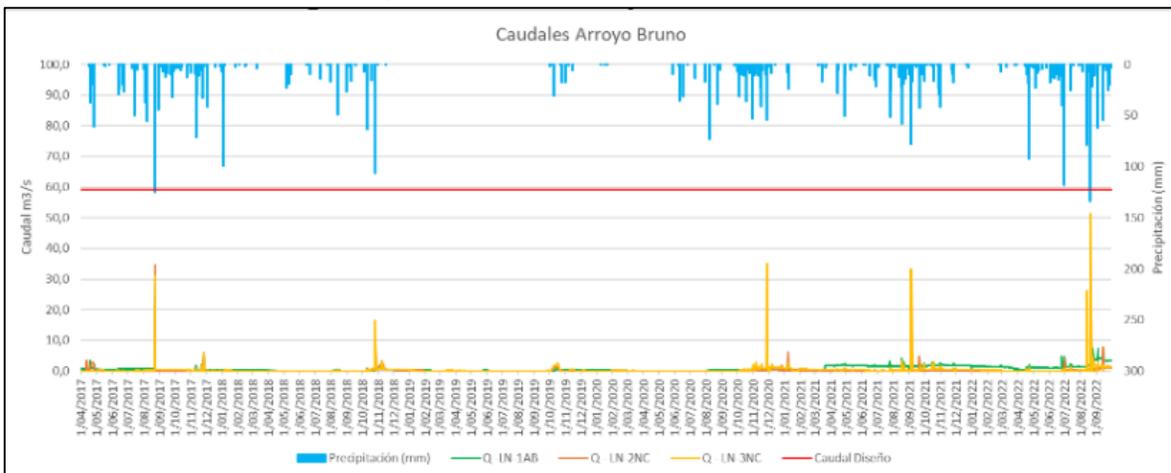
Figura 20. Caudales arroyo Las Cortadas o El Gorro



Fuente: ANLA, 2023.

En la cuenca del arroyo Bruno se cuenta con 39 estaciones de monitoreo de recurso hídrico superficial correspondientes al expediente LAM1094, motivados por permisos de ocupación, vertimientos y captaciones, resaltando que acorde con los monitoreos realizados por la sociedad a este cuerpo de agua se puede observar que los caudales entre el año 2017 a 2022 no sobrepasaron los 60 m³/s como se observa en la Figura 21

Figura 21. Caudales arroyo Bruno

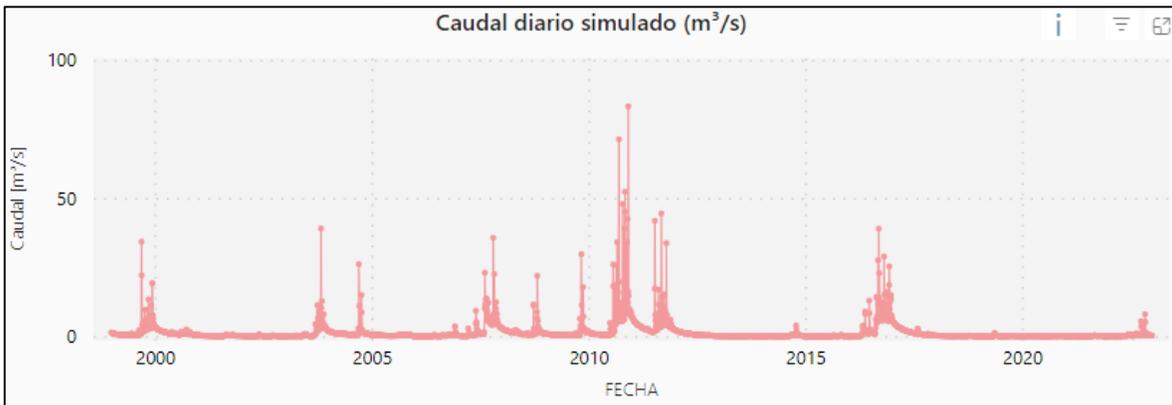


Fuente: Radicado 2023017872-1-000 del 30 de enero de 2023

En el río Palomino se localizan 9 puntos de monitoreo de los cuales no se evidencia información referente a cantidad de agua, por consiguiente acorde con el ejercicio de

modelación hidrológica realizado por ANLA los caudales en el cuerpo de agua presentan valores bajos en los meses de marzo y abril en promedio de $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ y los caudales más altos habitualmente se dan en los meses de octubre y noviembre alcanzando valores promedios de $2.83 \text{ m}^3/\text{s}$, es de resaltar, que el caudal más alto simulado alcanza magnitudes del orden de $83 \text{ m}^3/\text{s}$ como se observa en la Figura 22.

Figura 22. Caudales río Palomino



Fuente: Tablero de control Centro de Monitoreo, 2023

Para el río Ranchería en su cuenca media hay aproximadamente 70 puntos de monitoreo de recurso hídrico superficial en su gran mayoría debido a permisos de ocupación, vertimientos y captaciones, de los expedientes LAM1094, LAM3491 y LAV0011-00-2022. Es de destacar, que acorde con los monitoreos realizados los caudales en el río Ranchería han presentado aforos máximos de $92 \text{ m}^3/\text{s}$ y en épocas de estiaje los caudales descender hasta el orden de $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

Asimismo, cabe mencionar que los meses donde se presentan caudales bajos en general en la cuenca del río Ranchería son los meses de febrero y marzo. Durante el mes de mayo se presenta el primer pico del año y segundo pico del año en los meses de septiembre, octubre y noviembre teniendo un comportamiento bimodal con dos picos al año. No obstante, es de resaltar que el embalse el Cercado localizado hacia la cuenca alta del río Ranchería, regula los caudales de está generando una amortiguación en los picos de caudales. No obstante, los caudales transportados desde el Embalse recuperan su dinámica natural a media que tributarios como el arroyo La Montaña, Mamón, Pozo Hondo, La Quebrada y ríos como el Palomino y Cerrejón descargan en el río Ranchería.

el tiempo y para su configuración solo se empleó información de precipitación y temperatura de la base de datos del IDEAM.

4. CONCLUSIONES

Del análisis anterior, se puede concluir que:

- a) Con respecto a los puntos de monitoreo, estos se realizan a lo largo del río Ranchería, aguas abajo de los vertimientos de las piscinas de la minería, a una escala temporal mensual desde el 2020 hasta el 2022; se realizó el análisis de los parámetros como: Temperatura, Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto, pH, DBO5 (última, disuelta y particulada), DQO (disuelta y particulada), Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables, turbiedad, grasas y aceites, Fósforo Total, Ortofosfatos, Nitritos, Nitratos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno total, Cadmio, Cinc, Cobre, Cromo, Hierro, Mercurio, Níquel, Plomo; se observó que en el mes de ABRIL del 2020 se registraron una menor cantidad de puntos tanto de río como de arroyos, asimismo ocurre con el parámetro de Coliformes Totales, donde no se encontraron en todas las estaciones, el fosforo total y el nitrógeno total solo se reportaron desde el año 2021 en adelante.
- b) En cuanto a la temporalidad, la estrategia planteó la necesidad de realizar mínimo dos (2) monitoreos al año, uno durante las condiciones representativas del escenario seco o de bajas precipitaciones (febrero a marzo) y otro representativo del escenario húmedo o de altas precipitaciones (octubre a noviembre).
- c) Se destaca que las mediciones presentadas por el proyecto minero El Cerrejón se realizan con temporalidad mensual, lo que permite obtener datos característicos de ambas condiciones climáticas y analizar la influencia de dichas condiciones en la calidad del agua.
- d) Es fundamental destacar que no se llevaron a cabo mediciones la totalidad de punto de monitoreo de manera ininterrumpida. En algunos meses, se evaluaron tres estaciones, mientras que en otros meses se evaluaron cinco. Esta variabilidad resultó en una falta de continuidad en la medición mensual en todas las estaciones. Además, se observó que, para ciertos parámetros, como el nitrógeno y el fósforo total, las mediciones solo se realizaron a partir del año 2021 en adelante. Asimismo, se identificó la ausencia de valores de parámetros como los coliformes en el mes de abril de 2020.

Esta variación en la recopilación de datos resalta la necesidad de establecer un enfoque más consistente y completo en el monitoreo ambiental para garantizar un diagnóstico adecuado de la calidad del agua a lo largo del tiempo.

- e) Respecto al análisis de la información disponible, si bien el monitoreo presentó ciertas limitaciones en términos de los puntos de muestreo y parámetros medidos, las mediciones mensuales realizadas permitieron cumplir con la temporalidad requerida para obtener una visión más completa de la calidad del agua en la zona minera del río Ranchería en comparación con la frecuencia que establece la estrategia de monitoreo para cada uno de los parámetros. En este sentido, para cumplir a cabalidad lo exigido en la estrategia, se debe tener la información de los parámetros faltantes (hidrocarburos totales), de tal forma que se complemente el análisis de la calidad de agua en la zona de la estrategia.
- f) Respecto al parámetro de temperatura en los puntos evaluados se encontró dentro del rango idóneo para el desarrollo de la actividad biológica y no presenta fluctuaciones que afecten la calidad del agua ni que indiquen algún tipo de contaminación térmica en los cuerpos de agua analizados.
- g) El análisis de pH en el río Ranchería muestra valores que indican una tendencia hacia la alcalinidad, con un rango de 6.36 a 9.38 unidades. Estos valores se relacionan con la presencia de bicarbonatos, carbonatos y materiales disueltos en el agua superficial. Aunque algunos puntos se encuentran fuera de los límites establecidos por el objetivo de calidad, la mayoría se mantiene dentro del rango aceptable.
- h) Por otro lado, el análisis de conductividad revela que la mayoría de los puntos evaluados tienen concentraciones de sales (iones) clasificadas como "Muy débil" o "Débil". El rango de conductividad varía entre 59.40 y 3800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en puntos muy específicos, como el Arroyo Cequión. Estos resultados sugieren que el contenido de sales en el agua es bajo en la mayoría de los casos y están relacionados con la variación en la productividad primaria y la naturaleza geoquímica del terreno.
- i) Los altos valores de sólidos suspendidos totales y turbidez en el río Ranchería están directamente asociados a un escenario de caudal máximo. Estos picos se presentan durante épocas de aumento del caudal, posiblemente debido a lluvias o eventos de escorrentía. Es crucial comprender que estos aumentos en los niveles de turbidez y sólidos suspendidos son una consecuencia de la erosión del suelo y la entrada de

sedimentos al río. Por otro lado, los sólidos sedimentables presentan valores inferiores a los 2.5mL/L, lo cual muestra valores bajos para este indicador.

- j) Los niveles de nutrientes en el río Ranchería se mantienen dentro de límites aceptables, lo que sugiere una adecuada presencia de este nutriente para el ecosistema acuático.
- k) Con respecto a los metales analizados en el río Ranchería, con excepción del cobre, hierro, níquel, plomo, se observó que las concentraciones son inferiores a los límites de cuantificación de los métodos analíticos empleados, y a su vez inferiores a los valores de referencia del Decreto 1076 de 2015 para la conservación de fauna y flora.
- l) Para el establecimiento de monitoreos de cantidad y calidad de agua superficial en la cuenca del río Ranchería, se resalta que los periodos de bajas precipitaciones o estiaje se dan entre los meses de enero, febrero, y marzo y en contraste los caudales altos se dan entre abril, mayo y junio y en los meses de septiembre, octubre y noviembre presentando en dos picos al año con un comportamiento bimodal acorde con lo manifestado en el ENA 2022. Resaltando, que el embalse el Cercado que se localiza hacia la cuenca alta del río Ranchería regula los caudales de crecientes. Sin embargo, el río Ranchería va recuperando su dinámica natural a media que tributarios como el arroyo La Montaña, Mamón, Pozo Hondo, La Quebrada y ríos como el Palomino y Cerrejón descargan en el río Ranchería.
- m) Se puede destacar que corrientes como el río Palomino, arroyo Bruno, y arroyo cerrejón acorde con la modelación hidrológica y los monitoreos que hacen parte de la base de datos corporativa pueden presentar caudales muy bajos o nulos para periodos de estiaje y en lapsos de precipitaciones altas las crecientes pueden ser súbitas en cortos periodos de tiempo, lo cual posiblemente se debe a la condición hidrológica de la zona.
- n) En el período evaluado, se midieron ochenta y un (81) parámetros, incluyendo indicadores esenciales, metales, bifenilos policlorados y compuestos semivolátiles fenólicos, de acuerdo con la estrategia de monitoreo de 2018. No se generaron informes de hidrocarburos desde 2020 hasta 2022. Los resultados preliminares indican que ninguno de los parámetros excede los límites normativos definidos por la Resolución 1319 del 2016, para los criterios Agrícola para el cauce principal del río Ranchería y de asimilación para los arroyos que hacen parte de la cuenca y el Decreto 1076 del 2015 del Ministerio de Ambiente para preservación de fauna y

flora. Así mismo, se revisaron los indicadores de calidad del agua para analizar potenciales impactos acumulativos según la misionalidad de esta Autoridad Ambiental.

- o) Los resultados de los monitoreos analizados muestran que existe una presión (arrastre de sólidos) sobre el cauce principal del Río Ranchería evidenciado principalmente en los sólidos y turbidez está generando cambios significativos en las concentraciones de sedimentos, metales y conductividad, especialmente en la parte media de la cuenca. Además, se ha identificado que los objetivos de calidad de agua se centran en las estaciones ubicadas en el río Ranchería para un uso agrícola, mientras que los arroyos están siendo usados como agentes para asimilación de vertimientos lo cual no es acorde al uso establecido. A pesar de estos valores, la mayoría de los monitoreos en la cuenca se mantienen dentro de los límites admisibles, y se ha observado a lo largo del tiempo de estudio una ligera disminución de concentración de los parámetros (Conductividad, Nutrientes, Hierro, turbidez) que puedan estar relacionado con afectación a la calidad del agua.