



Autoridad Nacional  
de Licencias Ambientales



# **ESTRATEGIA DE MONITOREO REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO CUSIANA**

*DEPARTAMENTO DEL CASANARE  
APLICACIÓN FASE IV – ANÁLISIS DE DATOS*

# **ABRIL 2024**

Rodrigo Elías Negrete Montes  
**Director General**

Luis Enrique Orduz Valencia  
**Subdirector Instrumentos  
Permisos y Trámites  
Ambientales**

Camilo Andrés Bernal Forero  
**Coordinadora  
Grupo de Regionalización  
y Centro de Monitoreo**

Jairo Alberto Ruiz  
**Líder de  
Implementación Regional**

Luisa Nathalie Hernández  
Calderón  
**Desarrollo análisis Componente  
Hídrico Superficial  
área de estudio**

Gloria Patricia Moscote  
**Profesionales Hídrico superficial  
Líder Temático**



## INTRODUCCIÓN

La estrategia de monitoreo en la cuenca del río Cusiana establece la estandarización de los parámetros y frecuencias para el monitoreo regional de calidad y cantidad del recurso hídrico superficial. Dicha estandarización a una única escala permite reconocer, mediante el análisis espacio-temporal sistemático de los resultados de monitoreo, los factores de alteración que se puedan presentar en el componente hídrico superficial, asociados a las actividades socioeconómicas desarrolladas en la zona del departamento del Casanare. Esto ofrece a la Autoridad Ambiental un sustento técnico esencial para determinar si existe o no la acumulación de impactos sobre el recurso hídrico superficial en la región y la eventual necesidad de imponer nuevas restricciones ambientales que se consideren pertinentes a los proyectos de nuestra competencia.

Las estrategias de monitoreo son una línea de acción de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales (SIPTA) desarrollada por el Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo, que busca optimizar el seguimiento de los proyectos objeto de licenciamiento ambiental y el proceso de Evaluación de Impactos Acumulativos EIAC, a través del fortalecimiento del monitoreo regional y brinda información de las condiciones ambientales de una región estratégicamente seleccionada, en este caso particular, de la cuenca del río Cusiana.

Las estrategias de monitoreo son desarrolladas a partir de cuatro Fases:

- Fase I: Se realiza la selección de los proyectos de mayor complejidad de la región, definidos a partir de la revisión conjunta con la Subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales y se formulan las condiciones de tiempo, modo y/o lugar en la región seleccionada.
- Fase II: Se participa en el seguimiento ambiental de los proyectos seleccionados para la implementación de la estrategia de monitoreo.
- Fase III: Adopción de los requerimientos formulados en los conceptos técnicos mediante actos administrativos que imponen nuevas obligaciones de monitoreo de los recursos naturales por los proyectos seleccionados.
- Fase IV: En cumplimiento de las nuevas obligaciones, los usuarios remiten datos periódicos del monitoreo de recursos naturales según la metodología estandarizada para cada región.

En el departamento del Casanare se destaca la cuenca hidrográfica del río Cusiana, afluente del río Meta, zona en la cual se encuentra una de las principales cuencas de hidrocarburos en el territorio nacional. Análisis regionales desarrollados por la ANLA, como el Modelo Multivariado del Departamento del Casanare en el año 2014 y el Reporte de Alertas de la



cuenca del río Charte en el año 2015, dejan de manifiesto la importancia del recurso hídrico en la región y la susceptibilidad de este, sobre todo frente al desarrollo de importantes actividades como el sector hidrocarburos, el sector agropecuario, domestico, entre otros.

Es importante destacar que en la cuenca del río Cusiana, Corporinoquia ha adelantado la formulación de instrumentos de planificación del recurso hídrico, destacando el POMCA del río Cusiana adoptado mediante la Resolución 300.36-19-2295 del 9 de diciembre de 2019 de Corporinoquia y la definición de objetivos de calidad para la corriente principal del Cusiana y algunos afluentes mediante la Resolución 200.41.10.0373 de marzo 1 de 2010, la cual fue derogada por la Resolución No 300.41.17.2200 del 26 de diciembre de 2017, por medio de la cual se establecen objetivos de calidad de la cuenca del río Cusiana en jurisdicción de Corporinoquia para el periodo 2017-2026.

Este documento presenta el análisis de información disponible para el recurso hídrico superficial en la cuenca del río Cusiana radicada por 25 proyectos licenciados por esta Autoridad Nacional en la cuenca, con corte de información febrero de 2022 y septiembre de 2023.



# 1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO REGIONAL

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

Por su parte, el análisis 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 sobre cuerpo de agua superficial.

El análisis integrado de la información que se captura en las corrientes hídricas que hacen parte de la estrategia de monitoreo regional conforma una base de datos histórica cuyo alcance inicia con la posibilidad de identificar las condiciones del recurso que se intensifican en periodos específicos del año, las características fisicoquímicas que predominan en la cuenca del río Cusiana dada su localización geográfica y que deben ser de especial atención en los procesos de evaluación y seguimiento ambiental. Además, 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 perspectiva del recurso, constituyendo posteriormente el insumo para una modelación de múltiples escenarios.

A continuación, se presenta la localización, parámetros y demás información relevante de la información recopilada para la estrategia de monitoreo regional para la cuenca del río Cusiana que ha sido elaborada para los proyectos del sector de hidrocarburos:

## 1.1 Localización de los puntos de monitoreo definidos en la estrategia de Cusiana



A continuación, en la Tabla 1 se relacionan los aspectos relevantes de los puntos asociados en la actualidad con la estrategia de monitoreo de agua superficial en la Subzona Hidrográfica (SZH) del río Cusiana. Estos puntos han sido modificados acorde con lo definido inicialmente en la formulación de la estrategia contenida en el documento denominado “Documento Técnico Estrategia Regional de Monitoreo del recurso hídrico superficial para la cuenca del río Cusiana – Departamento del Casanare” en 2018 por la entidad y lo pertinente de cada expediente en los seguimientos que se realizan.

Tabla 1. Puntos y características de la propuesta de estrategia de monitoreo de agua superficial en la SZH del río Cusiana

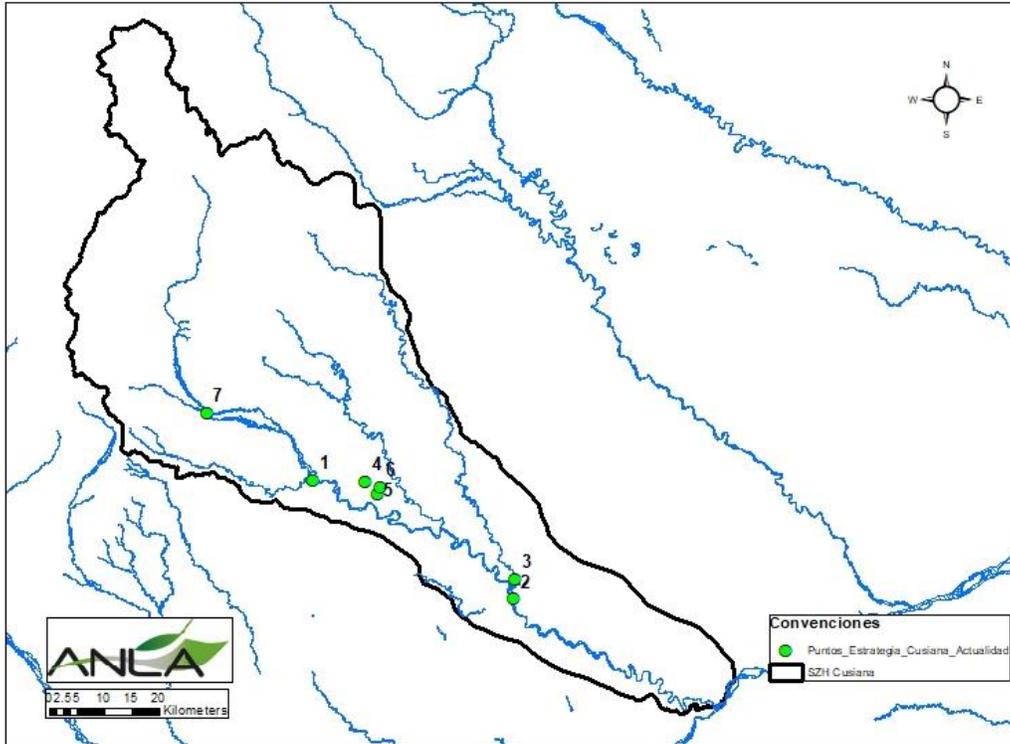
ID	CÓDIGO ANLA	FUENTE HÍDRICA	SCR MAGNA-SIRGAS Origen Único		Expediente
			COORD X	COORD Y	
1	NA*	Río Cusiana	5054200.36	2099657.64	LAV0029-00-2017
2	NA*	Río Cusiana	5090741.72	2078056.43	LAM5157
3	NA*	Río Charte	5090950.51	2081634.04	LAM5157
4	NA*	Río Cusiana	5063683.46	2099309.33	LAM5018
5	NA*	Río Cusiana	5065846.45	2096968.58	LAM5018
6	NA*	Río Cusiana	5066309.12	2098204.02	LAM5018
7	MSP-LAM0524-0001**	Río Cusiana	5034734.09	2111729.87	LAM0524

\*Corresponde a puntos que fueron definidos inicialmente en la estrategia en el año de su formulación (2018) y se mantienen en la actualidad conforme la revisión de la pertinencia de los mismos que se realiza constantemente en la entidad; sin embargo, aún no han sido involucrados vía seguimiento. \*\* Corresponde a puntos que ya fueron involucrados a la estrategia vía seguimiento.

Fuente: ANLA, 2024.

Asimismo, en la Figura 1 se presenta la espacialización de los puntos incluidos actualmente en la estrategia de monitoreo regional del recurso hídrico superficial en la cuenca del río Cusiana:

Figura 1. Localización de los puntos de monitoreo de la estrategia del recurso hídrico superficial de la SZH del río Cusiana



Fuente: ANLA, 2018. Adaptado por ANLA, 2024.

## 1.2 Periodicidad del monitoreo

Dadas las características del régimen hidrológico de la cuenca del río Cusiana (ver Tabla 2), 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 junio a julio (aumento de caudales) para la caracterización de las condiciones climáticas húmedas.





Tabla 2. Condiciones de tiempo de la estrategia de monitoreo

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

	Monitoreo en época seca
	Monitoreo en época de lluvia

Fuente: ANLA, 2018.

### 1.3 Parámetros de monitoreo

En la formulación de la estrategia de monitoreo se definieron 30 parámetros necesarios a monitorear acorde con las condiciones de la cuenca del río Cusiana, los cuales se relacionan en la Tabla 3:

Tabla 3. Parámetros definidos en la estrategia de monitoreo del recurso hídrico superficial de la SZH del río Cusiana

Tipo de parámetro	Parámetro
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	Bario, cadmio, plomo, hierro, mercurio.
Microbiológicos	Coliformes fecales.
Otros parámetros	Sulfatos, sulfuros, cloruros.
Hidrobiológicos	Plancton, bentos, macrófitas acuáticas.

Fuente: ANLA, 2018. Adaptado por ANLA, 2024.





## 1.4 Expedientes relacionados con la estrategia de monitoreo

A continuación, en la Tabla 4 se relacionan los expedientes asociados con la estrategia de monitoreo del recurso hídrico superficial:

Tabla 4. Expedientes asociados con la estrategia de monitoreo del recurso hídrico superficial

EXPEDIENTE	NOMBRE PROYECTO	TITULAR LICENCIA AMB.	ACTOS ADMINISTRATIVOS QUE IMPONEN LA ESTRATEGIA	CARÁCTER DE LA OBLIGACIÓN
LAM0524	Ampliación facilidades de Producción Campo Cusiana Etapa I Fase II	ECOPETROL S.A.	Resolución 00593 del 29 de marzo de 2021, por la cual se resolvió el recurso de reposición contra la Resolución 1802 del 11 de noviembre de 2020.	Permanente
LAM5018	Bloque de perforación Exploratoria Llanos 26	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL	NA*	-
LAM5157	Licencia Ambiental para el Proyecto Área de perforación Exploratoria Bloque Llanos 27	OMNIA.ENERGY INC. SUCURSAL COLOMBIA	NA*	-
LAV0029-00-2017	Área de Desarrollo Rumba	PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD SUCURSAL	A*	-

NA: No Aplica. \* Expedientes que serán vinculados progresivamente vía seguimiento.

Fuente: ANLA, 2018.

De acuerdo con la tabla anterior, se tiene que únicamente el expediente LAM0524 cuenta con la estrategia implementada mediante la Resolución 0593 del 29 de marzo de 2021, por la cual se resolvió el recurso de reposición contra la Resolución 1802 del 11 de noviembre de 2020.

Es necesario tener en cuenta que, para el análisis de impactos acumulativos en el componente hídrico superficial, se requiere un seguimiento sistemático de la dinámica del recurso, considerando la variación multitemporal del régimen hidrológico, por lo que teniendo en cuenta que la implementación de la estrategia de monitoreo regional, se ha adoptado únicamente para el proyecto LAM0524 “Ampliación Facilidades de Producción



Campo Cusiana Etapa I Fase II” y el proyecto LAM0668 “Facilidades de producción Campo Cupiagua” se encuentra actualmente en proceso de acogimiento, y que a la fecha de elaboración del presente informe se cuenta con el reporte de información para la vigencia 2022 para uno de los 13 puntos definidos en la estrategia, por lo que el análisis de calidad del agua que se presenta a continuación incluye información general de los proyectos que realizan el monitoreo en el marco del seguimiento a las fuentes hídricas presentes en la cuenca del río Cusiana de manera que brinda información sobre el estado actual del recurso hídrico, dicha información corresponde a los monitoreos radicados vía ICA, que han sido validados por el equipo del Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo, reportados en la Base de Datos Corporativa, que si bien no constituyen una red estandarizada, si permite identificar tendencias y dinámicas bajo un contexto regional y permite identificar sectores en donde se hace relevante obtener información.

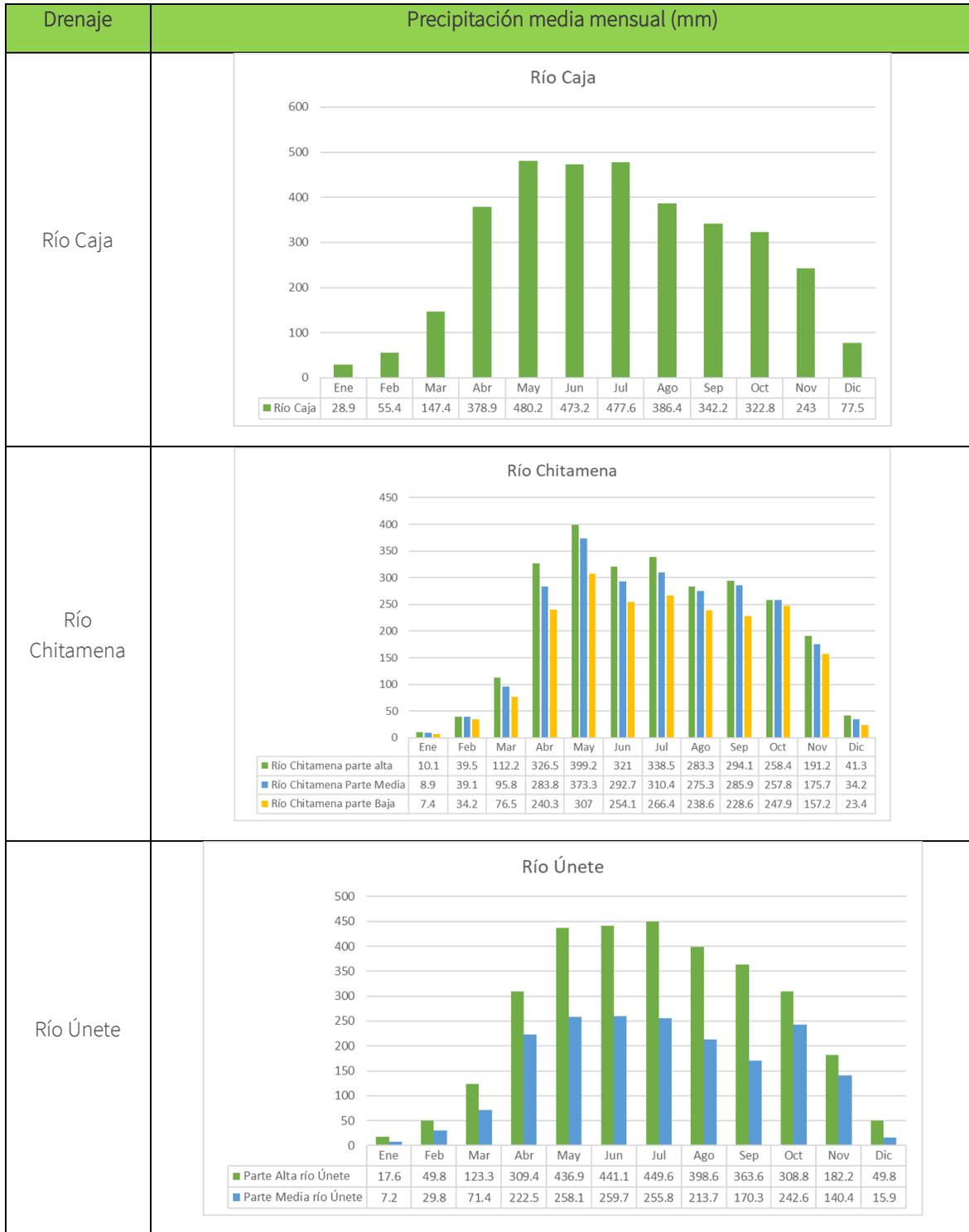
## **2. INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO CUSIANA**

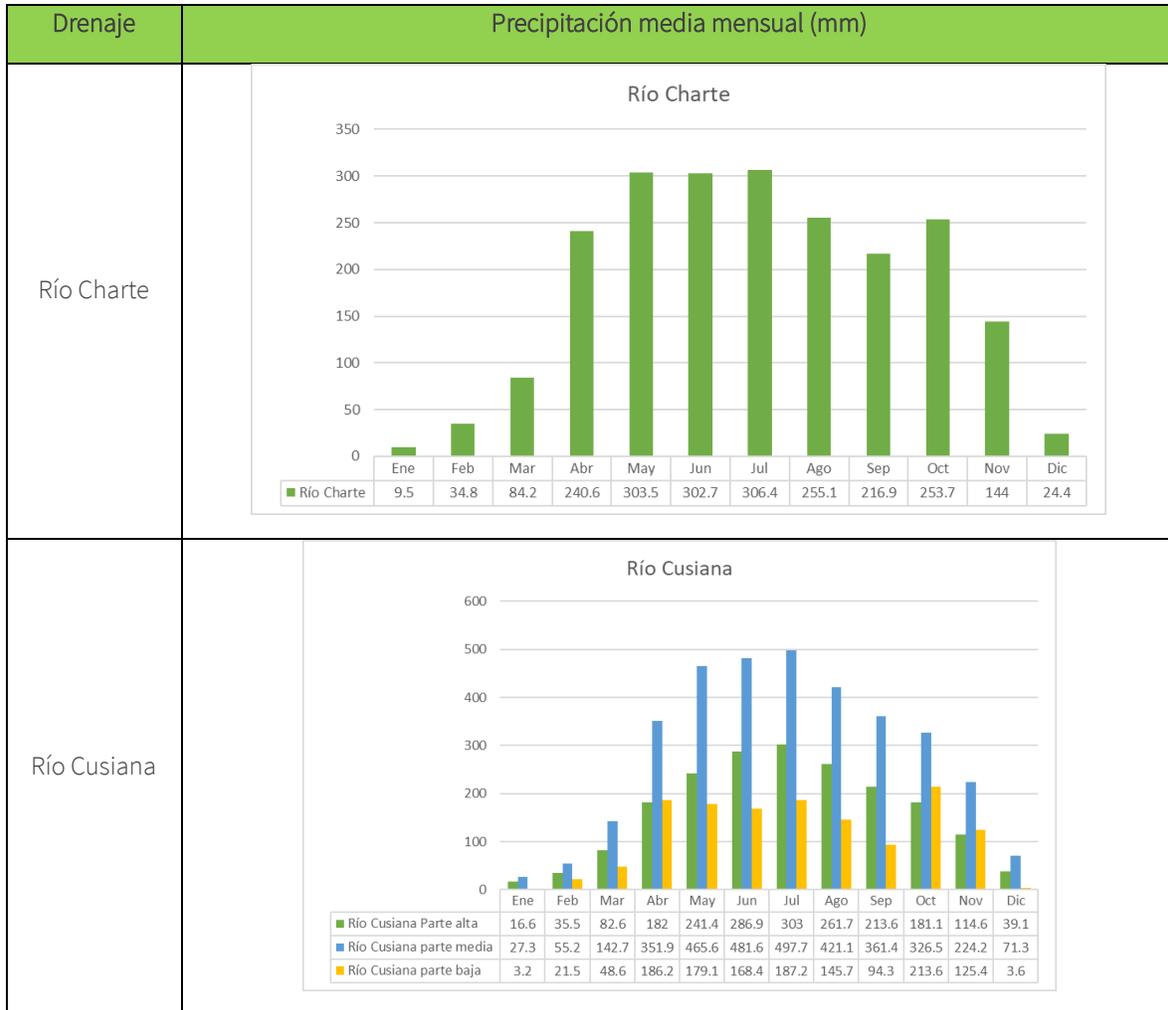
La Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia en el documento Actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana (3519) (CORPORINOQUIA, 2019), realiza el análisis de diferentes variables entre ellas radiación y brillo solar, humedad relativa, nubosidad, temperatura, evaporación y precipitación. Siendo esta última variable, necesaria para el análisis de condiciones regionales de la calidad del agua en la cuenca del río Cusiana, considerando que la precipitación y el comportamiento de la misma (bimodal, unimodal, entre otros) influye en las condiciones de calidad del recurso hídrico en una zona.

Es pertinente indicar que, para el análisis de la precipitación, en el POMCA de la cuenca del río Cusiana se determinó la distribución media por subcuenca a partir de dos métodos: ráster e isoyetas, evidenciándose en los resultados una mínima diferencia entre los dos métodos. Una vez analizados los datos por el método de ráster, se evidencia que el régimen de lluvias en la cuenca del río Cusiana y los cuatro afluentes seleccionados en el presente informe, tienen un régimen monomodal con época de lluvia entre abril a noviembre y época seca entre diciembre y marzo.

A continuación, en la Tabla 5 se presenta gráficamente el resultado de la precipitación media por cada subcuenca:

Tabla 5. Características de la precipitación en las subcuencas analizadas





Fuente: CORPORINOQUIA, 2019. Adaptado por ANLA, 2024.

### 3. ANÁLISIS REGIONAL DE CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO CUSIANA

Para realizar el análisis de condiciones regionales de la calidad del agua en la cuenca del río Cusiana, se llevó a cabo la revisión de información disponible en la Base de Datos Corporativa (BDC) de la entidad y asociada con los expedientes presentes en el área de interés. En línea con lo anterior, se definieron los cuerpos de agua objeto de análisis en el presente informe, los cuales corresponden a cuatro (4) afluentes principales: río Caja, río Chitamena, río Únete, río Charte y claramente, el río Cusiana (ver Figura 2). Para estos cinco (5) drenajes se identificaron puntos de monitoreo que contaban con información de

variabilidad espacial y temporal suficiente para un análisis estadístico y gráfico de variables (que se detalla más adelante).

### 3.1 Definición de cuerpos de agua objeto de análisis

A continuación, en la Tabla 6 se relacionan los números de puntos de monitoreo que se consideraron en cada cuerpo de agua objeto de análisis, así como el número de muestras y la relación de estas por fecha de monitoreo.

Tabla 6. Información disponible en cada cuerpo de agua objeto de análisis

Cuerpo de agua	No. de puntos de monitoreo	No. de muestras TOTAL	No. de muestras POR AÑO	Fechas de monitoreos
Río Caja	9	70	4	2016
			23	2017
			22	2018
			12	2019
			9	2020
Río Chitamena	22	51	15	2017
			17	2018
			7	2019
			12	2020
Río Únete	17	26	4	2013
			2	2015
			1	2017
			15	2018
			2	2019
			2	2021
Río Charte	52	482	6	2013
			2	2014
			2	2015
			20	2016
			31	2017
			44	2018



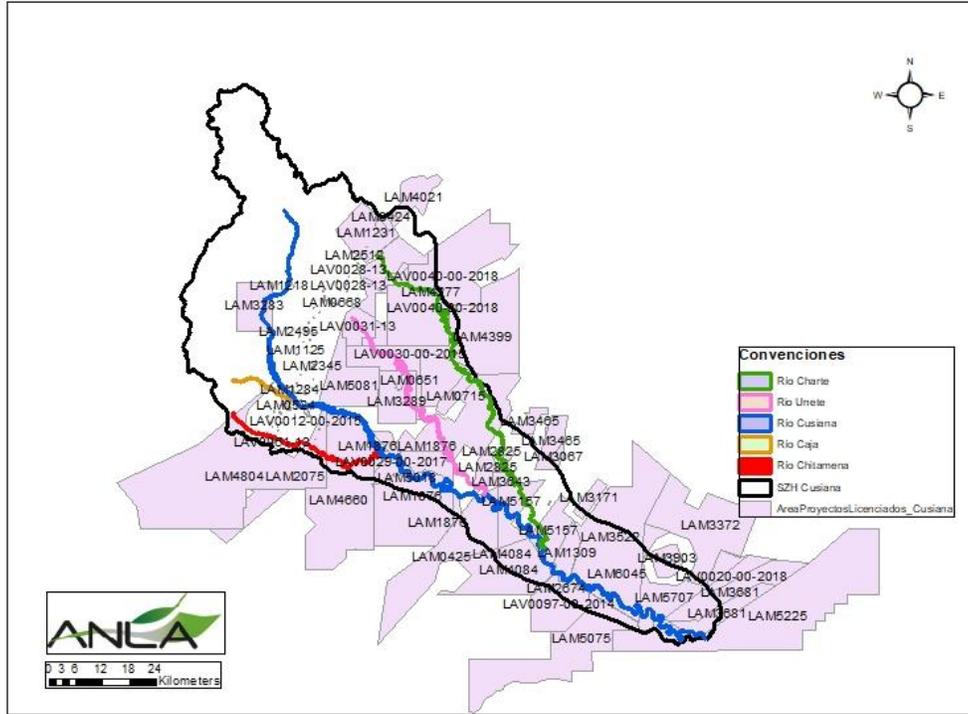
Cuerpo de agua	No. de puntos de monitoreo	No. de muestras TOTAL	No. de muestras POR AÑO	Fechas de monitoreos
			110	2019
			68	2020
			91	2021
			99	2022
			9	2023
Río Cusiana	36	75	6	2012
			2	2013
			5	2016
			13	2017
			23	2018
			10	2019
			16	2020

Fuente: ANLA, 2024.

Acorde con la tabla, se evidencia que el río Charate es el que cuenta con mayor cantidad de información tanto en puntos como muestras de monitoreo, asimismo, este cuerpo de agua cuenta con información más reciente de campañas de monitoreo (hasta 2023, a diferencia de los demás drenajes). En la Figura 2 se presenta la espacialización de los drenajes definidos para el análisis regional de calidad del agua en la cuenca del río Cusiana.

Figura 2. Espacialización de los cuerpos de agua objeto de análisis en la cuenca del río Cusiana

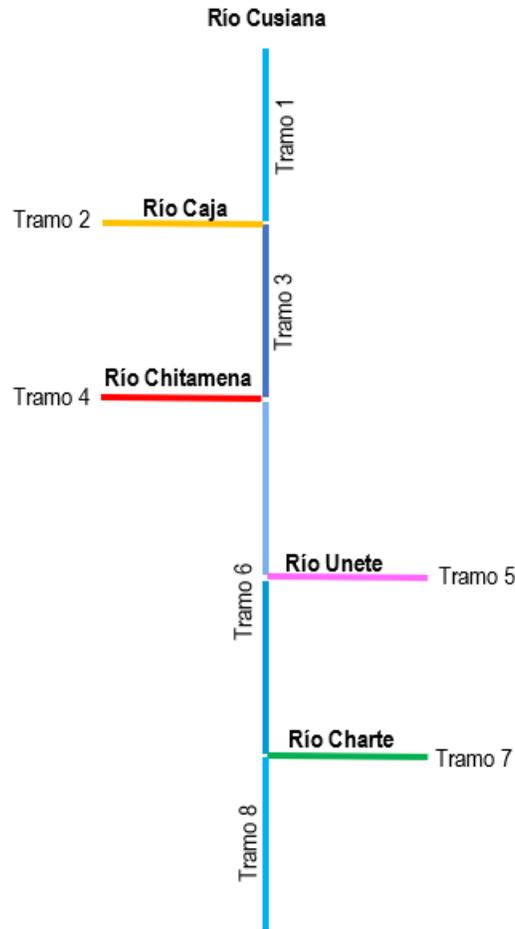




Fuente: ANLA, 2024.

Posteriormente y con el fin de analizar la dinámica del río Cusiana y los afluentes seleccionados, se realizó la definición de ocho (8) tramos representados en la Figura 3. Es pertinente indicar que, la selección de dichos tramos se realizó considerando la distribución de los puntos seleccionados previamente, así como la disponibilidad de información en los mismos.

Figura 3. Modelo conceptual definido para el análisis regional de calidad del agua en la cuenca del río Cusiana



Fuente: ANLA, 2024.

En la Tabla 7 se detalla la descripción de cada uno de los ocho (8) tramos definidos y la información asociada con cada uno. Acorde con la información de la tabla mencionada previamente, se observa que sobre el río Cusiana se delimitaron 4 tramos asociados con la confluencia de los 4 afluentes considerados en el análisis.

Tabla 7. Descripción de los tramos objeto de análisis y la información disponible en cada uno

Tramo	Descripción	No. Puntos	No. muestras*
1	Río Cusiana aguas arriba del río Caja	6	20
2	Río Caja	9	70
3	Río Cusiana entre la confluencia del río Caja hasta la confluencia con el río Chitamena	13	33
4	Río Chitamena	22	51
5	Río Únete	17	26



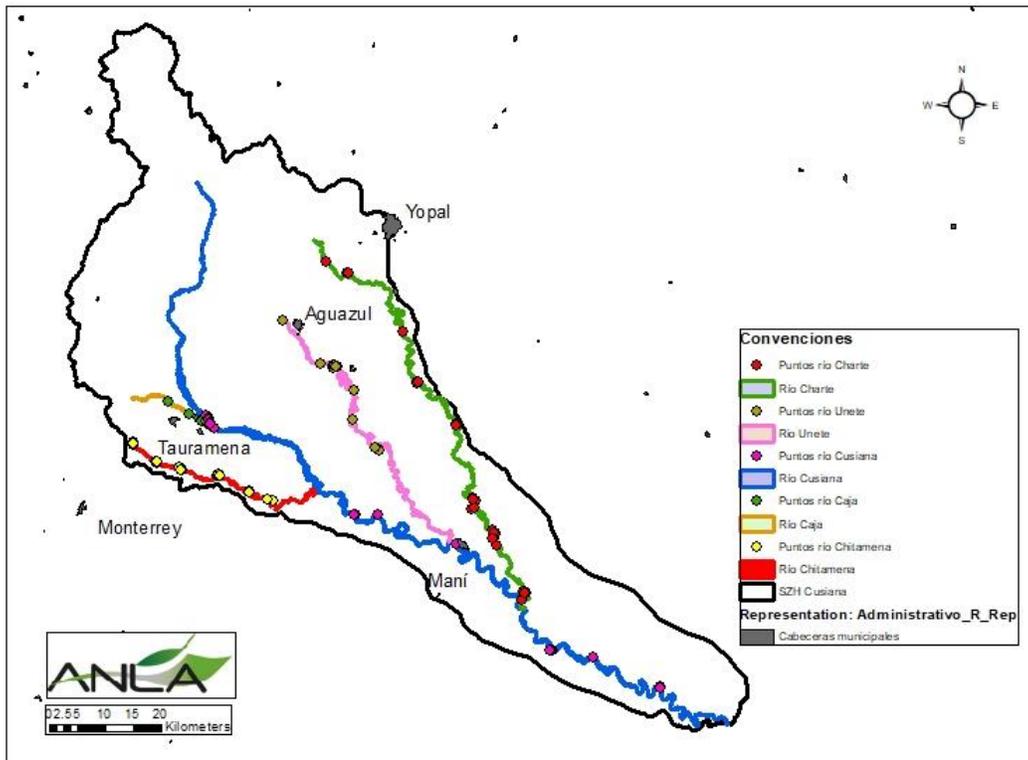
6	Río Cusiana entre río Chitamina y Río Charte	8	13
7	Río Charte	52	482
8	Río Cusiana aguas abajo del río Charte	9	9

\*Corresponde al número total de muestras consideradas; sin embargo, en todas no se reporta el total de parámetros.

Fuente: ANLA, 2024.

A continuación, en la Figura 4 se presenta la distribución de los puntos de monitoreo considerados:

Figura 4. Distribución de los puntos de monitoreo considerados en el análisis regional de calidad del agua



Fuente: ANLA, 2024.

### 3.2 Parámetros considerados en el análisis

Una vez revisada la base de datos se determinaron los parámetros que cuentan con información suficiente para el análisis estadístico por tramo definido. En la Tabla 8 se relacionan los parámetros que fueron analizados, dónde el tramo 6 (río Cusiana entre río Chitamena y río Charle) cuenta con información para el análisis de 44 parámetros, seguido por el río Únete (tramo 5) con 41 y el río Cusiana en el tramo 8 (río Cusiana aguas abajo del río Charle) con 40.



Tabla 8. Relación de parámetros que cuentan con información suficiente – por tramo

Tramo	Corriente	No. Parámetros con información suficiente	Parámetros
Tramo 1	Río Cusiana	11	Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> Coliformes Fecales en NMP/100ml Conductividad en $\mu$ S/cm Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L Dureza Total de la descarga en mg/L Fósforo Total en mg/L Hidrocarburos Totales en mg/L Oxígeno Disuelto en mg/L Sólidos suspendidos totales en mg/L Turbidez en NTU Valor de pH
Tramo 3		17	Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> Coliformes Fecales en NMP/100ml Coliformes Totales en NMP/100ml Conductividad en $\mu$ S/cm Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L Demanda Química de Oxígeno en mg/L Dureza Total de la descarga en mg/L Fenoles en mg/L Fósforo Total en mg/L Hidrocarburos Totales en mg/L Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/L Oxígeno Disuelto en mg/L Sólidos suspendidos totales en mg/L Temperatura en °C Turbidez en NTU Valor de pH
Tramo 6		44	Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> Arsénico en mg/L Bario en mg/L Bicarbonato en mg/L Cadmio en mg/L Calcio en mg/L Carbono Orgánico Total en mg/L Carbono Orgánico en mg/L Cloruros en mg/L Cobre en mg/L Coliformes Fecales en NMP/100ml Grasas y Aceites en mg/L Hidrocarburos Totales en mg/L Hierro en mg/L Magnesio en mg/L Nitratos en mg/L Nitritos en mg/L Nitrógeno Amoniacal en mg/L Níquel en mg/L Oxígeno Disuelto en mg/L Plomo en mg/L Potasio en mg/L Sodio en mg/L Sulfatos en mg/L Sustancias activas al azul de metileno en mg/L



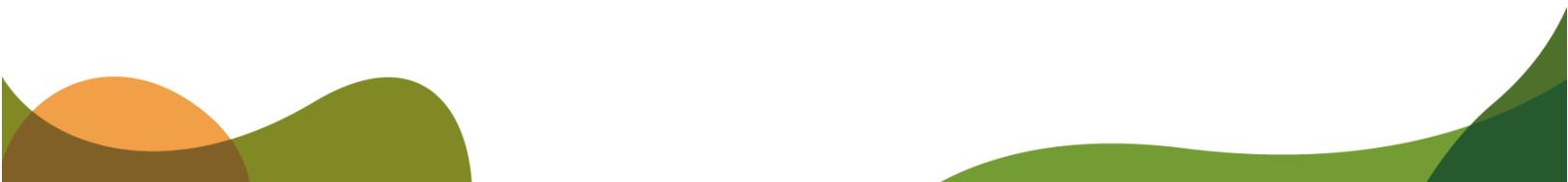


Tramo	Corriente	No. Parámetros con información suficiente	Parámetros	
			Coliformes Totales en NMP/100ml Conductividad en $\mu\text{S/cm}$ Cromo en mg/L Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L Demanda Química de Oxígeno en mg/L Dureza Total de la descarga en mg/L Fenoles en mg/L Fosfato en mg/L Fósforo Inorgánico en mg/L Fósforo Orgánico en mg/L Fósforo Total en mg/L	Sólidos Totales en mg/L Sólidos sedimentables en mg/L Sólidos suspendidos totales en mg/L Temperatura en $^{\circ}\text{C}$ Tensoactivos en mg/L Turbidez en NTU Valor de pH
Tramo 8		40	Acidez Total en mg/L $\text{CaCO}_3$ Alcalinidad Total en mg/L $\text{CaCO}_3$ Bario en mg/L Cadmio en mg/L Calcio en mg/L Carbono Orgánico Total en mg/L Cloruros en mg/L Coliformes Fecales en NMP/100ml Coliformes Totales en NMP/100ml Conductividad en $\mu\text{S/cm}$ Cromo en mg/L Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L Demanda Química de Oxígeno en mg/L Dureza Total de la descarga en mg/L Fenoles en mg/L Fosfato en mg/L Grasas y Aceites en mg/L Hierro en mg/L Magnesio en mg/L	Nitritos en mg/L Nitrógeno Amoniacal en mg/L Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/L Ortofosfatos en mg/L Oxígeno Disuelto en mg/L Plomo en mg/L Sodio en mg/L Sulfatos en mg/L Sólidos Disueltos en mg/L Sólidos Totales en mg/L Sólidos sedimentables en mg/L Sólidos suspendidos totales en mg/L Temperatura en $^{\circ}\text{C}$ Tensoactivos en mg/L Turbidez en NTU Valor de pH Vanadio en mg/L Zinc en mg/L





Tramo	Corriente	No. Parámetros con información suficiente	Parámetros
			Mercurio en mg/L Nitratos en mg/L
Tramo 2	Río Caja	27	Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> Arsénico en mg/L Bario en mg/L Cadmio en mg/L Cloruros en mg/L Cobre en mg/L Conductividad en µS/cm Cromo en mg/L Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L Fenoles en mg/L Grasas y Aceites en mg/L Hidrocarburos Totales en mg/L Hierro en mg/L Mercurio en mg/L Nitratos en mg/L Nitritos en mg/L Oxígeno Disuelto en mg/L Plata en mg/L Plomo en mg/L Selenio en mg/L Sulfatos en mg/L Sólidos Totales en mg/L Temperatura en °C Tensoactivos en mg/L Turbidez en NTU Valor de pH Zinc en mg/L
Tramo 4	Río Chitamena	19	Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> Cloruros en mg/L Coliformes Fecales en NMP/100ml Conductividad en µS/cm Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L Demanda Química de Oxígeno en mg/L Dureza Total de la descarga en mg/L Fenoles en mg/L Fósforo Total en mg/L Hidrocarburos Totales en mg/L Nitratos en mg/L Nitritos en mg/L Nitrógeno Amoniacal en mg/L Oxígeno Disuelto en mg/L Sólidos suspendidos totales en mg/L Temperatura en °C Turbidez en NTU Valor de pH





Tramo	Corriente	No. Parámetros con información suficiente	Parámetros	
Tramo 5	Río Únete	41	Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> Arsénico en mg/L BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/l Bario en mg/L Cadmio en mg/L Cianuro en mg/L Cloruros en mg/L Cobre en mg/L Coliformes Fecales en NMP/100ml Coliformes Totales en NMP/100ml Conductividad en µS/cm Cromo Hexavalente en mg/L Cromo en mg/L Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L Demanda Química de Oxígeno en mg/L Fenoles en mg/L Fósforo Total en mg/L Grasas y Aceites en mg/L Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares en mg/L Hidrocarburos Totales Petrogénicos en mg/L	Hidrocarburos Totales en mg/L Hierro en mg/L Mercurio en mg/L Molibdeno en mg/L Nitratos en mg/L Nitritos en mg/L Nitrógeno Amoniacal en mg/L Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/L Níquel en mg/L Oxígeno Disuelto en mg/L Plomo en mg/L Potasio en mg/L Selenio en mg/L Sustancias activas al azul de metileno en mg/L Sólidos Totales en mg/L Sólidos sedimentables en mg/L Sólidos suspendidos totales en mg/L Temperatura en °C Turbidez en NTU Valor de pH Zinc en mg/L





Tramo	Corriente	No. Parámetros con información suficiente	Parámetros
Tramo 7	Río Charte	40	<p>Acidez Total en mg/L CaCO<sub>3</sub></p> <p>Alcalinidad Total en mg/L CaCO<sub>3</sub></p> <p>Aluminio en mg/L</p> <p>Arsénico en mg/L</p> <p>BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/l</p> <p>Bario en mg/L</p> <p>Cadmio en mg/L</p> <p>Cianuro en mg/L</p> <p>Cloruros en mg/L</p> <p>Cobre en mg/L</p> <p>Coliformes Fecales en NMP/100ml</p> <p>Coliformes Totales en NMP/100ml</p> <p>Conductividad en µS/cm</p> <p>Cromo en mg/L</p> <p>Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L</p> <p>Demanda Química de Oxígeno en mg/L</p> <p>Dureza Cálcica de la descarga en mg/L</p> <p>Dureza Total de la descarga en mg/L</p> <p>Fenoles en mg/L</p> <p>Fósforo Total en mg/L</p> <p>Grasas y Aceites en mg/L</p> <p>Hidrocarburos Totales en mg/L</p> <p>Hierro en mg/L</p> <p>Mercurio en mg/L</p> <p>Nitratos en mg/L</p> <p>Nitritos en mg/L</p> <p>Níquel en mg/L</p> <p>Ortofosfatos en mg/L</p> <p>Oxígeno Disuelto en mg/L</p> <p>Plata en mg/L</p> <p>Plomo en mg/L</p> <p>Selenio en mg/L</p> <p>Sulfatos en mg/L</p> <p>Sólidos suspendidos totales en mg/L</p> <p>Temperatura en °C</p> <p>Tensoactivos en mg/L</p> <p>Turbidez en NTU</p> <p>Valor de pH</p> <p>Vanadio en mg/L</p> <p>Zinc en mg/L</p>

Fuente: ANLA, 2024.





### **3.3 Objetivos de calidad definidos en los cuerpos de agua objeto de análisis**

Corporinoquia cuenta con objetivos de calidad establecidos dentro de la cuenca del río Cusiana y sus tributarios, entre los cuales se encuentran los algunos drenajes objeto de análisis:

- Resolución 300.4117-2195 de 2017: por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad para el río Únete en la jurisdicción de Corporinoquia para el periodo 2017 a 2026.
- Resolución 300.4117-2196 de 2017: por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad para el río Caja en la jurisdicción de Corporinoquia para el periodo 2017 a 2026.
- Resolución 300.4117-2198 de 2017: por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad para el río Charte en la jurisdicción de Corporinoquia para el periodo 2017 a 2026.
- Resolución 300.4117-2200 de 2017: por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad para el río Cusiana en la jurisdicción de Corporinoquia para el periodo 2017 a 2026.

Conforme lo anterior, se evidencia que, de los cinco (5) drenajes que se analizan en el presente informe, cuatro (4) cuentan con objetivos de calidad establecidos por Corporinoquia, exceptuando el río Chitamena. A continuación, se detallan los tramos sobre los cuales se tienen establecidos los objetivos y que serán considerados en el análisis de calidad del agua presentado más adelante. En la Tabla 9 se relacionan los límites establecidos por Corporinoquia para 18 parámetros en el río Caja, río Únete, río Charte y río Cusiana.





Tabla 9. Límites establecidos en los objetivos de calidad por Corporinoquia

Parámetro	Unidad	Resolución 300.41.17-2196 Río Caja Resolución 300.4117-2195 de 2017 Río Únete Resolución 300.4117-2198 de 2017 Río Chartre Resolución 300.4117-2200 de 2017 Río Cusiana			
		Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
Oxígeno disuelto	% de saturación	>90	>70	>70	>70
DBO5	mg O2/L	<5	<10	<20	<15
SDT	mg/L	<8	<20	<40	<20
Grasas y aceites	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Detergentes en forma SAAM	mg/L	<0.1	<0.5	<0.5	<0.5
Coliformes totales	NMP/100ml	<1000	<1000	<10000	<5000
Coliformes fecales	NMP/100ml	<200	<200	<2000	<2000
Olor	-	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor
Color	UPC	<20	-	-	-
Amoníaco	mg/L	<1	<0.001	<0.001	<0.001
Nitratos + Nitritos	mg/L	<5	<8	<10	<10
Fósforo total	mg/L	5	5	15	5
Fosfatos	mg/L	<5	10	<10	<10
pH	Unidades de pH	5 a 9	5 a 9	5 a 9	5 a 9
Sulfatos	mg/L	<20	<30	<40	<30
Sulfuro de hidrogeno	mg/L	0.002	-	-	-
Fenol	mg/L	<0.5	<0.1	<0.5	<0.5
Sulfuros		-	<0.002	<0.002	<0.02

Fuente: CORPORINOQUIA, 2019. Adaptado por ANLA, 2024.

Si bien los límites establecidos en los objetivos de calidad por Corporinoquia en los 18 parámetros son iguales, es pertinente indicar que, la corporación definió por cada cuerpo de agua, cuatro (4) clases de calidad de agua por su condición en similitud y destinación del recurso hídrico por tramos:



- Clase I: Corresponde a los valores de usos del agua para consumo humano con previo tratamiento y preservación y conservación de flora y fauna, uso agrícola y uso pecuario.
- Clase II: Corresponde a los valores de usos del agua para consumo humano domestico previo tratamiento, uso agrícola y pecuario con restricciones, recreativo contacto primario y recreativo contacto secundario
- Clase III: Corresponde a los valores para uso agrícola y pecuario con alta restricción por considerarse zonas de amortiguamiento.
- Clase IV: corresponde a los valores de los para uso industrial y generación de energía

A continuación, en la Tabla 10 se presentan los tramos definidos en el río Caja, cuerpo de agua que será analizado con la clase I que corresponde a la definida en mediano plazo, es decir año 2022, considerando que es el más cercano a la fecha de elaboración del presente informe (2024).

Tabla 10. Tramos definidos para el río Caja

Tramo	Corto plazo (2019)	Mediano plazo (2022)	Tramo definido en el modelo conceptual	No. de puntos considerados
Río Caja y sus afluentes desde su nacimiento hasta el cruce vial que conduce desde el centro poblado de Tauramena a la vereda Juve.	CLASE I	CLASE I	Tramo 2	9
Río Caja y sus afluentes el cruce vial que conduce desde el casco urbano de Tauramena a la vereda Juve, hasta justo antes de la desembocadura de la quebrada La Portana en el río Caja.	CLASE II	CLASE I		
Río Caja y sus afluentes desde la confluencia de las quebradas La Portana hasta la desembocadura del río Caja en el río Cusiana.	CLASE III	CLASE I		

Fuente: CORPORINOQUIA, 2019. Adaptado por ANLA, 2024.

En la Tabla 11 se presentan los tramos definidos en el río Únete, cuerpo de agua que será analizado con la clase I y II, considerando que son aquellas contempladas en el mediano plazo (2022), año cercano a la fecha de elaboración del presente informe.

Tabla 11. Tramos definidos para el río Únete

Tramo	Corto plazo (2019)	Mediano plazo (2022)	Tramo definido en el modelo conceptual	No. de puntos considerados
Río Únete y sus afluentes desde su nacimiento hasta justo antes de la desembocadura de la quebrada Cupiagua.	CLASE I	CLASE I	Tramo 5	17
Río Únete y sus afluentes desde la afluencia de la quebrada Cupiagua hasta el cruce con la vía que conduce de Aguazul al municipio de Monterrey.	CLASE IV	CLASE II		
Río Únete y sus afluentes desde el cruce con la vía que conduce de Aguazul al barrio el cruce hasta justo antes de la desembocadura del brazo del río únete receptor del vertimiento del ARD del municipio de Aguazul.	CLASE II	CLASE II		
Brazo del río únete y sus afluentes desde su nacimiento hasta antes del vertimiento de ARD del municipio de Aguazul	CLASE II	CLASE I		
Brazo del río nete y sus afluentes desde la confluencia del vertimiento de ARD del municipio de Aguazul hasta su desembocadura en el río únete.	CLASE III	CLASE II		
Río únete y sus afluentes desde la confluencia del brazo del río únete receptor del ARD de Aguazul hasta la desembocadura del caño san José.	CLASE III	CLASE II		
Río únete y sus afluentes desde la confluencia con el caño san José hasta la desembocadura en el río Cusiana	CLASE II	CLASE I		

Fuente: CORPORINOQUIA, 2019. Adaptado por ANLA, 2024.

En la Tabla 12 se presentan los tramos definidos en el río Charte, cuerpo de agua que será analizado con la clase II, teniendo en cuenta que la misma es contemplada en el mediano plazo (2022) en los tres últimos tramos definidos por la corporación y sobre los cuales se localizan la mayoría de puntos considerados en el presente análisis.

Tabla 12. Tramos definidos para el río Charte

Tramo	Corto plazo (2019)	Mediano plazo (2022)	Tramo definido en el modelo conceptual	No. de puntos considerados
Río Charte y sus afluentes desde su nacimiento hasta el cruce con la vía marginal de la selva.	CLASE I	CLASE I	Tramo 7	52
Río Charte y sus afluentes desde el cruce con la vía marginal de la selva hasta la desembocadura del caño NN al río Charte.	CLASE II	CLASE II		
Río Charte y sus afluentes desde la desembocadura del caño NN al río Charte las el cruce vial con vereda el Guineo.	CLASE III	CLASE II		
Río Charte y sus afluentes desde el cruce vial con la vereda el Guineo hasta su desembocadura en el Río Cusiana.	CLASE II	CLASE II		

Fuente: CORPORINOQUIA, 2019. Adaptado por ANLA, 2024.

En la Tabla 13 se presentan los tramos definidos en el río Cusiana, cuerpo de agua que será analizado considerando las secciones detalladas en el modelo conceptual (presentado previamente) que coinciden en su mayoría con lo definido en los objetivos de calidad. En este caso del río Cusiana, se tomarán las clases definidas a mediano plazo (2022) en cada sección relacionada en la tabla.

Tabla 13. Tramos definidos para el río Cusiana

Tramo	Corto plazo (2019)	Mediano plazo (2022)	Observaciones	No. de puntos considerados
Río Cusiana y sus afluentes desde el inicio en jurisdicción de Corporinoquia justo antes de la desembocadura del río Recetoreño.	CLASE I	CLASE I	Tramo 1	6
Río Cusiana y sus afluentes desde justo después de la confluencia del río Recetoreño hasta justo antes de la confluencia con el río Caja.	CLASE II	CLASE I		
Río Cusiana y sus afluentes desde justo después de la confluencia del río Caja hasta justo antes de la desembocadura del río Únete.	CLASE II	CLASE I	Tramo 3	13
Río Cusiana y sus afluentes desde la desembocadura del río Únete hasta la desembocadura del río Charte.	CLASE II	CLASE II	Tramo 6	8

Tramo	Corto plazo (2019)	Mediano plazo (2022)	Observaciones	No. de puntos considerados
Río Cusiana y sus afluentes desde la confluencia con el río Charate hasta su desembocadura en el río Meta.	CLASE IV	CLASE I	Tramo 8	9

Fuente: CORPORINOQUIA, 2019. Adaptado por ANLA, 2024.

### 3.4 Valores estadísticos de parámetros con información

A partir de la revisión de información disponible para el análisis regional de calidad del agua, inicialmente se elaboraron a modo de síntesis, de toda la información disponible por cada parámetro, tablas con valores estadísticos como el promedio, desviación estándar, valores mínimos y máximos de las series de datos consideradas por cada tramo definido en los cuerpos de agua objeto de análisis. Con base en lo anterior, se desarrolló el análisis de la información de monitoreo, identificando que no hay tendencias regionales en las concentraciones y comportamiento de los mismos; sin embargo, si hay datos relevantes que son analizados de forma particular.

En dichas tablas, se realizó la verificación del cumplimiento normativo con límites mínimos y máximos establecidos en el Decreto 1076 de 2015, específicamente con el artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola y artículo 2.2.3.3.5.6 Criterios de calidad para uso pecuario, incluyendo además, la comparación con los objetivos de calidad definidos por Corporinoquia (excepto para el río Chitamena, considerando que el mismo no cuenta con objetivos de calidad establecidos por la Corporación). Es preciso aclarar que se resaltan en color rojo aquellos casos en lo que el valor máximo registrado en la serie analizada sobrepasa los límites considerados o en caso específico del pH, aquellos casos donde el valor mínimo es inferior al rango establecido.

Posteriormente, se presentan gráficos de box-plot con los puntos ubicados aguas arriba y aguas abajo de tres (3) parámetros: demanda bioquímica de oxígeno, hidrocarburos totales y sólidos suspendidos totales, considerando que, en los mismos se evidenciaron tendencias asociadas con el incremento de sus concentraciones y, por ende, se analiza la posible acumulación (natural o antrópica) de impactos.

Asimismo, se resalta que en las tablas y en los gráficos box plot (numeral 8.1 y 9.1) se tienen en cuenta los resultados de los monitoreos ejecutados por Corporinoquia en el POMCA del río Cusiana en 32 puntos caracterizados mediante el desarrollo de dos campañas de monitoreo: la primera ejecutada en condición hidrológica de menos lluvias durante el 24 de marzo hasta 08 de abril de 2018 y la segunda realizada en condiciones de lluvias, en el mes de junio de 2018.



## Río Cusiana

El análisis de calidad del agua del río Cusiana – Tramo 1 (aguas arriba de la confluencia con el río Caja) se realizó con datos de campañas de monitoreo de 2016 a 2020 de los expedientes LAM0524 - Ampliación facilidades de producción Campo Cusiana etapa I fase II, LAM1125 – Línea de flujo Campo Cusiana, etapa 2, LAM1232 – Área de pozos múltiples Buenos Aires GC y LAM2345 - Construcción Líneas de Flujo Campo Cusiana VIII, los cuales se localizan en el tramo de la corriente analizada. En la Tabla 14 se presenta la media, desviación estándar y los valores mínimos y máximos de las campañas de monitoreo consideradas en el presente análisis que comprenden un total de 20 muestras:

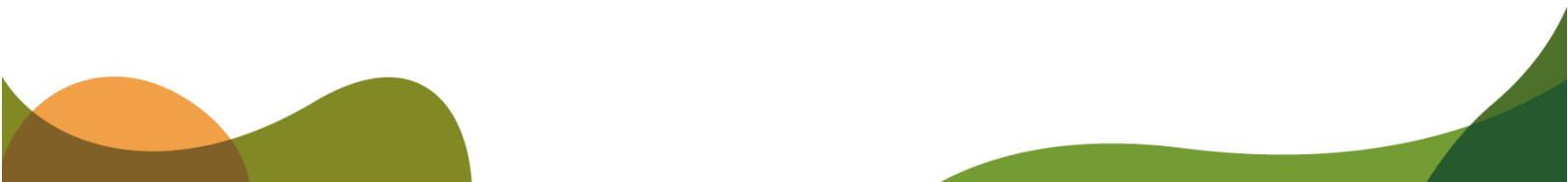




Tabla 14. Valores estadísticos de la serie de datos analizada en el Tramo 1 - río Cusiana

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I
Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	29.05	7.33	21.80	42.00	ND	ND	ND
Coliformes Fecales en NMP/100ml	48.67	28.27	2.00	74.00	<1000	ND	<200
Conductividad en $\mu$ S/cm	117.48	44.06	80.00	265.00	ND	ND	ND
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	20.85	70.09	0.96	310.00	ND	ND	<5
Dureza Total de la descarga en mg/L	36.09	18.31	7.40	76.80	ND	ND	ND
Fósforo Total en mg/L	0.11	0.13	0.001	0.35	ND	ND	5
Hidrocarburos Totales en mg/L	2.90	1.62	0.10	5.00	ND	ND	ND
Oxígeno Disuelto en mg/L	7.01	1.61	4.58	9.05	ND	ND	ND*
Sólidos suspendidos totales en mg/L	56.31	57.71	5.50	155.00	ND	ND	ND
Turbidez en NTU	38.79	45.32	5.50	120.00	ND	ND	ND
Valor de pH	7.39	0.87	4.00	8.00	4.5 a 9	ND	5 a 9

\*El objetivo de calidad para este parámetro está asociado con % de remoción, es decir, con sistemas de tratamiento, por ende, no se considera en el presente análisis.

ND: no definido.

Fuente: ANLA, 2024.

De acuerdo con los datos analizados del río Cusiana en el tramo 1 (aguas arriba del río Caja), se evidencian algunos reportes que superan el límite definido por Corporinoquia en los



objetivos de calidad para la DBO que corresponde a 5 mg/L. Sin embargo, para este parámetro se observa que, del 100% de la serie de datos analizados (20 muestras – 19 datos reportados de DBO) el 57.89% se encuentran por debajo de 5 mg/L, encontrando que el máximo valor registrado corresponde a 310 mg/L en abril de 2018 reportado por el expediente LAM1125 – Línea de flujo Campo Cusiana.

Respecto a lo anterior, es pertinente indicar que, al realizar la verificación de los datos reportados que exceden el límite establecido en el objetivo de calidad, es decir, el 42.10% restante, se evidencia que todos los registros se presentaron en época de lluvia (abril a noviembre) a excepción de uno reportado en enero de 2016, esto tiene sentido, considerando que en cuando se presentan altas precipitaciones se tiene un aumento de la carga de materia orgánica en el agua por el arrastre de la misma, así como nutrientes y contaminantes, lo cual se refleja en una mayor demanda de oxígeno por parte de los microorganismos.

Respecto al pH se registra únicamente un valor inferior a 4.5 y 5 unidades de pH, límite inferior establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola y Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I, respectivamente. Dicho valor fue reportado por el expediente LAM2345 - Construcción Líneas de Flujo Campo Cusiana VIII en mayo de 2017. El restante de datos se encuentra en el rango establecido en los objetivos de calidad del agua y artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015.

En cuanto al análisis de calidad del agua del río Cusiana – Tramo 2 (río Cusiana entre la confluencia del río Caja hasta la confluencia con el río Chitamena) se realizó con datos de campañas de monitoreo de 2013 y 2016 a 2020 de los expedientes LAM0318 - Oleoducto Cusiana La Belleza Vasconia Coveñas e instalaciones anexas, LAM0524 - Ampliación facilidades de producción Campo Cusiana etapa I fase II, LAM1125 – Línea de flujo Campo Cusiana, etapa 2, LAM1176 - Pozos Múltiples Buenos Aires Ba, LAM1232 – Área de pozos múltiples Buenos Aires GC y LAM4754 - Sistema de Transporte de Hidrocarburos Cupiagua - Cusiana, los cuales se localizan en el tramo de la corriente analizada. En la Tabla 15 se presenta la media, desviación estándar y los valores mínimos y máximos de las campañas de monitoreo consideradas en el presente análisis que comprenden un total de 33 muestras:

Tabla 15. Valores estadísticos de la serie de datos analizada en el Tramo 3 - río Cusiana

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I
Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	2.39	1.24	1.00	5.00	ND	ND	ND

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I
Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	22.38	8.27	11.40	53.50	ND	ND	ND
Coliformes Fecales en NMP/100mL	406.87	766.68	2.00	1990.00	<1000	ND	<200
Conductividad en µS/cm	81.84	42.46	41.00	170.00	ND	ND	ND
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	15.29	38.82	0.62	160.00	ND	ND	<5
Demanda Química de Oxígeno en mg/L	36.11	46.93	12.00	160.00	ND	ND	ND
Dureza Total de la descarga en mg/L	25.44	10.27	6.00	50.00	ND	ND	ND
Fenoles en mg/L	0.03	0.07	0.001	0.20	ND	ND	<0.5
Fósforo Total en mg/L	0.11	0.09	0.001	0.30	ND	ND	5
Hidrocarburos Totales en mg/L	2.24	1.57	0.10	5.00	ND	ND	ND
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/L	2.51	1.10	0.54	3.00	ND	ND	ND
Oxígeno Disuelto en mg/L	6.73	1.20	3.00	8.18	ND	ND	ND*
Sólidos suspendidos totales en mg/L	141.46	176.39	6.00	850.00	ND	ND	ND
Temperatura en °C	25.56	1.47	23.09	29.50	ND	ND	ND
Turbidez en NTU	40.37	23.05	3.12	81.00	ND	ND	ND
Valor de pH	7.13	0.58	6.00	8.26	4.5 a 9	ND	5 a 9



ND: no definido.

\*El objetivo de calidad para este parámetro está asociado con % de remoción, es decir, con sistemas de tratamiento, por ende, no se considera en el presente análisis.

Fuente: ANLA, 2024.

De acuerdo con los datos analizados del río Cusiana en el tramo 3 (entre la confluencia del río Caja hasta la confluencia con el río Chitamena), se evidencian algunos sobrepasos del límite definido por Corporinoquia en los objetivos de calidad asociados con parámetros microbiológicos como coliformes fecales. Respecto a este parámetro es pertinente indicar que, de 22 datos reportados, cinco (5) (correspondiente al 22.72%) superan el objetivo de calidad definido por Corporinoquia (<200 NMP/10mL) límite y todos son reportados por diferentes expedientes (LAM0318, LAM0524, LAM1125, LAM1232 y LAM2345) en los meses de junio de 2016 (1 dato) y julio de 2019 (4 datos restantes), es decir, se evidencia un aumento en la concentración de este parámetro específicamente en los meses de mayor precipitación. Lo anterior, coincide con lo evidenciado para este parámetro en el análisis de calidad del agua del POMCA del río Cusiana, en el cual se evidencia que la concentración de este parámetro se multiplica de manera exponencial en época de lluvia considerando que en la zona se desarrollan actividades asociadas con el sector pecuario y domésticos que pueden incidir en la generación de aguas residuales con altas cargas orgánicas que serían arrastradas por la precipitación hasta los cuerpos de agua. Teniendo en cuenta esto último, es pertinente indicar que el aprovechamiento del recurso hídrico debe ser limitado, por ejemplo, para consumo humano, ya que no cuenta con condiciones aptas para tal fin.

Respecto a la demanda bioquímica de oxígeno, se evidencia un sobrepaso del límite definido por Corporinoquia en los objetivos de calidad para la DBO que corresponde a 5 mg/L. Lo anterior, se asocia con el valor reportado de 160 mg/L en abril de 2018 por el expediente LAM1176 - Pozos Múltiples Buenos Aires Ba y LAM2345 - Construcción Líneas de Flujo Campo Cusiana VIII, coincidiendo con la concentración elevada registrada en el Tramo 1 del río Cusiana (310 mg/L) en abril de 2018 por el expediente LAM1125 - Línea de flujo Campo Cusiana.

En cuanto al análisis de calidad del agua del río Cusiana - Tramo 6 (río Cusiana entre río Chitamena y río Charte) se realizó con datos de campañas de monitoreo de 2016 a 2019 de los expedientes LAM1125 - Línea de flujo Campo Cusiana, etapa 2, LAM2345 - Construcción Líneas de Flujo Campo Cusiana VIII, LAM5018 - Bloque de Perforación Exploratoria Llanos 26 y LAV0029-00-2017 - Área De Desarrollo Rumba - Licencia Ambiental, los cuales se localizan en el tramo de la corriente analizada. A continuación, en la

Tabla **16** se presenta la media, desviación estándar y los valores mínimos y máximos de las campañas de monitoreo consideradas en el presente análisis que comprenden un total de 13 muestras:





Tabla 16. Valores estadísticos de la serie de datos analizada en el Tramo 6 - río Cusiana

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase II
Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	5.10	0.32	5.00	6.00	ND	ND	ND
Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	17.66	7.56	1.50	33.30	ND	ND	ND
Arsénico en mg/L	0.54	1.57	0.01	5.00	0.1	0.2	ND
Bario en mg/L	0.18	0.29	0.03	1.00	ND	ND	ND
Bicarbonato en mg/L	12.75	9.98	0.42	24.10	ND	ND	ND
Cadmio en mg/L	0.12	0.31	0.00	1.00	0.01	0.05	ND
Calcio en mg/L	9.85	1.30	8.35	12.00	ND	ND	ND
Carbono Orgánico Total en mg/L	5.54	9.22	0.90	22.00	ND	ND	ND
Carbono Orgánico en mg/L	1.40	0.82	0.82	2.74	ND	ND	ND
Cloruros en mg/L	6.86	8.79	2.00	31.00	ND	ND	ND
Cobre en mg/L	0.18	0.29	0.01	1.00	0.2	0.5	ND
Coliformes Fecales en NMP/100ml	520.78	788.30	20.00	2400.00	<1000	ND	<200
Coliformes Totales en NMP/100ml	11090.00	8511.20	250.00	24000.00	<5000	ND	<1000
Conductividad en $\mu$ S/cm	96.78	28.91	65.40	144.00	ND	ND	ND
Cromo en mg/L	0.54	1.57	0.01	5.00	0.1	1	ND



Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase II
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	7.48	5.82	2.10	18.30	ND	ND	<10
Demanda Química de Oxígeno en mg/L	18.21	12.51	10.00	51.00	ND	ND	ND
Dureza Total de la descarga en mg/L	21.98	19.30	6.00	44.90	ND	ND	ND
Fenoles en mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	ND	ND	<0.1
Fosfato en mg/L	0.19	0.29	0.08	1.00	ND	ND	10
Fósforo Inorgánico en mg/L	0.58	1.45	0.04	4.16	ND	ND	ND
Fósforo Orgánico en mg/L	0.17	0.28	0.05	0.87	ND	ND	ND
Fósforo Total en mg/L	0.17	0.05	0.10	0.20	ND	ND	5
Grasas y Aceites en mg/L	9.11	6.32	0.10	15.00	ND	ND	<0.01
Hidrocarburos Totales en mg/L	7.24	6.52	0.10	15.00	ND	ND	ND
Hierro en mg/L	6.10	4.65	1.09	15.70	5	ND	ND
Magnesio en mg/L	5.56	6.83	2.57	24.80	ND	ND	ND
Nitratos en mg/L	0.57	0.85	0.29	3.00	ND	ND	ND
Nitritos en mg/L	0.32	0.94	0.00	3.00	ND	ND	ND
Nitratos + Nitritos	-	-	-	6.00	ND	100	<8

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase II
Nitrógeno Amoniacal en mg/L	0.28	0.06	0.14	0.30	ND	ND	ND
Níquel en mg/L	0.22	0.34	0.01	1.00	0.2	ND	ND
Oxígeno Disuelto en mg/L	6.87	1.70	3.15	8.07	ND	ND	ND*
Plomo en mg/L	0.53	1.57	0.01	5.00	5	0.1	ND
Potasio en mg/L	3.68	1.01	0.80	4.00	ND	ND	ND
Sodio en mg/L	3.98	1.38	2.50	6.94	ND	ND	ND
Sulfatos en mg/L	17.16	3.84	12.80	25.10	ND	ND	<30
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	0.22	0.06	0.20	0.34	ND	ND	ND
Sólidos Totales en mg/L	402.00	241.67	100.00	769.00	ND	ND	ND
Sólidos sedimentables en mg/L	0.31	0.13	0.10	0.50	ND	ND	ND
Sólidos suspendidos totales en mg/L	386.54	258.49	26.00	752.00	ND	ND	ND
Temperatura en °C	27.76	1.90	24.10	29.80	ND	ND	ND
Tensoactivos en mg/L	0.70	0.87	0.20	2.00	ND	ND	ND
Turbidez en NTU	257.10	187.32	16.00	585.00	ND	ND	ND
Valor de pH	61.06	194.98	5.90	7.50	4.5 a 9	ND	5 a 9

\*El objetivo de calidad para este parámetro está asociado con % de remoción, es decir, con sistemas de tratamiento, por ende, no se considera en el presente análisis.



ND: no definido.

Fuente: ANLA, 2024.

De acuerdo con los datos analizados del río Cusiana en el tramo 6 (entre río Chitamena y río Charte), se evidencian excedencias en metales y metaloides (específicamente una muestra reportada por el expediente LAV0029-00-2017 en octubre de 2017) respecto al límite definido en el Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola en varios parámetros como el arsénico, cromo, níquel y plomo; sin embargo, es pertinente indicar que, en la mayoría de los datos de las series analizadas, estos parámetros registran concentraciones baja, evidenciándose incluso que del 100% de la serie considerada, menos del 10% presenta concentraciones que superan los límites de los métodos analíticos empleados por el laboratorio; sin embargo, desde la entidad se plantea un mayor énfasis en este tipo de metales desde el seguimiento a los expedientes presentes en la cuenca del río Cusiana.

En cuanto al análisis de calidad del agua del río Cusiana – Tramo 8 (río Cusiana aguas abajo del río Charte) se realizó con datos de campañas de monitoreo de 2012, 2016 y 2019 de los expedientes LAM5075 - Bloque de Perforación Exploratoria Puntero, LAM5705 - Área De Perforación Exploratoria Lla-71, ubicado en jurisdicción de los municipios de Maní y Orocué, en el departamento de Casanare y LAM6045 - Campo de producción Casimena, los cuales se localizan en el tramo de la corriente analizada. En la Tabla 17 se presenta la media, desviación estándar y los valores mínimos y máximos de las campañas de monitoreo consideradas en el presente análisis que comprenden un total de 9 muestras:

Tabla 17. Valores estadísticos de la serie de datos analizada en el Tramo 8 - río Cusiana

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I
Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	2.63	1.11	1.90	5.00	ND	ND	ND
Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	19.14	8.51	10.60	33.60	ND	ND	ND
Bario en mg/L	0.05	0.03	0.01	0.10	ND	ND	ND
Cadmio en mg/L	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.05	ND
Calcio en mg/L	5.36	1.15	3.72	6.77	ND	ND	ND



Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I
Carbono Orgánico Total en mg/L	4.60	3.51	1.00	8.00	ND	ND	ND
Cloruros en mg/L	5.93	3.45	2.30	11.10	ND	ND	ND
Coliformes Fecales en NMP/100ml	285.51	342.79	23.00	840.00	<1000	ND	<200
Coliformes Totales en NMP/100ml	3246.11	5510.39	23.00	14080.00	<5000	ND	<1000
Conductividad en $\mu$ S/cm	92.74	31.60	59.80	148.00	ND	ND	ND
Cromo en mg/L	0.05	0.04	0.01	0.1	0.1	1	ND
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	17.44	13.35	2.00	34.00	ND	ND	<5
Demanda Química de Oxígeno en mg/L	31.00	18.97	10.00	56.00	ND	ND	ND
Dureza Total de la descarga en mg/L	35.60	9.31	26.70	46.90	ND	ND	ND
Fenoles en mg/L	0.03	0.03	0.001	0.10	ND	ND	<0.5
Fosfato en mg/L	0.08	0.07	0.03	0.25	ND	ND	<5
Grasas y Aceites en mg/L	0.93	1.15	0.50	4.00	ND	ND	<0.01
Hierro en mg/L	6.62	6.64	0.51	16.90	5	ND	ND
Magnesio en mg/L	2.36	1.05	1.42	4.13	ND	ND	ND
Mercurio en mg/L	0.00	0.00	0.00	0.01	ND	0.01	ND

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I
Nitratos en mg/L	0.09	0.06	0.03	0.24	ND	ND	ND
Nitritos en mg/L	0.01	0.01	0.01	0.04	ND	ND	ND
Nitratos + Nitritos	-	-	-	0.28	ND	ND	<5
Nitrógeno Amoniacal en mg/L	1.00	0.00	1.00	1.00	ND	ND	ND
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/L	0.86	0.63	0.11	1.71	ND	ND	ND
Ortofosfatos en mg/L	0.18	0.16	0.05	0.38	ND	ND	ND
Oxígeno Disuelto en mg/L	7.08	0.43	6.17	7.53	ND	ND	ND*
Plomo en mg/L	0.05	0.01	0.03	0.05	5	0.1	ND
Sodio en mg/L	3.64	1.88	1.44	6.40	ND	ND	ND
Sulfatos en mg/L	29.48	17.83	10.00	60.50	ND	ND	<20
Sólidos Disueltos en mg/L	42.34	15.90	28.80	70.70	ND	ND	ND
Sólidos Totales en mg/L	609.67	733.83	68.00	1930.00	ND	ND	ND
Sólidos sedimentables en mg/L	0.26	0.18	0.10	0.50	ND	ND	ND
Sólidos suspendidos totales en mg/L	693.57	767.00	13.00	1850.00	ND	ND	ND
Temperatura en °C	28.08	1.75	26.20	31.10	ND	ND	ND

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I
Tensoactivos en mg/L	0.14	0.12	0.05	0.40	ND	ND	ND
Turbidez en NTU	403.09	392.43	20.70	1000.00	ND	ND	ND
Valor de pH	7.46	0.66	6.61	8.13	4.5 a 9	ND	5 a 9
Vanadio en mg/L	0.09	0.01	0.08	0.10	0.1	ND	ND
Zinc en mg/L	0.02	0.03	0.01	0.08	2	25	ND

\*El objetivo de calidad para este parámetro está asociado con % de remoción, es decir, con sistemas de tratamiento, por ende, no se considera en el presente análisis.

ND: no definido.

Fuente: ANLA, 2024.

De acuerdo con los datos analizados del río Cusiana en el tramo 8 (aguas abajo del río Charte), se evidencia sobrepaso de los límites normativos en parámetros microbiológicos y asociados la concentración de materia orgánica como la DBO y coliformes fecales, para este último caso el sobrepaso normativo está únicamente relacionado con el límite establecido por la corporación (200 NMP/100 ml), específicamente en cuatro (4) datos de nueve (9) considerados. Asimismo, es pertinente resalta que, la totalidad de los registros de coliformes fecales cumplen con el límite normativo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 de criterios de calidad para uso pecuario (1000 NMP/100 ml).

Asimismo, se registraron excedencias de parámetros como el hierro, metal que está presente en las aguas subterráneas y superficiales de forma natural. Las concentraciones de este metal pesado se encuentran dentro del rango establecido (5 mg/L) en el Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola en un 57%. En el porcentaje restante, la concentración de hierro excedió este límite. Dentro de estos puntos con excedencia se destaca el reportado en mayo de 2016 por el expediente LAM5707 con un valor registrado de 16.9 mg/L, siendo el máximo de la serie analizada.

Finalmente, en todo el tramo del río Cusiana analizado (del tramo 1 al tramo 8) se identifican algunas variaciones desde aguas arriba hacia aguas abajo de ciertos parámetros tal como se presenta en la Tabla 18:

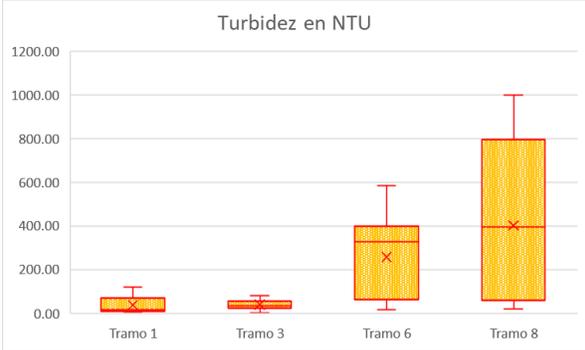
Tabla 18. Variación de parámetros a lo largo del río Cusiana (del tramo 1 al tramo 8)



Análisis Río Cusiana – Tramos 1,3,6 y 8		
Parámetro	Box-plot	Observaciones
Alcalinidad mg/L CaCO <sub>3</sub>	<p>Alcalinidad mg/L CaCO<sub>3</sub></p>	<p>La alcalinidad en el agua se refiere a la capacidad que tiene la misma para neutralizar los ácidos (SIERRA, 2011).</p> <p>En el caso de las mediciones de alcalinidad en el tramo analizado del río Cusiana, se evidencia que la misma presenta una disminución en su concentración de aguas arriba hacia aguas abajo, presentando un delta de aproximadamente 15 mg/L.</p> <p>De igual forma, es pertinente indicar que las concentraciones de este parámetro no exceden en ningún dato de la serie analizada los 200 mg/L recomendables para aguas destinadas a consumo humano.</p>
Coliformes Fecales en NMP/100ml	<p>Coliformes Fecales en NMP/100ml</p>	<p>Los coliformes fecales funcionan como indicador indirecto del riesgo potencial de contaminación con bacterias o virus de carácter patógeno, ya que las coliformes fecales siempre están presentes en las heces humanas y de los animales (SIERRA, 2011).</p> <p>En el tramo del río Cusiana analizado se evidencia un aumento considerable de los datos hacia aguas abajo; sin embargo, la media inicia con 20 NMP/100 ml, pasando a 68 NMP/100ml en el tramo 6 y decayendo nuevamente hacia aguas abajo del río Charte (tramo 8) a 33.60 NMP/100ml. Evidenciándose una mejoría en este parámetro luego de la confluencia con el río Charte.</p>





Análisis Río Cusiana – Tramos 1,3,6 y 8		
Parámetro	Box-plot	Observaciones
Turbidez en NTU		<p>La turbidez se conoce como la capacidad que tiene el material suspendido en el agua para obstaculizar el paso de la luz (SIERRA, 2011).</p> <p>En el tramo del río Cusiana analizado, se evidencia un aumento exponencial de la turbidez de aguas arriba hacia aguas abajo, iniciando con una media de 16 NTU en el tramo 1, pasando a 34 NTU en el tramo 3, seguido de 329 NTU en el tramo 6 y finalizando con 396 NTU en el tramo 8. Lo anterior, refleja un aporte de sólidos en la cuenca del río Cusiana hacia aguas abajo.</p>

## Río Caja

El análisis de calidad del agua del río Caja (Tramo 2) se realizó con datos de campañas de monitoreo de 2016 a 2020 de los expedientes LAM0524 - Ampliación facilidades de producción Campo Cusiana etapa I fase II, LAM1125 – Línea de flujo Campo Cusiana, etapa 2, LAM1176 - Pozos Múltiples Buenos Aires Ba y LAM2345 - Construcción Líneas de Flujo Campo Cusiana VIII, los cuales se localizan en el tramo de la corriente analizada. En la

Tabla 19 se presenta la media, desviación estándar y los valores mínimos y máximos de las campañas de monitoreo consideradas en el presente análisis que comprenden un total de 70 muestras:

Tabla 19. Valores estadísticos de la serie de datos analizada en el Tramo 2 - río Caja

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I
Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	13.03	1.83	11.60	16.20	ND	ND	ND



Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I
Arsénico en mg/L	0.01	0.00	0.00	0.01	0.1	0.2	ND
Bario en mg/L	0.67	0.34	0.01	1.00	ND	ND	ND
Cadmio en mg/L	0.01	0.01	0.00	0.05	0.01	0.05	ND
Cloruros en mg/L	112.14	822.96	0.97	6592.72	ND	ND	ND
Cobre en mg/L	0.13	0.07	0.01	0.20	0.2	0.5	ND
Conductividad en $\mu\text{S}/\text{cm}$	146.25	104.39	3.83	445.00	ND	ND	ND
Cromo en mg/L	0.09	0.09	0.01	0.20	0.1	1	ND
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	12.76	9.69	1.88	55.95	ND	ND	<5
Fenoles en mg/L	0.11	0.11	0.00	0.38	ND	ND	<0.5
Grasas y Aceites en mg/L	2.18	1.74	0.10	5.00	ND	ND	<0.01
Hidrocarburos Totales en mg/L	1.86	1.51	0.10	5.00	ND	ND	ND
Hierro en mg/L	1.20	1.83	0.10	10.50	5	ND	ND
Mercurio en mg/L	0.00	0.00	0.00	0.01	ND	0.01	ND
Nitratos en mg/L	3.15	5.58	0.01	36.20	ND	ND	ND
Nitritos en mg/L	0.47	0.93	0.00	5.28	ND	ND	ND
Nitratos + Nitritos	-	-	-	41.48	ND	ND	<5
Oxígeno Disuelto en mg/L	6.59	1.48	0.10	8.30	ND	ND	ND*
Plata en mg/L	0.03	0.02	0.01	0.10	ND	ND	ND
Plomo en mg/L	0.04	0.02	0.01	0.10	5	0.1	ND
Selenio en mg/L	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	ND	ND
Sulfatos en mg/L	14.07	10.54	2.15	72.78	ND	ND	<20

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I
Sólidos Totales en mg/L	152.74	170.06	19.60	900.00	ND	ND	ND
Temperatura en °C	26.87	2.56	22.80	34.10	ND	ND	ND
Tensoactivos en mg/L	0.22	0.13	0.12	0.84	ND	ND	ND
Turbidez en NTU	36.71	122.93	1.00	849.00	ND	ND	ND
Valor de pH	7.37	0.63	6.20	9.40	4.5 a 9	ND	5 a 9
Zinc en mg/L	0.07	0.08	0.01	0.44	2	25	ND

\*El objetivo de calidad para este parámetro está asociado con % de remoción, es decir, con sistemas de tratamiento, por ende, no se considera en el presente análisis.

ND: no definido.

Fuente: ANLA, 2024.

De acuerdo con los datos analizados en el río Caja, se evidencia sobrepaso del límite establecido en los objetivos de calidad para clase II aplicable al río Caja en cuatro parámetros: DBO, grasas y aceites, relación de nitratos y nitritos y sulfatos, todos relacionados con datos reportados por el expediente LAM0524 en 2017 y 2018; sin embargo, frente a estos sobrepasos normativos es pertinente indicar que la variación se da en un 4.08 % de la serie de datos analizados para el hierro, 16.33 % de la relación de nitratos + nitritos y el 14.29 % para las concentraciones consideradas en los sulfatos, es decir, no hay una representatividad considerable en estos sobrepasos normativos. Asimismo, se registra un exceso del límite normativo definido en el artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola en el parámetro hierro por el valor de 10.5 mg/L reportado por el expediente LAM0524 en octubre de 2019. Respecto a los sobrepasos mencionados previamente y relacionados exclusivamente con el expediente LAM0524, es válido mencionar que el mismo (ampliación facilidades de producción Campo Cusiana etapa I fase II) se encuentra en inmediaciones de la cabecera municipal de Tauramena, lo cual se ve reflejado en la incidencia de las actividades domésticas, pecuarias, entre otras que allí se desarrollan respecto a la calidad del agua del río Caja. Considerando lo anterior, la entidad continuará realizando el análisis respectivo de los monitoreos desarrollados por los expedientes objeto de seguimiento presentes en esta zona, con el fin de identificar si se mantiene la variación en

estos y los demás parámetros y, realizar la formulación e imposición de medidas según corresponda.

## Río Chitamena

El análisis de calidad del agua del río Chitamena (Tramo 4) se realizó con datos de campañas de monitoreo de 2017 a 2020 de los expedientes LAM0230 - Construcción de Gasoducto desde Campo Cusiana hasta Monterrey y Romales, Aguazul, Tauramena, LAM0278 - Construcción cruces subfluviales oleoducto Cusiana El Porvenir Buenos Aires, LAM0318 - Oleoducto Cusiana La Belleza Vasconia Coveñas e instalaciones anexas, LAM1125 - Línea de flujo Campo Cusiana, etapa 2, LAM2345 - Construcción Líneas de Flujo Campo Cusiana VIII, LAM4660 - Área de interés de perforación exploratoria Cebucán, localizada en Jurisdicción de los municipios de Maní y Tauramena y LAM4804 - Perforación Exploratoria de Hidrocarburos Área de Interés Llanos 25, localizada en los municipios de Sabanalarga, Monterrey y Tauramena, los cuales se localizan en el tramo de la corriente analizada. En la

Tabla 20 se presenta la media, desviación estándar y los valores mínimos y máximos de las campañas de monitoreo consideradas en el presente análisis que comprenden un total de 51 muestras:

Tabla 20. Valores estadísticos de la serie de datos analizada en el Tramo 4 - río Chitamena

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario
Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	6.20	5.57	2.00	18.10	ND	ND
Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	10.57	8.73	0.05	24.90	ND	ND
Cloruros en mg/L	3.16	2.61	0.78	9.90	ND	ND
Coliformes Fecales en NMP/100ml	50.60	93.13	0.001	410.00	<1000	ND
Conductividad en $\mu$ S/cm	37.40	56.08	0.001	303.00	ND	ND
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	6.03	6.09	0.69	29.40	ND	ND
Demanda Química de Oxígeno en mg/L	26.23	36.13	8.91	155.30	ND	ND

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario
Dureza Total de la descarga en mg/L	8.45	7.10	0.01	35.10	ND	ND
Fenoles en mg/L	0.03	0.04	0.00	0.10	ND	ND
Fósforo Total en mg/L	0.08	0.07	0.02	0.32	ND	ND
Hidrocarburos Totales en mg/L	2.81	3.15	0.20	15.00	ND	ND
Nitratos en mg/L	0.43	0.27	0.02	1.00	ND	ND
Nitritos en mg/L	0.01	0.01	0.00	0.03	ND	ND
Nitratos + Nitritos	-	-	-	1.03	ND	100
Nitrógeno Amoniacal en mg/L	0.54	0.82	0.05	2.00	ND	ND
Oxígeno Disuelto en mg/L	6.13	1.99	0.30	8.37	ND	ND*
Sólidos suspendidos totales en mg/L	89.78	115.05	4.00	481.00	ND	ND
Temperatura en °C	26.49	3.94	10.86	35.30	ND	ND
Turbidez en NTU	73.58	119.90	0.00	437.00	ND	ND
Valor de pH	7.01	0.80	5.48	8.51	4.5 a 9	ND

\*El objetivo de calidad para este parámetro está asociado con % de remoción, es decir, con sistemas de tratamiento, por ende, no se considera en el presente análisis.

ND: no definido.

Fuente: ANLA, 2024.

De acuerdo con los datos presentados previamente, son pocos los parámetros que cuentan con información temporal suficiente para el análisis realizado y que cuentan con límite normativo, por ende, no se evidencian excedencias en el tramo del río analizado, lo cual puede asociarse con condiciones aceptables de la calidad del agua en este cuerpo de agua; sin embargo, es pertinente indicar que esta corriente no cuenta con la calidad del agua apta para consumo humano, asimismo, lo anterior se concluye únicamente a partir de la información considerada en el presente análisis que corresponde (como se mencionó previamente) a la base de datos corporativa (validada) de la entidad.

## Río Únete

En cuanto al análisis de calidad del agua del río Únete (Tramo 5 de análisis) se realizó con datos de campañas de monitoreo de 2013, 2015, 2017, 2018, 2019 Y 2021 de los expedientes LAM2495 - Proyecto área de pozos Cupiagua Xn - Vía de acceso y corredor de líneas de flujo, LAM4277 - Licencia Ambiental para el Área de Perforación Exploratoria El Portón, LAM4399 - Área de perforación exploratoria "Bloque El Edén" y LAV0030-00-2015 - Licencia Ambiental Explotación Bloque El Edén, los cuales se localizan en el tramo de la corriente analizada. A continuación, en la Tabla 21 se presenta la media, desviación estándar y los valores mínimos y máximos de las campañas de monitoreo consideradas en el presente análisis que comprenden un total de 26 muestras:

Tabla 21. Valores estadísticos de la serie de datos analizada en el Tramo 5 - río Únete

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase II
Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	19.64	8.45	5.00	45.60	ND	ND	ND	ND
Arsénico en mg/L	0.03	0.02	0.00	0.05	0.1	0.2	ND	ND
BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/l	0.07	0.04	0.01	0.10	ND	ND	ND	ND
Bario en mg/L	0.14	0.15	0.03	0.60	ND	ND	ND	ND
Cadmio en mg/L	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	ND	ND
Cianuro en mg/L	0.03	0.02	0.01	0.10	ND	ND	ND	ND
Cloruros en mg/L	2.08	1.06	0.75	4.00	ND	ND	ND	ND
Cobre en mg/L	0.02	0.03	0.00	0.05	0.2	0.5	ND	ND

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase II
Coliformes Fecales en NMP/100ml	71.27	77.47	2.00	220.00	<1000	ND	<200	<200
Coliformes Totales en NMP/100ml	913.32	830.87	2.00	2400.00	<5000	ND	<1000	<1000
Conductividad en $\mu$ S/cm	76.18	29.72	17.00	111.00	ND	ND	ND	ND
Cromo Hexavalente en mg/L	0.05	0.00	0.05	0.06	ND	ND	ND	ND
Cromo en mg/L	0.05	0.03	0.00	0.11	0.1	1	ND	ND
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	3.39	3.73	2.00	19.70	ND	ND	<5	<10
Demanda Química de Oxígeno en mg/L	12.44	4.48	10.00	21.21	ND	ND	ND	ND
Fenoles en mg/L	0.00	0.00	0.00	0.01	ND	ND	<0.5	<0.1
Fósforo Total en mg/L	0.16	0.13	0.02	0.50	ND	ND	5	5
Grasas y Aceites en mg/L	10.78	7.72	0.50	29.10	ND	ND	<0.01	<0.01
Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares en mg/L	6.77	3.00	0.00	8.00	ND	ND	ND	ND

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase II
Hidrocarburos Totales Petrogénicos en mg/L	0.51	0.49	0.01	1.03	ND	ND	ND	ND
Hidrocarburos Totales en mg/L	11.36	6.90	0.67	21.80	ND	ND	ND	ND
Hierro en mg/L	0.84	0.90	0.15	3.14	5	ND	ND	ND
Mercurio en mg/L	0.75	0.53	0.00	2.00	ND	0.01	ND	ND
Molibdeno en mg/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	ND	ND	ND
Nitratos en mg/L	0.27	0.09	0.06	0.43	ND	ND	ND	ND
Nitritos en mg/L	0.03	0.01	0.01	0.07	ND	ND	ND	ND
Nitratos + Nitritos	-	-	-	0.50	ND	ND	<5	<8
Nitrógeno Amoniacal en mg/L	0.30	0.00	0.30	0.30	ND	ND	ND	ND
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/L	0.62	0.26	0.30	1.40	ND	ND	ND	ND
Níquel en mg/L	0.08	0.04	0.00	0.15	0.2	ND	ND	ND

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase I	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase II
Oxígeno Disuelto en mg/L	7.71	0.71	6.68	9.01	ND	ND	ND	ND*
Plomo en mg/L	0.04	0.02	0.00	0.05	5	0.1	ND	ND
Potasio en mg/L	4.00	0.00	4.00	4.00	ND	ND	ND	ND
Selenio en mg/L	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	ND	ND	ND
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	0.20	0.00	0.20	0.20	ND	ND	ND	ND
Sólidos Totales en mg/L	184.36	338.10	3.00	1442.00	ND	ND	ND	ND
Sólidos sedimentables en mg/L	0.28	0.38	0.10	1.20	ND	ND	ND	ND
Sólidos suspendidos totales en mg/L	114.47	303.32	2.00	1280.00	ND	ND	ND	ND
Temperatura en °C	28.86	1.96	25.00	32.90	ND	ND	ND	ND
Turbidez en NTU	14.36	13.21	3.72	48.20	ND	ND	ND	ND
Valor de pH	7.02	0.95	5.70	9.70	4.5 a 9	ND	5 a 9	5 a 9
Zinc en mg/L	0.08	0.04	0.01	0.12	2	25	ND	ND

\*El objetivo de calidad para este parámetro está asociado con % de remoción, es decir, con sistemas de tratamiento, por ende, no se considera en el presente análisis.



ND: no definido.

Fuente: ANLA, 2024.

De acuerdo con los datos analizados en el río Únete, se evidencia sobrepaso del límite establecido en los objetivos de calidad para clase I y II (siendo estos más restrictivos que los definidos en el artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola del Decreto 1076 de 2015) aplicable al río Únete en sólo 3 de 41 parámetros analizados: coliformes fecales, coliformes totales y demanda bioquímica de oxígeno, asociados con los expedientes LAM2495 (único dato de DBO que sobrepasa el límite – 19.70 mg/L), LAM4277 (único dato de coliformes fecales que sobrepasa el límite – 220 NMP/100 ml) y LAV0030-00-2015 (tres de cuatro datos que sobrepasan el límite – 1054, 1700 y 2400 NMP/ml).

Con base en lo anterior, es pertinente indicar que, las series analizadas en cada uno de los 3 parámetros mencionados previamente, no se evidencia una representatividad considerable ya que las excedencias normativas se dan en bajos porcentajes así: 9.09 % para coliformes fecales, 44.4 % para coliformes totales y 4.35 % para la DBO.

## **Río Charte**

En cuanto al análisis de calidad del agua del río Charte (Tramo 7 de análisis) se realizó con datos de campañas de monitoreo de 2013 a 2020 de los expedientes LAM2160 - Pruebas extensas de producción de los campos Casanare (Rancho Hermoso 1y2 la Punta y Entreríos), LAM2825 – Perforación Exploratoria Áreas Campo Rico, Municipio Maní, Casanare, LAM3424 - Licencia Ambiental Global para el Área de Desarrollo Volcanera, LAM4277 - Licencia Ambiental para el Área de Perforación Exploratoria El Portón., LAM4399 - Área de perforación exploratoria "Bloque El Edén", LAM5157 - Licencia ambiental para el proyecto " Área de Perforación Exploratoria Bloque Llanos 27", LAM6045 - Campo de producción Casimena, LAV0030-00-2015 - Licencia Ambiental Explotación Bloque El Edén y LAV0040-00-2018 - Proyecto Área de Perforación Exploratoria El Portón -cesión parcial- Pozos Prosperidad y Calatea, los cuales se localizan en el tramo de la corriente analizada. En la Tabla 22 se presenta la media, desviación estándar y los valores mínimos y máximos de las campañas de monitoreo consideradas en el presente análisis que comprenden un total de 482 muestras:

Tabla 22. Valores estadísticos de la serie de datos analizada en el Tramo 7 - río Charte



Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase II
Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	6.66	6.41	2.00	37.00	ND	ND	ND
Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	30.76	43.19	4.00	409.00	ND	ND	ND
Aluminio en mg/L	1.79	1.86	0.08	23.20	5	5	ND
Arsénico en mg/L	0.47	1.91	0.00	10.00	0.1	0.2	ND
BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/l	0.01	0.01	0.01	0.03	ND	ND	ND
Bario en mg/L	0.72	0.38	0.04	1.00	ND	ND	ND
Cadmio en mg/L	0.03	0.02	0.00	0.05	0.01	0.05	ND
Cianuro en mg/L	0.04	0.04	0.01	0.20	ND	ND	ND
Cloruros en mg/L	8.81	15.67	1.46	159.00	ND	ND	ND
Cobre en mg/L	0.10	0.05	0.00	0.20	0.2	0.5	ND
Coliformes Fecales en NMP/100ml	1925.87	17155.61	1.00	322300.00	<1000	ND	<200
Coliformes Totales en NMP/100ml	28547.95	99616.58	6.00	933000.00	<5000	ND	<1000
Conductividad en µS/cm	114.91	95.24	0.05	770.00	ND	ND	ND
Cromo en mg/L	0.13	0.08	0.00	0.20	0.1	1	ND
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	11.61	12.40	1.10	81.90	ND	ND	<10

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase II
Demanda Química de Oxígeno en mg/L	34.17	23.92	0.05	291.00	ND	ND	ND
Dureza Cálcica de la descarga en mg/L	19.87	8.09	3.00	41.50	ND	ND	ND
Dureza Total de la descarga en mg/L	33.39	12.65	4.00	71.60	ND	ND	ND
Fenoles en mg/L	0.35	2.28	0.00	30.00	ND	ND	<0.1
Fósforo Total en mg/L	0.14	0.10	0.02	0.54	ND	ND	5
Grasas y Aceites en mg/L	6.41	4.13	0.10	22.20	ND	ND	<0.01
Hidrocarburos Totales en mg/L	4.48	4.13	0.07	15.00	ND	ND	ND
Hierro en mg/L	3.35	5.03	0.10	54.30	5	ND	ND
Mercurio en mg/L	0.18	0.69	0.00	6.02	ND	0.01	ND
Nitratos en mg/L	1.16	0.76	0.10	4.39	ND	ND	ND
Nitritos en mg/L	0.03	0.04	0.00	0.17	ND	ND	ND
Nitratos + Nitritos	-	-	-	4.56	ND	ND	<5
Níquel en mg/L	0.06	0.05	0.00	0.20	ND	ND	ND
Ortofosfatos en mg/L	0.10	0.17	0.00	1.19	ND	ND	ND
Oxígeno Disuelto en mg/L	6.18	1.55	1.57	12.50	ND	ND	ND*
Plata en mg/L	0.07	0.34	0.00	4.45	ND	ND	ND

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario	Objetivo de calidad (mediano plazo - 2022) Clase II
Plomo en mg/L	0.07	0.04	0.00	0.15	0.1	ND	ND
Selenio en mg/L	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	ND	ND
Sulfatos en mg/L	15.56	13.24	3.45	228.00	ND	ND	<30
Sólidos suspendidos totales en mg/L	192.37	294.26	1.33	3243.00	ND	ND	ND
Temperatura en °C	27.68	2.40	3.00	36.10	ND	ND	ND
Tensoactivos en mg/L	0.18	0.08	0.10	0.70	ND	ND	ND
Turbidez en NTU	153.35	367.08	1.10	3800.00	ND	ND	ND
Valor de pH	7.24	0.65	5.40	9.35	4.5 a 9	ND	5 a 9
Vanadio en mg/L	0.14	0.25	0.01	1.00	0.1	ND	ND
Zinc en mg/L	0.09	0.09	0.01	0.68	2	25	ND

\*El objetivo de calidad para este parámetro está asociado con % de remoción, es decir, con sistemas de tratamiento, por ende, no se considera en el presente análisis.

ND: no definido.

Fuente: ANLA, 2024.

De acuerdo con los datos analizados del río Charte, se evidencia sobrepaso de los límites normativos en parámetros microbiológicos y asociados con la concentración de materia orgánica como la DBO, coliformes fecales y totales. En este drenaje se evidencia que las excedencias se dan en el 51.85 % de la serie para el parámetro de DBO, 43.80 % para los coliformes fecales y 76.51 % para los coliformes totales. Lo anterior, tiene sentido considerando que, en la parte alta de la cuenca del río Charte se localiza el municipio de Yopal cuyas descargas de aguas residuales se realizan en el caño Usivar, afluente del río Charte (específicamente en la parte alta de la cuenca).

Asimismo, se registraron excedencias de metales respecto al límite definido en el Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola en varios parámetros como el aluminio, hierro y plomo; sin embargo, es pertinente indicar que, en la mayoría de los datos de las series analizadas, estos parámetros registran concentraciones bajas, evidenciándose que sólo el 4.75 % y el 15.53 % de los datos de la serie reportan concentraciones superiores a 5 mg/L para el aluminio y el hierro, respectivamente.

### **3.5 Análisis gráfico de parámetros con variaciones**

A partir de la revisión de las variables estadísticas de parámetros cuyos resultados fueron presentados previamente, se realiza un análisis gráfico de tres (3) parámetros sobre los cuales se evidenciaron mayores variaciones en sus concentraciones, desde aguas arriba hacia aguas abajo del río Cusiana y/o por su relevancia en la zona dadas las características de las actividades que se desarrollan en la cuenca, tales parámetros son: hidrocarburos totales, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales.

#### **Hidrocarburos Totales**

En la Figura 5 se presenta la variación del parámetro hidrocarburos totales junto con la localización de los vertimientos asociados a los proyectos licenciados por la ANLA en la cuenca del río Cusiana. Es pertinente resaltar que en la parte alta de la cuenca del río Cusiana (tramo 1 y tramo 3) se evidencia que, el mismo presenta concentraciones que no exceden los 5 mg/L, manteniéndose esto tanto en el río Caja (tramo 2) como el río Chitamena (tramo 4); sin embargo, a partir de la confluencia del río Únete (tramo 5) hacia aguas abajo (incluyendo el río Charte – tramo 7) la concentración de este parámetro se triplica.

Se realizó la consulta inicialmente del origen de los datos, encontrando por ejemplo para el río Únete que, la totalidad de valores altos (15 mg/L) están asociados con reportes realizados por el expediente LAV0030-00-2015 - Licencia Ambiental Explotación Bloque El Edén en los años 2018, 2019 y 2021. Al revisar los conceptos técnicos de seguimiento asociados con este expediente en esos períodos, se evidenció que en marzo de 2018 el proyecto reportó una contingencia de un evento conocido como “patada de pozo” registrado el 6 de marzo de 2018 en el pozo La Casona 1. Respecto a este evento, la sociedad indicó que la mayor parte del fluido quedó en la plataforma y que los vientos presentes provocaron un spray fuera del área de la locación, asperjando cobertura de pastos. Asimismo, se indicó que no hubo afectación a cuerpos de agua como tal, lo cual confirmado por Corporinoquia en la visita de seguimiento de la contingencia realizada y reportada en el comunicado No. 500.11.18.03155 del 13 de marzo de 2018, es decir, no es posible asociar estos registros con este evento contingente.

Posteriormente, se realizó la revisión de las posibles fuentes asociadas con estas concentraciones de hidrocarburos totales en las corrientes hídricas previamente

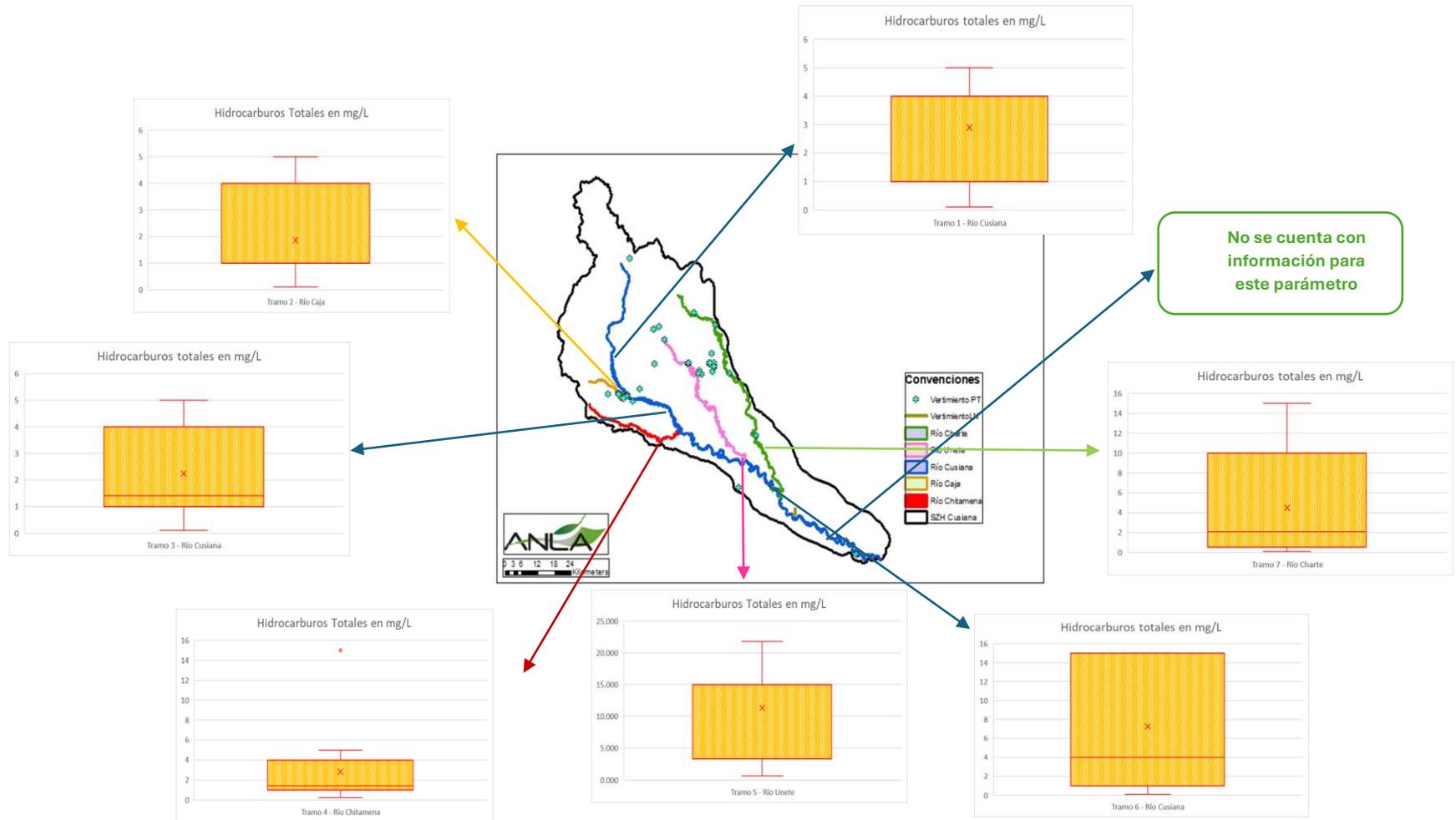
mencionadas, encontrando que en la parte alta de las cuencas del río Únete y río Charte se tienen diferentes permisos de vertimiento autorizados por ANLA y por la Corporación; sin embargo, en estas zonas de la cuenca se desarrollan diferentes actividades antrópicas del sector pecuario, agrícola, entre otros. Adicionalmente y tal como se mencionó previamente, el río Charte tiene como afluente el caño Usivar, cuerpo de agua receptor de las aguas residuales del municipio de Yopal, el cual se localiza en la parte alta de la cuenca e influye en la calidad de agua de la misma.

Lo anterior coincide con lo descrito en el análisis de calidad del agua del POMCA del río Cusiana, en el cual se detalla que en la subzona hidrográfica del río Cusiana se evidencian condiciones en la que el estado del conflicto asociado con el recurso hídrico a nivel general se encuentra en rango medio y bajo dadas las condiciones de altos excedentes hídricos y bajos valores del Indie de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL); sin embargo, en el caso de las subcuencas del río Charte y parte baja del río Únete es evidente el alto conflicto del recurso hídrico considerando que el índice de uso del agua (IUA) en la subcuenca del río Charte es Alto y Muy alto en la parte media baja del río Únete, sumado a las condiciones de IACAL moderado en ambas subcuencas.

El conflicto del recurso hídrico en las subcuencas del río Charte y media baja del río Únete es alto considerando que las condiciones de calidad presentan ya señales de alarma (CORPORINOQUIA, 2019). En línea con esto, se evidencia que las condiciones de depuración de las aguas residuales domésticas del sistema de alcantarillado de Yopal y Aguazul no están cumpliendo con los criterios de calidad, en ese sentido se comprometen las condiciones de depuración natural de los ríos Charte y Únete que son afluentes del río Cusiana. Se deben reunir esfuerzos para mejorar las condiciones de depuración de las aguas residuales y en general mejorar las condiciones de saneamiento de estas subcuencas para así evitar la contaminación aguas abajo del río Cusiana.



Figura 5. Variación de la concentración de Hidrocarburos totales en la cuenca del río Cusiana



Fuente: ANLA, 2024.



## **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

En la Figura 6 se presenta la variación de la demanda bioquímica de oxígeno en el sentido aguas abajo en la cuenca del río Cusiana, considerando la confluencia de los cuatro (4) afluentes analizados en el presente informe. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es el parámetro más ampliamente utilizado para determinar el contenido de materia orgánica en una muestra de agua (SIERRA, 2011). Es una medida importante para determinar el grado de contaminación orgánica y el impacto potencial en los ecosistemas acuáticos.

En la Tabla 23 se presentan los rangos definidos en la teoría para clasificar la calidad del agua asociada con este parámetro específicamente.

Tabla 23. Rangos asociados con concentraciones de DBO en el agua superficial

Rango	Clasificación
$\leq 3$	Excelente, no contaminada.
3 a 6	Buena calidad: Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable
6 a 30	Aceptable: Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente
30 a 120	Contaminada: Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal
$>120$	Fuertemente contaminada: Aguas superficiales con un fuerte impacto de descarga de aguas residuales crudas municipales o no municipales

Fuente: (CORPORINOQUIA, 2019). Adaptado por ANLA, 2024.

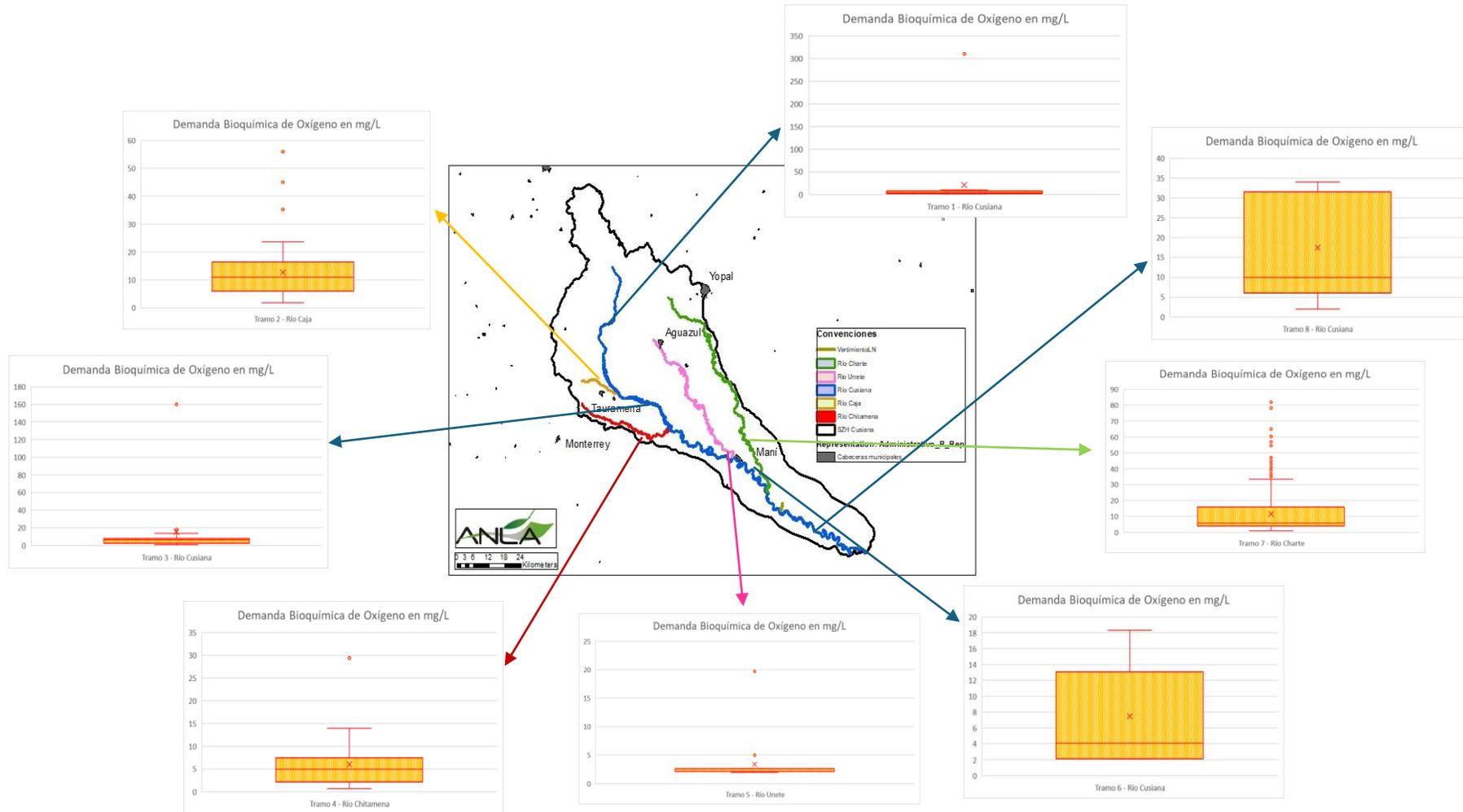
En general, se evidencia que la concentración de la DBO en la cuenca del río Cusiana se encuentra en concentraciones entre los 20 y 40 mg/L, es decir, se trata de aguas con condiciones aceptables con indicio de contaminación y aguas contaminadas con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal. Lo anterior, puede ser causado por el aporte de cargas contaminantes de origen difuso que es transportada a los cuerpos de agua por acción de la lluvia.

Lo anterior tiene sentido con las características de las series de datos analizadas, que registran mayores concentraciones en época de lluvia y va en línea con los resultados de los monitoreos ejecutados por Corporinoquia y reportados en el POMCA del río Cusiana en los cuales se evidencia el impacto de la temporada de lluvia sobre este parámetro, ya que en la segunda temporada de monitoreo, realizada en época hidrológica de lluvias, ninguna muestra analizada presentó valores de DBO menores o iguales a 5mg/L. Acorde con lo anterior, se recomiendan medidas especiales (como reforestación, restauración, educación y sensibilización, entre otros) no solo en el control de vertimientos, si no en la conservación y recuperación de las coberturas vegetales, control en el uso de abonos en las zonas de cultivo, y ganadería de las zonas aferentes a los tramos objeto de análisis, ya que el aumento

de materia orgánica se presenta en la temporada de lluvias, posiblemente por el aporte de carga contaminante de origen difuso (CORPORINOQUIA, 2019).



Figura 6. Variación de la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno en la cuenca del río Cusiana



Fuente: ANLA, 2024.

## Sólidos Suspendidos Totales

En la Figura 7 se presenta la variación de los sólidos suspendidos totales en la cuenca del río Cusiana, resaltando que, para este parámetro a diferencia de los dos anteriores, se evidencia un aumento significativo de la concentración de aguas arriba donde el valor inicial es del tramo 3 es aproximadamente de 150 mg/L, pasando a concentraciones superiores a los 700 mg/L en el tramo 6, luego de la confluencia del río Únete y río Charte y, finalizando en concentraciones cercanas a los 1800 mg/L.

La presencia de sólidos en suspensión en los cuerpos de agua indica cambio en el estado de las condiciones hidrológicas de la corriente. Dicha presencia puede estar relacionada con procesos erosivos, vertimientos industriales, extracción de materiales y disposición de escombros. Tiene una relación directa con la turbiedad.

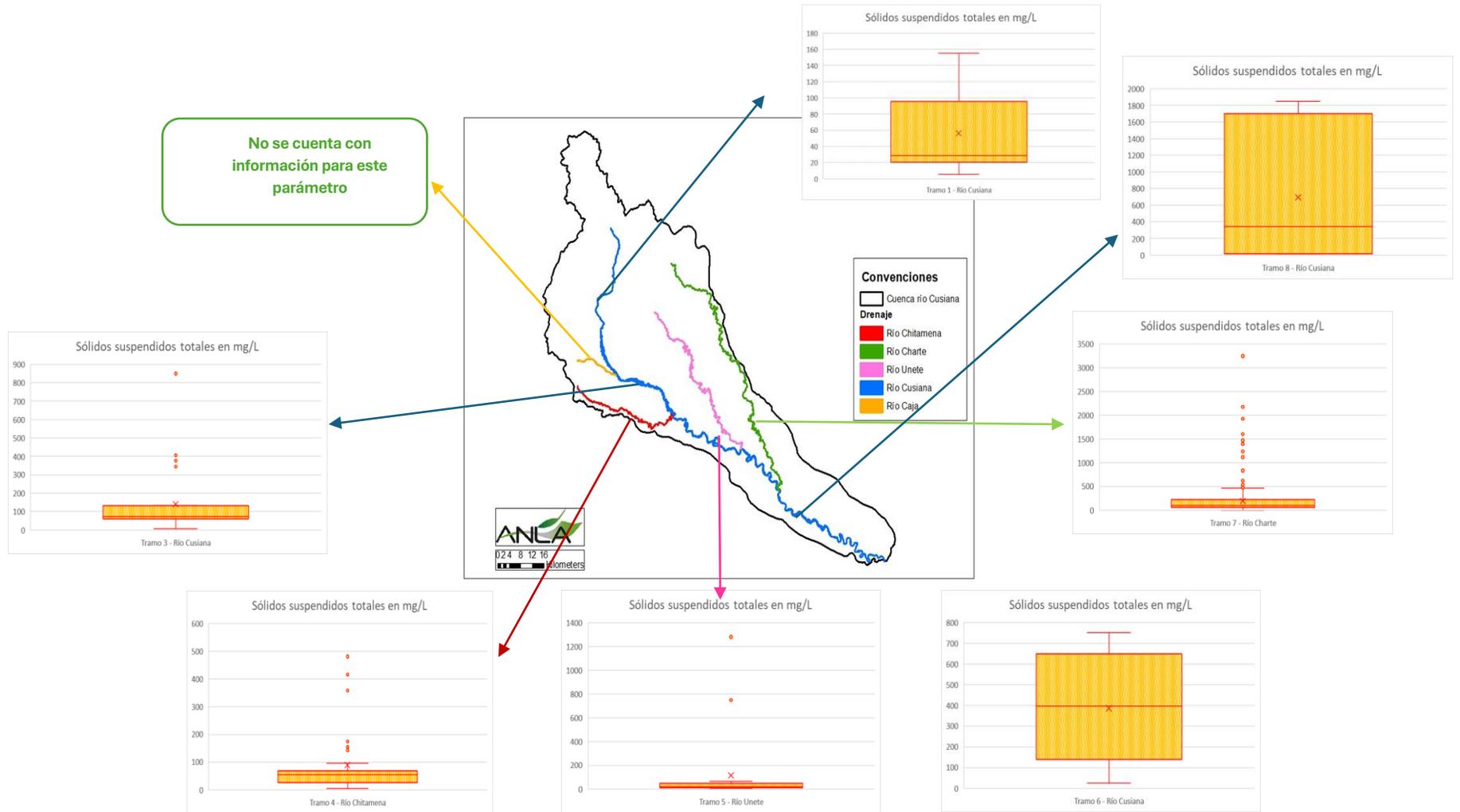
De acuerdo con el análisis de calidad del agua del POMCA de río Cusiana, la presencia de altas concentraciones de SST es la tercera causa de alteración de la calidad del agua en la cuenca. Los SST tienen relación con el aporte de sólidos a los cauces de corrientes superficiales, con origen tanto natural como antrópico; de una parte, la dinámica natural de arrastre debida a la precipitación; y de otra, la erosión del suelo debida a labores agrícolas de arado y labranza registradas en la cuenca del río Cusiana, así como la remoción de cobertura vegetal con fines de urbanización y la implantación de obras de infraestructura.

Dicho aporte de sólidos al agua está correlacionado con repercusiones ecológicas, incremento del color y la turbiedad, así como con la presencia de materia orgánica e inorgánica (sumatoria expresada como DQO), lo que indirectamente ejerce un consumo del oxígeno presente en el agua (CORPORINOQUIA, 2019).





Figura 7. Variación de la concentración de sólidos suspendidos totales en la cuenca del río Cusiana



Fuente: ANLA, 2024.



## **4. CONCLUSIONES**

En la cuenca del río Cusiana las concentraciones de los parámetros asociados con cargas contaminantes de tipo orgánico como coliformes, DBO, DQO, entre otros, reflejan que los cuerpos de agua son receptores de vertimientos de aguas domésticas sin previo tratamiento, actividad que está incidiendo en la alteración de la calidad del agua en general, así como el desarrollo de actividades asociadas con el sector agrícola y pecuario. Siendo esto coherente con los resultados de calidad del agua presentados en el POMCA del río Cusiana y el reporte sobre la cuenca del río Charte.

En línea con lo anterior y a partir de los resultados del análisis de calidad de los 5 cuerpos de agua antes detallados, se evidenció que la subcuenca del río Charte es la receptora de las aguas residuales domésticas e industriales, destacándose el vertimiento de la planta de tratamiento de agua residual del municipio de Yopal. Las descargas realizadas, principalmente en la zona alta de la cuenca, al no ser tratadas adecuadamente, constituyen un factor crítico de contaminación a lo largo de la misma, lo cual se agudiza aguas abajo de la cuenca del río Cusiana, sobre todo en los aspectos microbiológicos, presencia de grasa y aceites, y cargas orgánicas.

Es preciso indicar que, a nivel regional se evidencian comportamientos que muestran acumulación de impactos en temas de sedimentación, materia orgánica y erosión, un ejemplo de ello es el aumento de concentraciones de parámetros como los SST en la parte baja de la cuenca del río Cusiana. Lo anterior, puede estar principalmente relacionado con el desarrollo de actividades tanto naturales como antrópicas que se presentan en la cuenca del río Cusiana.

Respecto a los proyectos licenciados por la ANLA (de los cuales se tomó la información base para el presente análisis) se evidencia dentro de los respectivos seguimientos realizados por la entidad, que no se tienen registros de datos alarmantes y continuos en las campañas de monitoreo realizadas por los mismos, ya que en estas se evidencian algunas concentraciones que superan los límites normativos establecidos y considerados en el presente análisis; sin embargo, al realizar la revisión detallada de las series de datos contempladas se observa que son datos puntuales, que son objeto de revisión y análisis en los seguimientos específicos de cada proyecto y, que no contribuyen a una tendencia incremental en sus concentraciones.

Ahora bien, aun cuando las concentraciones no son significativas (tal como se describió previamente) es pertinente desde el seguimiento de los proyectos licenciados por la ANLA y desde la reglamentación que pueden implementar las Autoridades Autónomas Regionales, en este caso Corporinoquia, ejercer un mayor control frente al desarrollo de actividades antrópicas asociadas con el sector pecuario, agrícola, hidrocarburos, entre otros. Para esto y acorde con los resultados del Reporte sobre la cuenca del río Charte, se recomienda priorizar

la instrumentación de la cuenca con estaciones hidrometeorológicas, siendo este el principal objetivo de la estrategia de monitoreo de la ANLA en la cuenca del río Cusiana, con la cual se busca contar con datos en una misma escala espacio-temporal que permitan análisis estandarizado de la calidad del recurso a nivel regional.

Asimismo, es pertinente que las autoridades ambientales antes mencionadas, en el marco de las solicitudes de aprovechamiento del recurso hídrico superficial en la zona, consideren la variabilidad hidrológica mensual (periodos secos), restringiendo las captaciones en corrientes hídricas superficiales para el periodo de diciembre a marzo. En cuanto las condiciones de modo, tiempo y lugar de los monitoreos desarrollados en la cuenca, es indispensable contar con información en las dos épocas climáticas, toda vez, que esto permite la comparación de resultados y el respectivo análisis de cómo la época climática incide en el comportamiento de parámetros.

Sumado a lo anterior, cuando se presenten solicitudes de permiso de vertimientos sobre fuentes hídricas superficiales en la cuenca del río Cusiana, se recomienda revisar que en los estudios ambientales y en las modelaciones de calidad del agua, se hayan realizado los análisis de calidad y escenarios de modelación para periodo seco y húmedo, debido a las condiciones de alta variabilidad en los caudales en la zona.

Finalmente, la ANLA continuará en el marco de los seguimientos de los proyectos licenciados en la cuenca del río Cusiana, verificando las condiciones de modo, tiempo y lugar de los monitoreos desarrollados por los expedientes, con el fin de evaluar el cumplimiento normativo aplicable, así como el análisis de calidad del agua a nivel regional y la pertinencia de estandarizar e involucrar en los programas de monitoreo aquellos tramos en los cuales se evidencian impactos acumulativos.