

**INFORME DE EVALUACIÓN DE META GLOBAL DE CARGA CONTAMINANTE  
AÑO 2021**

JOSE MANUEL CORTEZ OROZCO  
**Director General**

Equipo de Implementación, Verificación y Control de la Tasa Retributiva por  
Vertimientos Puntuales.

Equipo de Implementación del Procedimiento Técnico de la Tasa Retributiva  
**Subdirección de Regulación y Control Ambiental**

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO**

Armenia, Quindío.

Mayo de 2022

## INTRODUCCIÓN

En el presente *Informe de Evaluación de Meta Global de Carga Contaminante* se realiza exposición y análisis del ejercicio de implementación del procedimiento técnico de la Tasa Retributiva en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Quindío, proporcionando además los elementos técnicos y jurídicos necesarios para la comprensión del texto y de los aspectos alusivos al alcance del incentivo ambiental.

Así pues, la *Tasa Retributiva* es un instrumento económico que tiene su fundamento en el Artículo 338 de la Constitución Política de Colombia, basada en el principio “el que contamina paga”, siendo desarrollada por la ley 99 de 1993, y que se encuentra a su vez reglamentada en el Decreto 1076 de 2015, cuyo fin es incentivar la descontaminación de las fuentes hídricas, y la conversión a tecnologías más limpias que conlleven la protección del Ambiente y los Recursos Naturales; se encuentra definida en el artículo 2.2.9.7.2.5 del Decreto indicado, como aquella que cobrará la autoridad ambiental competente al usuario por la utilización directa e indirecta del recurso hídrico como receptor de vertimientos puntuales directos o indirectos y sus consecuencias nocivas, originados en actividades antrópicas o propiciadas por el hombre y actividades económicas o de servicios, sean o no lucrativas.

En este sentido es importante advertir, que de acuerdo con lo dispuesto por el Libro 2 Parte 2 Título 9 Capítulo 7 del Decreto 1076 de 2015, y con el objeto de lograr el fin de la Tasa Retributiva, cada 5 años la Autoridad Ambiental debe celebrar un proceso de concertación con los usuarios y con la comunidad en general, para que amparados en la norma de vertimiento, el estado del recurso, y los objetivos de calidad existentes, se establezcan Metas de Carga Contaminante, las cuales deben ser elevadas y consignadas en Acuerdo del Consejo Directivo, en el cual además se incorporan los sujetos pasivos identificadas, y se particularizan las reglas para el cobro dentro de la jurisdicción.

Al respecto, frente a la implementación de la Tasa Retributiva en el departamento del Quindío, en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Quindío se han establecido tres periodos quinquenales para el cobro de la Tasa Retributiva, celebrando para tal fin los Acuerdos del Consejo Directivo respectivos, así:

- Acuerdo N° 016 de 2008 para el Quinquenio 2008 – 2013.
- Acuerdo N° 005 de 2015 para el Quinquenio 2014 – 2018; el cual fue ajustado a través de Acuerdo 003 de 2018, ello posterior a la celebración de proceso de consulta, con la que se pretendió acoger las disposiciones de la Resolución N°

0631 de 2015 (norma de vertimientos), y cuyas metas globales a su vez fueron prorrogadas para la vigencia 2019 mediante el Acuerdo N° 010 de 2019<sup>1</sup>. Este último acuerdo dispuso además condiciones particulares para el ajuste y aplicación del factor regional para el primer año del siguiente quinquenio a considerarse<sup>2</sup>.

- Acuerdo N° 001 de 2021 para el Quinquenio 2020 – 2024.

Así las cosas, corresponde entonces a la Autoridad Ambiental realizar seguimiento y evaluar el cumplimiento de la Meta Global de Carga Contaminante, establecida en el Acuerdo indicado, y de igual forma, ajustar el factor regional según lo establecido en los artículos 2.2.9.7.4.3 y 2.2.9.7.4.4 del Decreto 1076 de 2015 y el referido Acuerdo de Concejo Directivo N° 001 de 2021.

Al respecto, y de conformidad con el artículo 2.2.9.7.3.6. de la misma norma, en el presente documento, la Corporación Autónoma Regional del Quindío se permite presentar al Consejo Directivo y la comunidad en general, el informe del año 2021 sobre el cumplimiento de la Meta Global de Carga Contaminante y de los Objetivos de Calidad.

---

<sup>1</sup> Es de anotar que, una vez culminada la vigencia del referido Acuerdo N° 005 de 2015, la Corporación no había iniciado proceso de consulta para el establecimiento de Metas de Carga Contaminante para el siguiente periodo Quinquenal, situación causada, por encontrarse a la espera del resultado del ejercicio técnico desatado para la determinación de nuevos Objetivos de Calidad en las principales corrientes hídricas del Departamento (y/o en las receptoras de vertimientos), por lo que, con el propósito de ajustar las Metas de Carga Contaminante a los nuevos objetivos de calidad a generarse, y a su vez buscando la protección del recurso hídrico, se estableció como estrategia transitoria la prorrogación de las Metas Globales de Carga Contaminante del Acuerdo N° 005 de 2015 para el año 2019, para lo cual realizó proceso de consulta que culminó con la expedición del Acuerdo N° 010 de 2019 *Por medio del cual se prorrogan las Metas Globales de Carga Contaminante del Acuerdo CRQ N° 005 de 2015, y se dictan disposiciones especiales para el Cobro de la Tasa Retributiva a realizarse en la jurisdicción del Departamento del Quindío por las Cargas Contaminantes vertidas en el año 2019.*

<sup>2</sup> Parágrafo Primero, Artículo Primero Acuerdo N° 010 de 2019.

## **OBJETIVO**

Exteriorizar el procedimiento efectuado en la Corporación Autónoma Regional del Quindío - CRQ para la evaluación del cumplimiento, en el año 2021, de las Metas Globales de Carga Contaminante establecidas en el Acuerdo N° 001 de 2021, en el marco de la Implementación de la Tasa Retributiva como incentivo para la descontaminación de las fuentes hídricas en el Departamento del Quindío.

## 1. MARCO NORMATIVO

El presente informe se sustenta en el mandato Constitucional y Legal que rige el ordenamiento jurídico Colombiano, así como en la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano, la cual trajo consigo una serie de principios a ser aplicados en las decisiones que se tomen con relación al Ambiente y/o los Recursos Naturales, además de las principales disposiciones que en la materia rigen nuestro estado social de derecho; teniendo en cuenta lo anterior, es pertinente citar los siguientes apartes normativos:

La Constitución Política de Colombia y Los tratados Internacionales debidamente ratificados, siendo estos los que fijan las reglas y premisas bajo las cuales se deben realizar las actividades en el territorio nacional, propendiendo en todo caso por la protección del Ambiente y de los Recursos Naturales.

El Decreto 2811 de 1974 "Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.", este es fundamental dentro de la protección del Ambiente y los Recursos Naturales.

La ley 99 de 1993, "Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA y se dictan otras disposiciones", este es carta de navegación fundamental para la Autoridad Ambiental, siendo de especial relevancia para el asunto objeto de estudio el Artículo 42 del título VII "de las Rentas de las Corporaciones Autónomas Regionales", de la norma ibídem:

*ARTÍCULO 42.- Tasas Retributivas y Compensatorias. La utilización directa o indirecta de la atmósfera, del agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean o no lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas.*

La Resolución 1433 de 2004, "por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones", al respecto establece:

*Artículo 1.1. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV...*

*El Plan deberá formularse teniendo en cuenta la información disponible sobre calidad y uso de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores. los criterios de priorización de proyectos definidos en el Reglamento Técnico del sector RAS 2000 o la norma que lo modifique o sustituya y lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento y Territorial, POT, Plan Básico de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial. El Plan será ejecutado por las personas prestadoras del servicio de alcantarillado y sus actividades complementarias. (Subrayado fuera de texto).*

La Resolución N° 0631 de 2015 "Por la cual se establecen los parámetros y límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistema de alcantarillado públicos y se dictan otras disposiciones".

El Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", entre otros contiene normas regulatorias de los residuos líquidos y de la Tasa Retributiva, se destacan especialmente las disposiciones dadas

en el Libro 2 *“Régimen Reglamentario del Sector Ambiente Parte” 2 “Reglamentaciones”* Titulo 9 *“Instrumentos Financieros, Económicos y Tributarios”* Capitulo 7. *“Tasas Retributivas Por Vertimientos Puntuales al Agua”*.

El Acuerdo N° 003 de 2018 del Consejo Directivo de la CRQ, “Por medio del cual se ajustan las Metas de Carga Contaminante del Acuerdo N° 005 de 2015, de conformidad con lo dispuesto por la resolución N° 0631 de 2015, se corrigen errores de forma del mismo, y se dictan otras disposiciones para el Cobro de la Tasa Retributiva a realizarse en la jurisdicción del Departamento del Quindío”, el cual busca la descontaminación de las fuentes hídricas y el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y fue producto de proceso de concertación con la comunidad, proceso que se surtió bajo el marco de la resolución CRQ N° 1267 de 2016 “Por la cual se da inicio al proceso de consulta para el ajuste de metas de carga contaminante definidas para los cuerpos de agua o tramos de los mismos, en la jurisdicción del departamento del Quindío, para el Quinquenio 2014 – 2018, según acuerdo del consejo directivo N° 005 de 2015”. Es de anotar que dicho ajuste obedeció a lo estipulado en la resolución N° 0631 de 2015, la cual en su artículo 19 estableció un periodo de transición para su aplicación, en especial para la revisión y ajuste de las metas de carga contaminante preestablecidas.

El Acuerdo N° 010 de 2019 del Consejo Directivo de la CRQ, “Por medio del cual se prorrogan las Metas Globales de Carga Contaminante del Acuerdo CRQ N° 005 de 2015, y se dictan disposiciones especiales para el Cobro de la Tasa Retributiva a realizarse en la jurisdicción del Departamento del Quindío por las Cargas Contaminantes vertidas en el año 2019”. De acuerdo a lo descrito en el aparte de introducción de este informe, el Consejo Directivo de CRQ estableció como estrategia transitoria la prorrogación de las Metas Globales de Carga Contaminante del Acuerdo N° 005 de 2015 para el año 2019, para lo cual realizó proceso de consulta que culminó con la expedición del Acuerdo N° 010 de 2019; esto con el fin además de, entre otros, fijar las metas de carga contaminante del siguiente quinquenio considerando los nuevos objetivos de calidad que se estaban elaborando en la misma vigencia.

La Resolución CRQ N° 1489 del 19 de septiembre de 2016 “Por medio de la cual se fijan los objetivos de calidad del río Quindío”, objetivos de calidad fijados para el periodo 2017-2025.

La Resolución CRQ N° 1736 del 1 de septiembre de 2020 “Por medio de la cual se fijan objetivos de calidad para las principales fuentes hídricas del departamento del Quindío para el periodo 2020 – 2030”, objetivos de calidad fijados para 37 fuentes hídricas para el periodo 2020 – 2030, los cuales surgieron tras ejercicio técnico desarrollado entre las vigencias 2018 y 2019.

La Resolución CRQ N° 1844 del 9 de septiembre de 2020 “Por medio de la cual se adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Roble y se fijan objetivos de calidad para el Río Roble, quebrada Portachuelo y quebrada Cajones del departamento del Quindío”, objetivos de calidad fijados para estas fuentes hídricas para el periodo 2020 – 2030, los cuales surgieron tras ejercicio técnico desarrollado entre las vigencias 2018 y 2019.

El Acuerdo N° 001 de 2021 del Consejo Directivo de la CRQ, “Por medio del cual se define la meta global y las metas individuales de carga contaminante para los parámetros de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) y Sólidos Suspendidos Totales (SST), en vertimientos puntuales y cuerpos de agua en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Quindío para el Quinquenio 2020 - 2024”. Acuerdo resultante de proceso de consulta con la comunidad y usuarios de la tasa retributiva, proceso que se surtió bajo el marco de la Resolución CRQ N° 2760 del 30 de noviembre del 2020, “Por medio de la cual se inicia y reglamenta el proceso

de consulta para el establecimiento de la Meta Global de Carga Contaminante vertida a los cuerpos de agua de la jurisdicción de CRQ para el periodo 2020-2024, y se adoptan otras disposiciones". Es de anotar que el cumplimiento de las metas establecidas mediante el precitado Acuerdo N° 001 de 2021 permitirá avanzar en el cumplimiento de los Objetivos de Calidad establecidos para las fuentes hídricas receptoras de vertimientos; tanto los fijados para 37 fuentes hídricas mediante la Resolución CRQ N° 1736 de 2020 y para la Quebrada Portachuelo, Cajones y el Río Roble mediante la Resolución CRQ N° 1844 de 2020; objetivos estos fijados para el periodo 2020 – 2030, así como de los aquellos fijados para el Río Quindío mediante la mencionada Resolución CRQ N° 1489 de 2016.

## 2. ASPECTOS GENERALES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TASA RETRIBUTIVA

La implementación de la Tasa Retributiva se configura con el establecimiento de metas quinquenales de contaminación de orden individual, grupal y global, por cada usuario del recurso hídrico, y por cada cuerpo de agua o tramo del mismo, denominadas Metas de Carga Contaminante, metas que surgen después de surtir el procedimiento dispuesto en el Libro 2 Parte 2 Título 9 Capítulo 7 del Decreto 1076 de 2015, estableciendo finalmente las mismas mediante la celebración de un acuerdo; para el caso del Departamento del Quindío, del Concejo Directivo de la CRQ, teniendo que en la actualidad, estas metas se encuentran establecidas mediante el Acuerdo N° 001 de 2021; esto para el Quinquenio 2020 – 2024. En este acuerdo se establecen las metas globales de las fuentes hídricas receptoras de vertimientos, así como las metas individuales para los diferentes usuarios de la tasa retributiva por cada una de estas vigencias; metas fijadas para avanzar además en el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para las mencionadas fuentes receptoras, corrientes con objetivos de calidad entonces las que consecuentemente determinan el número de tramos que componen este acuerdo, cuarentaicuatro (44) tramos, los cuales se describen a continuación;

Tramo	Unidad Hidrográfica	Descripción del Tramo	Usos del Recurso Hídrico	Coordenadas Magna SIRGAS Oeste			
				Punto inicio		Punto Final	
				X	Y	X	Y
I	Río Quindío	Comprendido desde el nacimiento hasta aguas arriba de la desembocadura del río Navarco	Consumo humano y doméstico con solo desinfección Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Agrícola con restricciones	1183845,96	1004751,17	1163411,80	1002440,77
IIa		Comprendido desde aguas arriba de la desembocadura del río Navarco hasta aguas debajo de la bocatoma del municipio de La Tebaida	Consumo humano y doméstico con solo desinfección Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Agrícola con restricciones	1163411,80	1002440,77	1157260,01	993221,78
IIb		Comprendido desde aguas debajo de la bocatoma del municipio de La Tebaida hasta aguas arriba de la desembocadura de la quebrada El Pescador	Pecuario. Industrial con restricción especial para la actividad de explotación manual de material de construcción y material de arrastre por tratarse de una actividad de contacto secundario. Estético	1157260,01	993221,78	1154260,13	989787,10
III		Comprendido desde aguas arriba de la desembocadura de la quebrada El Pescador hasta antes de la confluencia con el río Barragán	Pecuario. Industrial con restricción especial para la actividad de explotación manual de material de construcción y material de arrastre por tratarse de una actividad de contacto secundario. Estético	1154260,13	989787,10	1141721,15	977967,36

**Tabla 1. Tramos establecidos con ocasión a los objetivos de calidad para el Río Quindío fijados mediante la Resolución CRQ No. 1489 de 2016**

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	Usos del Recurso Hídrico			Coordenadas Magna SIRGAS Oeste			
						Punto de inicio		Punto Final	
			Corto	Mediano	Largo	X	Y	X	Y
3	Quebrada Cajones	Desde el nacimiento de la quebrada cajones hasta aguas arriba del inicio de casco urbano de Circasia	Preservación fauna y flora, Recreativo contacto secundario, Agrícola sin restricción, Pesca			1162638,6	1004672,2	1160696,2	1003270,7
4A		Desde aguas arriba del inicio del casco urbano de Circasia Hasta aguas arriba de la descarga municipal OCD 09	Asimilación y transporte	Preservación fauna y flora Recreativo contacto secundario Agrícola sin restricción Pesca		1160696,2	1003270,7	1158862,6	1003194,5
4B		Desde aguas arriba de la descarga municipal QCD_09 Hasta la desembocadura en el río Roble	Asimilación y transporte			1158862,6	1003194,5	1158792,5	1003297,1
5	Río Roble	Desde nacimiento del río Roble Hasta desembocadura de la quebrada Cajones	Preservación fauna y flora Recreativo contacto secundario Agrícola sin restricción Pesca			1163816,3	1008889,5	1158792,5	1003297,1
6A		Desde desembocadura de la quebrada Cajones hasta aguas arriba de la confluencia con la Quebrada Portachuelo	Asimilación y transporte			1158792,5	1003297,1	1155686,7	1003609,7
6B		Desde aguas arriba de la confluencia con la Quebrada Portachuelo hasta bocatoma del municipio de Montenegro	Consumo humano y doméstico (solo desinfección) Consumo humano y doméstico (tratamiento convencional) Agrícola con restricción			1155686,7	1003609,7	1151383,4	1000171,8
7		Desde bocatoma municipal de Montenegro hasta desembocadura del río Roble en el río la Vieja	Asimilación y transporte	Pecuario Industrial Estético		1151383,4	1000171,8	1134254,8	997825,6
1	Quebrada Portachuelo	Desde nacimiento de la quebrada Portachuelo hasta la desembocadura de la quebrada chorro de las madres	Preservación fauna y flora, Recreativo contacto secundario, Agrícola sin restricción, Pesca			1163432,9	1009336,6	11558930,1	1008025,6

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	Usos del Recurso Hídrico			Coordenadas Magna SIRGAS Oeste			
						Punto de inicio		Punto Final	
			Corto	Mediano	Largo	X	Y	X	Y
2A		Desde desembocadura de la quebrada chorro de las madres hasta la desembocadura de la quebrada innominada receptora de vertimiento de Filandia	Asimilación y transporte	Consumo humano y doméstico (solo desinfección) Consumo humano y doméstico (tratamiento convencional) Agrícola con restricción	Preservación fauna y flora Recreativo contacto secundario Agrícola sin restricción Pesca	1158930,1	1008025,6	1157871,4	1006991,3
2B		Desde desembocadura de la quebrada innominada receptora de vertimiento de Filandia hasta desembocadura en el río Roble	Asimilación y transporte		Pecuario Industrial Estético	1157871,4	1006991,3	1155686,7	1003609,7

**Tabla 2. Tramos establecidos con ocasión a los objetivos de calidad para el Río Roble, Quebrada Portachuelo y Quebrada Cajones (Circasia) fijados mediante la Resolución CRQ No. 1488 de 2020**

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	Usos del Recurso Hídrico	Coordenadas Magna SIRGAS Oeste			
				Punto de Inicio		Punto Final	
				X	Y	X	Y
1	Quebrada La Florida	Desde aguas arriba del casco Urbano del Municipio de Armenia hasta la desembocadura en el Río Quindío	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1159366	999342	1155511	992239
2	Quebrada El Pescador	Comprendida desde aguas arriba del Casco Urbano hasta desembocadura Río Quindío	Pesca, maricultura y acuicultura	1159394	994373	1154251	989711
3	Quebrada El Naranjal	Desde aguas arriba del casco Urbano del Municipio de Calarcá hasta la desembocadura en el Río Santo Domingo	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1160630	992940	1159220	990774
4	Río Santo Domingo	Comprendido entre la bocatoma San Rafael hasta la desembocadura al Río Verde	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1162498	990515	1149796	979062

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	Usos del Recurso Hídrico	Coordenadas Magna SIRGAS Oeste			
				Punto de Inicio		Punto Final	
				X	Y	X	Y
5	Río Verde	Comprendido entre aguas arriba de la confluencia de la quebrada el Jardín hasta desembocadura	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1153737	979436	1145927	978056
6	Quebrada La Picota	Comprendido entre aguas debajo de la bocatoma de Buenavista y la desembocadura en el Río Barragán	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1149408	974054	1141838	977704
7	Quebrada Las Delicias (Las Margaritas)	Comprendido entre aguas arriba del Casco Urbano del Municipio de Buenavista y la desembocadura en la quebrada Los Juanes	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1147909	973636	1144892	974237
8	Quebrada Cristales	Comprendido desde El nacimiento hasta la confluencia con río La Vieja	Pesca, maricultura y acuicultura	1153952	991415	1136768	979720
9	Quebrada San Nicolás	Desde el nacimiento hasta la desembocadura del Río Quindío	Pesca, maricultura y acuicultura	1155354	992863	1155103	992204
10	Quebrada Santa Rita	Comprendido desde el nacimiento hasta la confluencia con Quebrada El Reposo	Consumo humano y doméstico (solo desinfección) Consumo humano y doméstico (tratamiento convencional) Agrícola con restricciones Recreativo contacto primario	1153873,29	991664,69	1152041,31	991235,97
11	Quebrada Hojas Anchas	Comprendido desde el nacimiento hasta la confluencia con la quebrada Zanjón Hondo	Pesca, maricultura y acuicultura	1159121	1002482	1149916	994182
12	Quebrada Armenia	Comprendida desde el nacimiento hasta la confluencia con el Río Espejo	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1154865	993142	1148345	993800
13	Quebrada La Camelia	Comprendido desde el nacimiento hasta confluencia con río Espejo	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1151869	992410	1145436	992528

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	Usos del Recurso Hídrico	Coordenadas Magna SIRGAS Oeste			
				Punto de Inicio		Punto Final	
				X	Y	X	Y
14	Quebrada Los Quindos	Comprendido desde el nacimiento hasta la confluencia con la quebrada Orlanda	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1152704	991821	1150073	991793
15	Río Espejo	Comprendido desde Confluencia Q. Zanjón Hondo y Q. Hojas Anchas hasta desembocadura al Río La Vieja	Pesca, maricultura y acuicultura	1149916	994182	1134177	984518
16	Quebrada Cajones (Montenegro)	Comprendido desde aguas arriba del Casco Urbano de Montenegro hasta desembocadura al Río Espejo	Pesca, maricultura y acuicultura	1148538	997296	1145297	993343
17	Quebrada Buenavista	Comprendido desde aguas debajo de la bocatoma de Quimbaya hasta desembocadura del Río La Vieja	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1148882	1003994	1135979	1003133
18	Río Gris	Comprendido desde aguas debajo de la bocatoma de Génova hasta la desembocadura al Río San Juan	Consumo humano y doméstico (solo desinfección) Consumo humano y doméstico (tratamiento convencional) Agrícola con restricción Recreativo contacto primario	1142840	956026	1142757	957206
19	Río San Juan	Desde aguas arriba del casco urbano de Génova hasta la confluencia con río Rojo	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1142176	956448	1143872	958990
20	Río Rojo	Comprendido desde el puente vía Génova hasta desembocadura en Río Barragán	Consumo humano y doméstico (solo desinfección) Consumo humano y doméstico (tratamiento convencional) Agrícola con restricción Recreativo contacto primario	1144195,78	958358,36	1142237,43	964027,34
21	Quebrada San José	Desde el casco urbano del municipio de Filandia hasta el límite departamental	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1157113	1008833	1151661	1010352

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	Usos del Recurso Hídrico	Coordenadas Magna SIRGAS Oeste			
				Punto de Inicio		Punto Final	
				X	Y	X	Y
22	Río Lejos	Desde aguas arriba del casco urbano del municipio de Pijao hasta la desembocadura del Río Barragán	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1153413	971570	1142413	968557
23	Quebrada El Inglés	Desde aguas arriba del casco urbano del municipio de Pijao hasta la confluencia con el río Lejos	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1152855	972651	1152266	970749
24	Quebrada Agua Bonita	Desde el casco urbano de Barcelona hasta la confluencia con la quebrada la Congala	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1149977	981725	1148511	979944
25	Quebrada La Congala	Desde aguas arriba del casco urbano de Barcelona hasta la confluencia con el río Verde	Consumo humano y doméstico (solo desinfección) Consumo humano y doméstico (tratamiento convencional) Agrícola con restricción Recreativo contacto primario	1151442	982128	1147413	978855
26	Quebrada La Española	Desde aguas arriba del casco urbano de Córdoba hasta la confluencia con la quebrada El Jardín	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1154963	976890	1154038	978935
27	Quebrada La Siberia	Desde aguas arriba del casco urbano de Córdoba hasta la confluencia con la quebrada El Jardín	Consumo humano y doméstico (solo desinfección) Consumo humano y doméstico (tratamiento convencional) Agrícola con restricción Recreativo contacto primario	1154056	977307	1153809	979122
28	Quebrada La Tulia	Desde el casco urbano del municipio de la Tebaida hasta la confluencia con la quebrada La Jaramilla	Consumo humano y doméstico (solo desinfección) Consumo humano y doméstico (tratamiento convencional) Agrícola con restricción Recreativo contacto primario	1143789	984036	1140344	982769
29	Quebrada La Jaramilla	Desde aguas arriba del casco urbano del municipio de La Tebaida hasta la confluencia con quebrada Cristales	Consumo humano y doméstico (solo desinfección) Consumo humano y doméstico (tratamiento convencional) Agrícola con restricción Recreativo contacto primario	1144458	985390	1138215	980152

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	Usos del Recurso Hídrico	Coordenadas Magna SIRGAS Oeste			
				Punto de Inicio		Punto Final	
				X	Y	X	Y
30	Quebrada Mina Rica	Desde el casco urbano de Quimbaya hasta la confluencia con la quebrada Buenavista	Pesca, maricultura y acuicultura	1145544,93	1003221,21	1137169,66	1002369,37
31	Quebrada Agua Linda	Desde aguas arriba del casco urbano de Quimbaya hasta la confluencia con la quebrada Campoalegre	Pesca, maricultura y acuicultura	1146936	1003701	1143669	1004977
32	Quebrada La Aldana	Desde el casco urbano de Armenia hasta la confluencia con la quebrada Hojas Anchas	Pesca, maricultura y acuicultura	1157603	995834	1156216	995484
33	Quebrada Yeguas	Desde aguas arriba del casco urbano de Circasia hasta la confluencia con la quebrada Hojas Anchas	Preservación Fauna y Flora Agrícola sin restricción Recreativo contacto secundario Industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre	1160889	1002672	1158062	1001081
34	Quebrada El Mudo	Desde el casco urbano de Salento hasta la confluencia con el río Boquerón	Pesca, maricultura y acuicultura	1167677	1004839	1167225	1003570
35	Quebrada La Calzada	Desde el casco urbano de Salento hasta la confluencia con el río Boquerón	Pesca, maricultura y acuicultura	1167046	1004747	1167102	1003618
36	Río Boquerón	Desde aguas arriba de la confluencia de la quebrada El Mudo hasta la confluencia con el río Navarco	Consumo humano y doméstico (solo desinfección) Consumo humano y doméstico (tratamiento convencional) Agrícola con restricción Recreativo contacto primario	1167312	1003603	1164963	1002827
37	Quebrada El Reposo	Desde la confluencia con la quebrada Santa Rita hasta la confluencia con el río Espejo	Pesca, maricultura y acuicultura	1152041	991236	1143473	988038

**Tabla 3. Tramos establecidos con ocasión a los objetivos de calidad para distintas fuentes hídricas fijados mediante la Resolución CRQ No. 1736 de 2020.**

Así las cosas, corresponde a la Autoridad Ambiental realizar el despliegue correspondiente para desarrollar las labores de seguimiento a las mencionadas metas de contaminación, tanto individuales (incluyendo las metas correspondientes a los Prestadores del Servicio de Alcantarillado) como globales, para cada cuerpo de agua receptor y/o tramos descritos, y realizar anualmente la Evaluación de las Metas de Carga Contaminante, con el fin entre otros, de determinar aspectos aplicables al cobro de la Tasa Retributiva.

La Autoridad Ambiental debe determinar anualmente la carga contaminante vertida tanto

mensual, como para el total del año objeto de cobro, tanto de manera individual por cada usuario, como de manera general por cada cuerpo de agua o tramo; establece la norma, que la carga contaminante vertida debe ser autodeclarada por el usuario y que corresponde a la Autoridad Ambiental emplear para el cobro dicha información, previa verificación de la información para definir si es aceptada o no, de lo contrario, la Autoridad Ambiental, podrá emplear información proveniente de mediciones del vertimiento; información histórica; información de índices de contaminación de acuerdo a la actividad, establecidos por la doctrina; información del RAS; información recopilada en campo; entre otra.

## 2.1. USUARIOS DE LA TASA RETRIBUTIVA VIGENCIA 2021

Para la vigencia 2021 se contó con 60 usuarios incluidos dentro del Acuerdo N° 001 de 2021, distribuidos en los siguientes sectores: doméstico (16), cafetero (13), comercial y servicios (3), industrial (24) y turístico (4); lo que se ha dado con ocasión a los criterios abordados para establecer la línea base de usuarios dentro del proceso de consulta, el procedimiento desatado para el establecimiento de las metas de carga contaminante Quinquenio 2020 - 2024<sup>3</sup>. Así mismo, durante la vigencia 2021 se identificó la presentación del hecho generador por parte de 74 usuarios los cuales no hacen parte del mencionado acuerdo; estos últimos usuarios pertenecen a los sectores doméstico (7), cafetero (21), comercial y servicios (37), industrial (7) y turístico (2). Como se indica, los usuarios de la tasa se clasifican de acuerdo a la actividad que desarrollan y se distribuyen como se muestra a continuación:

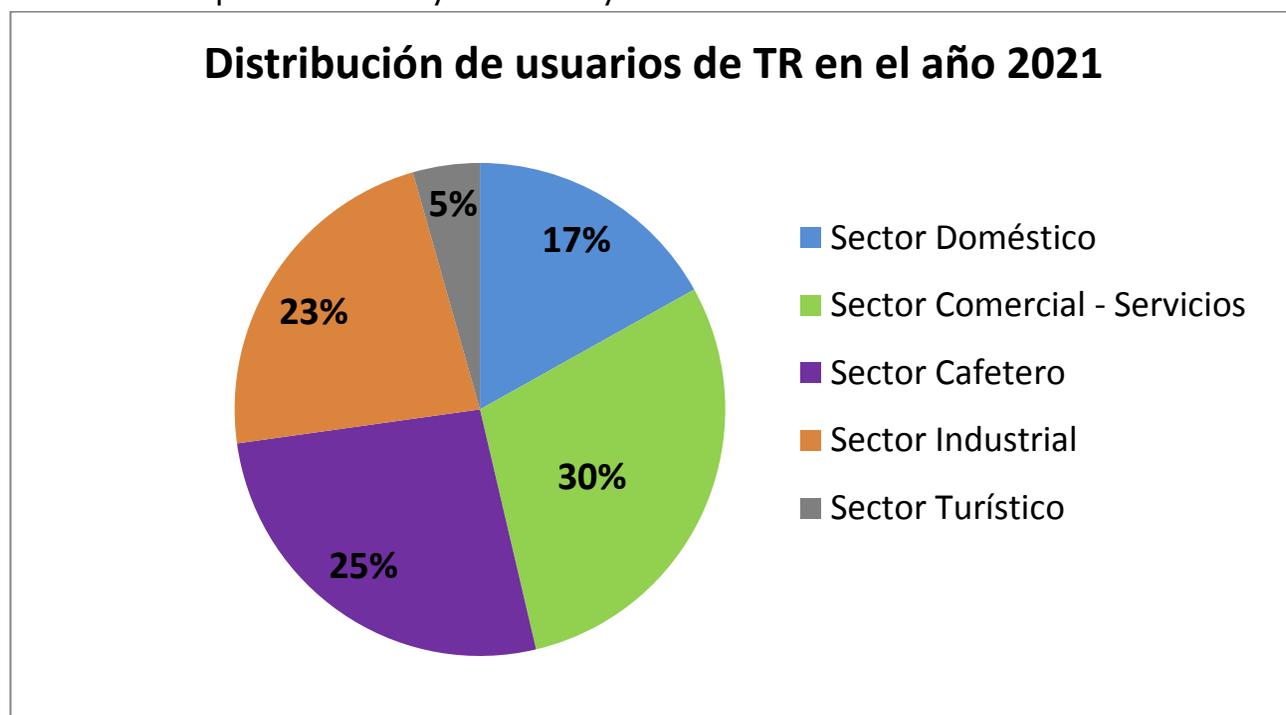


Ilustración 1. Usuarios de la tasa retributiva 2021 por sectores

## 2.2. ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO DE LA TASA RETRIBUTIVA EJECUTADAS POR LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO EN LA VIGENCIA 2021 Y PRIMER TRIMESTRE VIGENCIA 2022.

Es pertinente mencionar que el procedimiento para el cálculo de las Cargas Contaminantes

<sup>3</sup> Ver aparte 4 del documento LÍNEA BASE DE USUARIOS GENERADORES DE VERTIMIENTOS PUNTUALES A FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES CON OBJETIVOS DE CALIDAD EN EL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO, generado en el marco del proceso de consulta y procedimiento desatado para el establecimiento de las metas de carga contaminante fijadas mediante el Acuerdo N° 001 de 2021, el cual se encuentra para consulta en web de CRQ en el enlace [https://www.crq.gov.co/2020/images/Info-Ciudadano/Descarga%20documentos/2020/11.Noviembre/Resolucion\\_2760\\_2020.pdf](https://www.crq.gov.co/2020/images/Info-Ciudadano/Descarga%20documentos/2020/11.Noviembre/Resolucion_2760_2020.pdf)

generadas por los vertimientos descargados a las fuentes hídricas presentes en el área de jurisdicción del departamento del Quindío y posteriormente el valor a cancelar, se efectúa de acuerdo con lo establecido por en el Libro dos Parte dos Título nueve Capítulo siete del decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"; siendo este el motivo de que año a año la CRQ realice labores de campo en cada una de las actividades incorporadas en el Acuerdo que establece las Metas de Carga Contaminante; entre las actividades más destacadas, se encuentran las visitas técnicas a la totalidad de usuarios, las cuales se efectúan con el propósito de recopilar información importante para el cobro de la Tasa retributiva, incluyéndose dentro de estas, las visitas de seguimiento a la ejecución de los PSMV y la realización de monitoreo de vertimientos y de fuentes hídricas, en cabeza del Laboratorio de aguas de la Entidad.

Además de las anteriores, se tienen las Autodeclaraciones de Carga Contaminante presentadas por los usuarios, las cuales deben ser verificadas, analizadas, corroboradas, y de ser el caso empleadas para el cálculo de las Metas de Carga Contaminante generadas a ser cobradas en la vigencia; en todo caso, la totalidad de la información técnica es consolidada, a fin de determinar las cargas contaminantes generadas por cada usuario, y liquidar la Tasa Retributiva con la información que resulte más representativa.

Por último, no puede desconocerse, los derechos de petición, consultas, oficios de entes de control, oficios en general, y comunicaciones que deben ser atendidas y gestionadas, además de las Reclamaciones y/o recursos que presenten los usuarios con ocasión al cobro de la Tasa Retributiva; en la siguiente tabla, se resumen las actividades de seguimiento a la Tasa Retributiva desarrolladas en el año 2021, enmarcadas en las Metas del Procedimiento Técnico de Implementación de la Tasa Retributiva, incorporadas en el POAI actual de la Entidad.

ACCIÓN	GESTIÓN 2021
Seguimiento semestral a los usuarios de la Tasa Retributiva, mediante la realización de visitas técnicas y/o programación y acompañamiento a monitoreos de calidad del agua de los vertimientos al recurso hídrico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructuración de la red de monitoreo de vertimientos para el año 2021, de la cual se obtienen 44 informes de resultados del Laboratorio de aguas de la CRQ.</li> <li>- 65 visitas técnicas de atención a denuncias.</li> <li>- 24 visitas técnicas de seguimiento a PSMV</li> <li>- 300 visitas técnicas de seguimiento a los usuarios de la Tasa Retributiva.</li> <li>-</li> </ul>
Seguimiento a la calidad del agua de las fuentes hídricas receptoras de vertimientos, a través de la programación y acompañamiento a la ejecución de la red de monitoreo del recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 71 visitas de acompañamiento al laboratorio de aguas de CRQ para la toma de muestras tanto de vertimientos como de fuentes hídricas.</li> <li>- 1 contrato interadministrativo para diseño e implementación red monitoreo fuentes hídricas: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Red monitoreo calidad fuentes hídricas diseñada: 1</li> <li>* Ejecución red monitoreo calidad Fuentes hídricas diseñada: 102 muestreos en igual número de estaciones.</li> </ul> </li> </ul>
Atención de solicitudes, derechos de petición, reclamaciones por facturación, denuncias ambientales y usuarios en general.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 63 Comunicados Internos.</li> <li>- 65 Denuncias.</li> <li>- 115 Derechos de Petición (incluye requerimientos a Entes de Control)</li> <li>- 3 Reclamaciones/Recursos</li> </ul>

<p>Consolidación de información recolectada en visitas técnicas, resultados red de monitoreo, autodeclaraciones y oficios en general para la elaboración de bases de datos, informes técnicos y jurídicos entre otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se consolidó toda la información recibida en Autodeclaraciones presentadas en 2021 por las cargas contaminantes vertidas en 2020 (44)</li> <li>- Se consolidó toda la información recibida de la ejecución de la Red de Monitoreo</li> <li>- Se consolidó toda la información recolectada en las visitas técnicas de seguimiento.</li> </ul>
<p>Evaluación anual de cumplimiento de metas de carga contaminante vigencia 2020, ajuste de factor regional y liquidación anual de cargas contaminantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consolidación de toda la información recolectada en el año 2020, con la cual se realiza el cálculo de cargas contaminantes a los usuarios de la Tasa Retributiva en dicha vigencia.</li> <li>- Evaluación del cumplimiento de las metas individuales y grupales vigencia 2020.</li> <li>- Determinación del Factor Regional aplicable a las cargas contaminantes del año 2020.</li> </ul>

**Tabla 4. Actividades de seguimiento e implementación de la Tasa Retributiva por las cargas contaminantes vertidas durante la vigencia 2021.**

En adición a lo anterior, es de anotar que en el primer trimestre de la vigencia 2022, fue realizada la evaluación anual de cumplimiento de metas de carga contaminante vigencia 2021, ajuste de factor regional y liquidación anual de cargas contaminantes para la aplicación del cobro por las cargas vertidas en la misma vigencia, para lo que se analizó la información consolidada de ejecución de la red de monitoreo vigencia 2021 y la información derivada del trabajo de campo en el mismo año, en conjunto con la revisión y evaluación de 50 autodeclaraciones de cargas vertidas en 2021 allegadas por los usuarios de la tasa retributiva, como se detalla en el aparte 3 del presente informe.

### **2.3. Comportamiento cargas contaminantes vertidas a fuentes hídricas en el periodo previo a la vigencia 2021.**

A continuación, se refiere los resultados del ejercicio de evaluación de la meta global de carga contaminante en la vigencia 2020 y el ajuste del factor regional asociado, lo anterior en aras de dar contexto y mayor claridad al ejercicio de evaluación de metas de carga contaminante para el año 2021 documentado en el presente informe.

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	CC Año 2020; kg		Fr año 2020	
			DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST
1	Quebrada La Florida	Desde aguas arriba del casco Urbano del Municipio de Armenia hasta la desembocadura en el Río Quindío	680383,99	604457,89	1	1
2	Quebrada El Pescador	Comprendida desde aguas arriba del Casco Urbano hasta desembocadura Río Quindío	683487,61	572899,66	1	1
3	Quebrada El Naranjal	Desde aguas arriba del casco Urbano del Municipio de Calarcá hasta la desembocadura en el Río Santo Domingo	364993,55	311106,04	1	1
4	Río Santo Domingo	Comprendido entre la bocatoma San Rafael hasta la desembocadura al Río Verde	280114,60	235296,27	1,45	1,00
5	Río Verde	Comprendido entre aguas arriba de la confluencia de la quebrada el Jardín hasta desembocadura	6085,67	169,99	1	1
6	Quebrada La Picota	Comprendido entre aguas debajo de la bocatoma de Buenavista y la desembocadura en el Río Barragán	22300,67	18844,45	4,74	2,88
7	Quebrada Las Delicias (Las Margaritas)	Comprendido entre aguas arriba del Casco Urbano del Municipio de Buenavista y la desembocadura en la quebrada Los Juanes	6632,80	7217,81	2,52	1,61
8	Quebrada Cristales	Comprendido desde El nacimiento hasta la confluencia con río La Vieja	35389,05	749,42	1	1
9	Quebrada San Nicolás	Desde el nacimiento hasta la desembocadura del Río Quindío	161994,34	136075,24	1	5,06
11	Quebrada Hojas Anchas	Comprendido desde el nacimiento hasta la confluencia con la quebrada Zanjón Hondo	937637,81	776769,17	1	1
12	Quebrada Armenia	Comprendida desde el nacimiento hasta la confluencia con el Río Espejo	1435867,41	1205519,75	1	1
13	Quebrada La Camelia	Comprendido desde el nacimiento hasta confluencia con río Espejo	861070,57	723299,28	1	1
14	Quebrada Los Quindos	Comprendido desde el nacimiento hasta la confluencia con la quebrada Orlanda	223965,33	188130,87	1	1

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	CC Año 2020; kg		Fr año 2020	
			DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST
15	Río Espejo	Comprendido desde Confluencia Q. Zanjón Hondo y Q. Hojas Anchas hasta desembocadura al Río La Vieja	25606,05	6629,26	3,36	1,00
16	Quebrada Cajones (Montenegro)	Comprendido desde aguas arriba del Casco Urbano de Montenegro hasta desembocadura al Río Espejo	747070,84	627288,13	1	1
17	Quebrada Buenavista	Comprendido desde aguas debajo de la bocatoma de Quimbaya hasta desembocadura del Río La Vieja	291518,98	238942,82	1,38	1,19
18	Río Gris	Comprendido desde aguas debajo de la bocatoma de Génova hasta la desembocadura al Río San Juan	10921,16	10361,62	5,50	1,73
19	Río San Juan	Desde aguas arriba del casco urbano de Génova hasta la confluencia con río Rojo	109471,19	83511,22	2,57	3,63
21	Quebrada San José	Desde el casco urbano del municipio de Filandia hasta el límite departamental	29748,11	24988,42	1	1
22	Río Lejos	Desde aguas arriba del casco urbano del municipio de Pijao hasta la desembocadura del Río Barragán	56625,78	52684,83	2,28	1,27
23	Quebrada El Inglés	Desde aguas arriba del casco urbano del municipio de Pijao hasta la confluencia con el río Lejos	29311,32	24621,51	5,50	5,50
24	Quebrada Agua Bonita	Desde el casco urbano de Barcelona hasta la confluencia con la quebrada la Congala	70425,72	59157,60	1	1
25	Quebrada La Congala	Desde aguas arriba del casco urbano de Barcelona hasta la confluencia con el río Verde	164326,68	138034,41	1	1
26	Quebrada La Española	Desde aguas arriba del casco urbano de Córdoba hasta la confluencia con la quebrada El Jardín	11824,89	8937,31	5,50	2,90

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	CC Año 2020; kg		Fr año 2020	
			DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST
27	Quebrada La Siberia	Desde aguas arriba del casco urbano de Córdoba hasta la confluencia con la quebrada El Jardín	44469,00	37353,96	4,07	3,42
28	Quebrada la Tulia	Desde el casco urbano del municipio de la Tebaida hasta la confluencia con la quebrada La Jaramilla	270766,28	227443,67	1	1
29	Quebrada La Jaramilla	Desde aguas arriba del casco urbano del municipio de La Tebaida hasta la confluencia con quebrada Cristales	106059,17	52330,22	1	1
30	Quebrada Mina Rica	Desde el casco urbano de Quimbaya hasta la Confluencia con la Quebrada Buenavista	165312,52	138862,52	5,50	5,50
31	Quebrada Agua Linda	Desde aguas arriba del casco urbano de Quimbaya hasta la confluencia con la quebrada Campoalegre	165312,52	138862,52	5,50	5,50
32	Quebrada La Aldana	Desde el casco urbano de Armenia hasta la confluencia con la quebrada Hojas Anchas	378132,02	317576,68	1	1
33	Quebrada Yeguas	Desde aguas arriba del casco urbano de Circasia hasta la confluencia con la quebrada Hojas Anchas	305759,47	256837,96	3,37	2,83
34	Quebrada El Mudo	Desde el casco urbano de Salento hasta la confluencia con el río Boquerón	15456,99	12983,87	5,50	5,50
35	Quebrada La Calzada	Desde el casco urbano de Salento hasta la confluencia con el río Boquerón	68824,93	49905,44	3,73	2,71
37	Quebrada El Reposo	Desde la confluencia con la quebrada Santa Rita hasta la confluencia con el río Espejo	275832,30	90259,27	1,68	1,00

**Tabla 5. Evaluación de Meta Global de Carga Contaminante y ajuste de Factor Regional, año 2020.**

### **3. EVALUACIÓN DE META GLOBAL DE CARGA CONTAMINANTE AÑO 2021**

Para el cobro de la Tasa Retributiva por las Cargas Contaminantes generadas y descargadas en el año 2021, la Corporación Autónoma Regional del Quindío, en el año 2022 desarrolló el procedimiento de evaluación de metas de carga contaminante y por consiguiente ajustó Factor Regional en los casos que así lo requirieron; siendo propio advertir que el factor regional, no es otra cosa más que un Factor multiplicador que guarda una relación directa con el nivel de cumplimiento de las metas establecidas, esto advirtiendo que la fórmula para su determinación y el procedimiento para su aplicación impiden que el factor sea regresivo y por tal siempre está en crecimiento, a menos que se cumpla con lo establecido, caso en el cual lo máximo que podrá suceder es que se aplique el factor regional del año anterior (Fr0).

#### **3.1. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE METAS DE CARGA CONTAMINANTE Y AJUSTE DEL FACTOR REGIONAL.**

Este procedimiento se encuentra preestablecido en el Libro 2 Parte 2 Título 9 Capítulo 7 del Decreto 1076 de 2016, el cual desde el equipo de la implementación del procedimiento técnico de la Tasa Retributiva, se aplica con el apego y rigurosidad que este amerita, de la siguiente manera:

##### **3.1.1. Gestión de Autodeclaraciones para las Cargas Contaminantes generadas en la Vigencia 2021**

Para la vigencia 2021, se recibieron 50 autodeclaraciones de los usuarios de diferentes sectores de la tasa retributiva. De estas autodeclaraciones fueron aceptadas 11, por lo que consecuentemente no se aceptaron 39.

Entre los motivos de no aceptación de la Autodeclaración se encuentran:

- No presentación de la caracterización del vertimiento, presentación de caracterización por parte de laboratorios no acreditados y/o inconsistencias de la caracterización presentada
- Diferencias entre caracterización del usuario y caracterización CRQ
- Diferencias entre la información autodeclarada respecto las visitas de seguimiento a los usuarios de la tasa retributiva

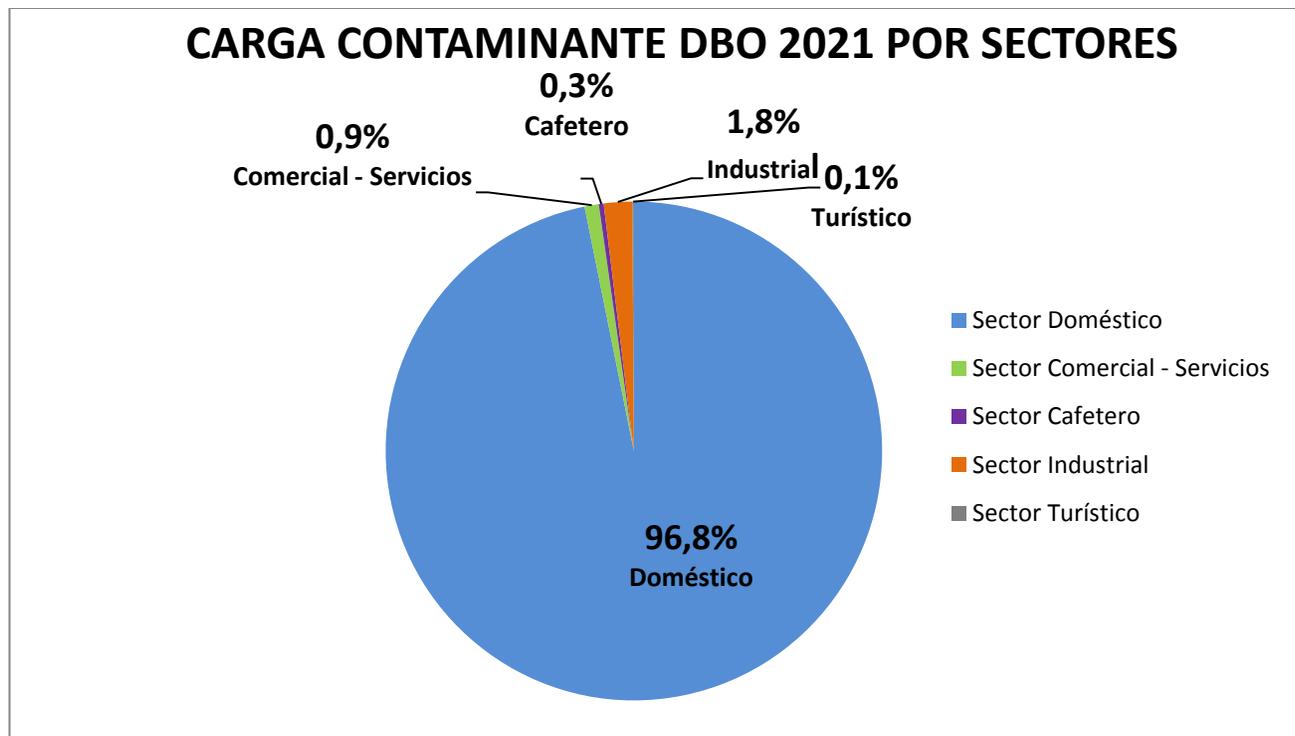
##### **3.1.2. Determinación de Carga Contaminante Vertida Vigencia 2021.**

Se obtiene a partir de la concentración de cada parámetro sujeto al cobro de la tasa, (DBO5 y SST) y el caudal de aguas residuales vertido a un cuerpo de agua. La principal fuente de información, la constituye la *Autodeclaración* del Vertimiento que los usuarios pasivos reportan periódicamente a la Entidad, con la respectiva caracterización de aguas residuales como medio de soporte.

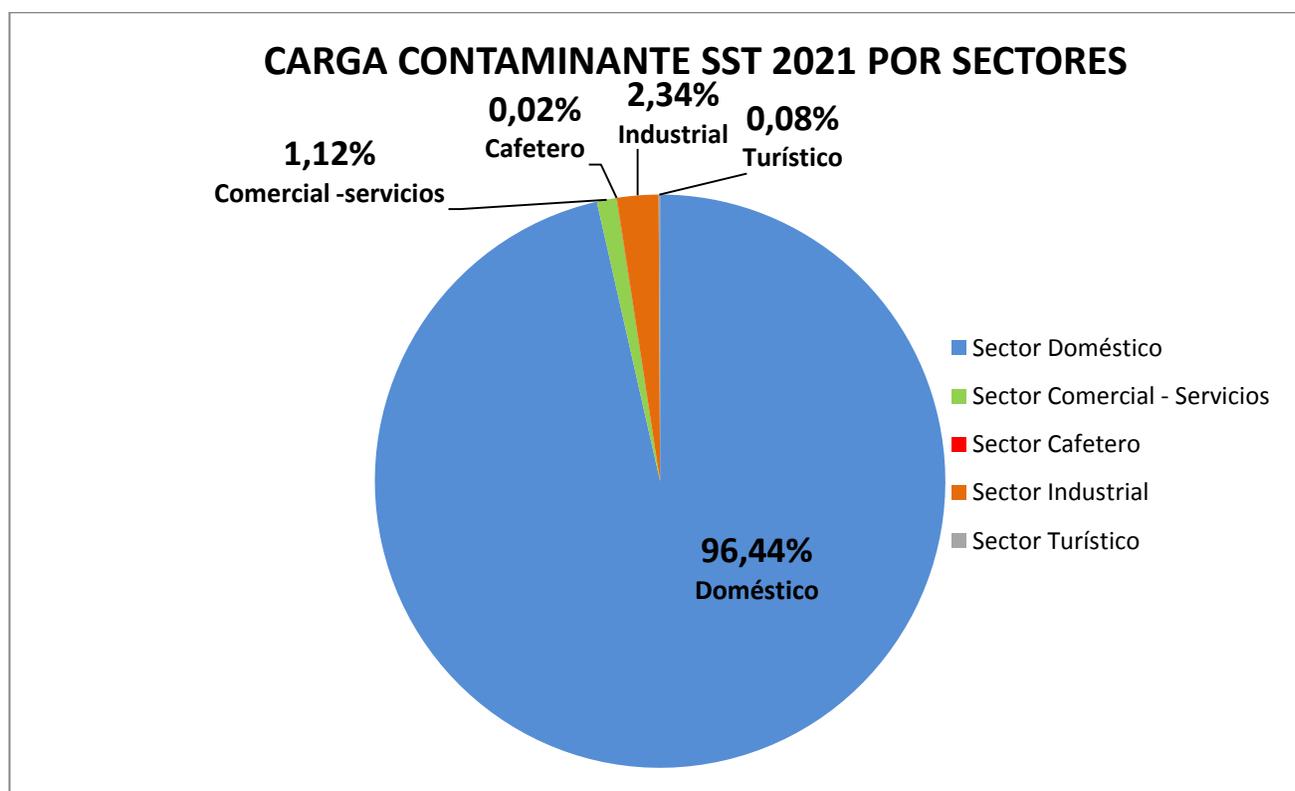
Cuando hay diferencias sobre la información presentada por el usuario o falta de Autodeclaración, el cobro de la tasa retributiva se realiza a partir de factores de carga per cápita (establecidos por el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y Ambiental); información disponible obtenida de muestreos anteriores o monitoreos realizados por el Laboratorio de Aguas de la Entidad; cálculos presuntivos basados en factores o índices de contaminación típicos, y adicionalmente información recolectada por la Autoridad Ambiental en el ejercicio de la función de seguimiento, mediante

la práctica de visitas técnicas, debidamente consignadas en actas.

El ejercicio del cálculo de las cargas contaminantes vertidas en la vigencia 2021 determinó la disposición de 10.198.100,56 kilogramos de DBO<sub>5</sub> y de 8.301.091,75 kilogramos de SST sobre las fuentes hídricas para dicha vigencia, por lo que resulta conveniente además presentar un análisis de la contribución por los diferentes sectores en que se encuentran agrupados los usuarios de la tasa; doméstico, industrial, turísticos, comercial-servicios, y cafetero, como se muestra a continuación:



**Ilustración 2. Cargas contaminantes vertidas DBO en la vigencia 2021**



**Ilustración 3. Cargas contaminantes vertidas SST por sectores durante 2021**

Tras el análisis de los anteriores gráficos, se tiene que la mayor proporción de carga contaminante vertida a los cuerpos hídricos en el Departamento del Quindío respecto al total proviene del sector doméstico; por encima del 96% tanto para DBO<sub>5</sub> como SST, lo que equivale a 9.873.008,58 kilogramos del primer parámetro mencionado y 8.005.367,22 kilogramos del último de ellos. En orden descendente, luego del sector doméstico el que

mayor proporción presenta respecto el total de carga contaminante vertida es el sector Industrial con 1,8% para el caso de DBO; 184.578,15 kg, y 2,3% para SST; 194.192,9 kg. Después de este sector tenemos al sector comercial servicios; 0.9% de la carga de DBO vertida equivalente a 94.316 kg y 1.1% de la carga de SST vertida equivalente a 93.034 kg, seguido del sector cafetero, el cual tuvo una proporción del 0,3% de la carga vertida de DBO con la generación de 32.287,34 kg, así como un aporte del 0,02% de SST equivalente a 1.543 kg. Por último, se observa que el sector que menor aporte presento respecto el total de carga vertida fue el sector turístico; 0,1% de la carga total de DBO con 10.267 kg y 0.08% de la carga total de SST con 6.773 kg.

Al realizar una comparativa con los datos de carga contaminante vertida en la vigencia 2020, se tiene que los mismos son similares respecto el aporte del sector doméstico; tal situación puede relacionarse con que la carga contaminante vertida corresponde en su mayoría a la aportada por la población de manera directa sin tratamiento, considerando que aún están por construirse la mayor parte de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en los municipios del departamento, por lo que se espera avanzar de manera importante en su consecución hacia la vigencia 2026, horizonte de planificación hasta donde se han proyectado los actuales Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV<sup>4</sup> para los municipios de Quimbaya, Salento, Circasia, Montenegro, Pijao, Génova, Buenavista, Córdoba, Filandia y La Tebaida. Sin perjuicio de lo anterior, se tiene que la implantación de esta infraestructura de saneamiento para los Municipios de Armenia y Calarcá se completara hacia el año 2049 y 2040 correspondientemente. Lo último mencionado se da considerando que la proyección financiera de la ESPs que operan allí para el apalancamiento de estos instrumentos de planificación ambiental no permite plantear un horizonte inferior; no obstante, se espera que con el apoyo de gestores como el PAP –PDA regional se dé continuidad a la consecución de estudios y diseños, en conjunto con acompañamiento para la gestión en búsqueda de recursos para su materialización. Al respecto es menester indicar que, la Corporación Autónoma Regional del Quindío en atención a su quehacer misional ha estructurado además herramientas para la destinación efectiva de los recursos de la tasa retributiva recaudados para financiación de dichas PTARs y demás componentes de infraestructura para alcanzar el saneamiento en los diferentes municipio del departamento, redes de colectores e interceptores para la recolección de los descoles de los alcantarillados, tanto en fase de estudios y diseños como constructiva, para lo que ha formulado el proyecto *13 Financiación de diseños y/u obras de descontaminación de aguas residuales* del programa *3 Gestión Integral Del Recurso Hídrico* dentro de su vigente plan de acción institucional<sup>5</sup>, así como el acuerdo 003 de 2021<sup>6</sup>, acuerdo expedido con el objeto de dinamizar la efectiva inversión de los recursos en comento, entre otras. Con todo lo mencionado se espera incluso que se pueda reducir los horizontes de planificación de los distintos PSMVs ya mencionados.

### **3.1.3. Evaluación de Meta Global de Carga Contaminante en la Vigencia 2021 y Ajuste de factor regional.**

El ajuste del factor regional para el cuerpo de agua o tramo del mismo se efectuara anualmente a partir de finalizado el primer año.

Para efectos de determinar el avance en el cumplimiento de la meta quinquenal individual o grupal (en caso de que existiese) y consecuentemente del ajuste o no del factor regional a cada usuario, se da aplicación a lo establecido por el artículo 2.2.9.7.4.4 del Decreto 1076 de 2015, evaluando anualmente el cumplimiento de metas o cargas máximas a verter por cada

---

<sup>4</sup> Algunos de los actuales PSMVs de estos municipios prevén incluso un horizonte de planificación inferior.

<sup>5</sup> Protegiendo el Patrimonio Ambiental y Mas Cerca del Ciudadano 2020 – 2023.

<sup>6</sup> Por medio del cual se reglamenta la inversión de los recursos recaudados por concepto de tasa retributiva

usuario durante cada uno de los años del quinquenio.

- Desarrollo metodológico para la evaluación de la meta y ajuste del factor regional (FR):

El factor regional se calcula para cada uno de las sustancias o parámetros objeto del cobro de la tasa retributiva (DBO5 y SST) y contempla la relación entre la carga contaminante total vertida en el período analizado y la meta global de carga contaminante establecida en el quinquenio.

De acuerdo al artículo 2.2.9.7.4.3 del Decreto 1076 de 2015, el factor se expresa de la siguiente manera:

$FR_1 = FR_0 + (Cc / Cm)$ , donde:  $FR_1$  = Factor regional ajustado.

$FR_0$  = Factor regional del año inmediatamente anterior. Para el primer año del quinquenio,  $FR_0 = 0.00$ .

$Cc$  = Total de carga contaminante vertida por los sujetos pasivos de la tasa retributiva al cuerpo de agua o tramo del mismo en el año objeto de cobro expresada en Kg/año, de acuerdo a lo definido en el artículo 2.2.9.7.2.1.

$Cm$  = Meta global de carga contaminante para el cuerpo de agua o tramo del mismo expresada en Kg/año.

El factor regional para el cuerpo de agua o tramo del mismo se ajustará anualmente a partir de finalizar el primer año, cuando no se cumpla con la Carga Meta ( $Cm$ ) del cuerpo de agua o tramo del mismo, es decir cuando  $Cc > Cm$ . En caso contrario, esto es que  $Cc < Cm$ , el FR no se calcula para ese año y continuará vigente el FR del año inmediatamente anterior.

Así las cosas, para determinar si se hace necesario ajustar el Fr de un cuerpo de agua o tramo se requiere revisar la cantidad total de carga contaminante vertida sobre el mismo en el año objeto de evaluación y verificar si dicha carga es menor a la meta global establecida para el tramo; si la carga vertida es inferior a la meta global no hay lugar al ajuste del factor regional, mientras que, si por el contrario dicha carga es superior a la mencionada meta global corresponde entonces el ajuste de dicha variable.

Para determinar si se aplica el factor regional a cada usuario, se debe iniciar con la evaluación del cumplimiento de las cargas anuales individuales o grupales previstas en el cronograma de cumplimiento de su respectiva meta quinquenal. Cuando el usuario registre incumplimiento de su carga anual individual o grupal, en el cálculo del valor a pagar, se aplica el factor regional calculado para el cuerpo de agua o tramo del mismo correspondiente al año objeto de evaluación.

- **Procedimiento para la evaluación de metas y ajuste del factor regional, de las Empresas Prestadoras del Servicio de Alcantarillado**

El Artículo 2.2.9.7.3.3. del Decreto 1076 de 2015 define claramente que las metas a evaluar para implementación de tasa retributiva a un prestador del servicio de alcantarillado son las previstas en el Plan De Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, y tienen relación directa con las actividades, obras e inversiones previstas en el mismo:

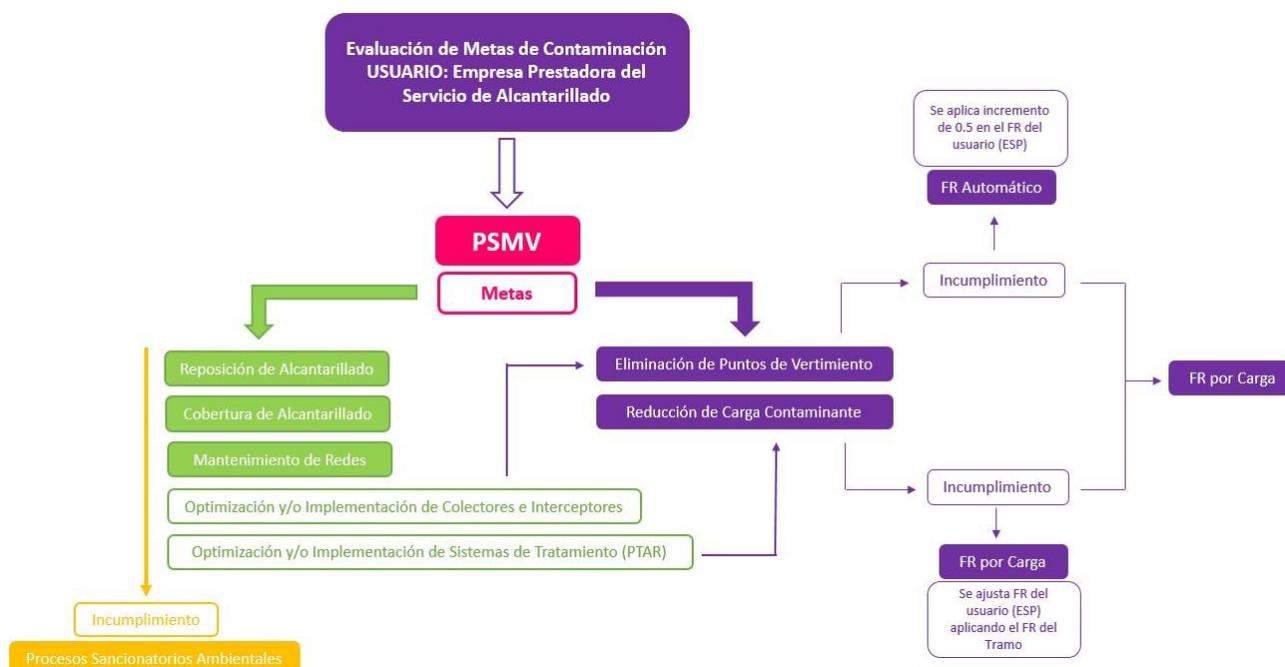
**ARTÍCULO 2.2.9.7.3.3. Meta de carga contaminante para los prestadores del servicio de alcantarillado.** La meta individual de carga contaminante para los prestadores del servicio de alcantarillado, corresponderá a la contenida en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV, presentado por el prestador del servicio y aprobado por la autoridad ambiental competente de conformidad con la Resolución 1433 de 2004 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la cual continúa vigente y podrá ser modificada o sustituida. Dicho plan contemplará las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos y el cumplimiento de la meta individual establecida, así como los indicadores de seguimiento de las mismas. Para efectos del ajuste del factor regional se considerará el indicador de número de vertimientos puntuales eliminados por cuerpo de agua, de acuerdo a lo establecido en el parágrafo 2° del artículo 2.2.9.7.4.4. del presente capítulo.

**El Parágrafo 2° del Artículo 2.2.9.7.4.4. del Decreto 1076 de 2015** establece de manera específica las metas del PSMV que serán objeto de evaluación para efectos de implementación de la tasa retributiva a los prestadores del servicio de alcantarillado, y el criterio para su aplicación:

**Parágrafo 2°.** Para los prestadores del servicio de alcantarillado que incumplen con el indicador de número de vertimientos puntuales eliminados por cuerpo de agua, contenido en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV o en la propuesta adoptada por la autoridad ambiental en el acuerdo que fija las metas de carga contaminante cuando aún no cuentan con Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV aprobado, se les ajustará y aplicará un factor automático con un incrementado de 0.50 por cada año de incumplimiento del indicador.

Cuando el prestador del servicio de alcantarillado sea sujeto de aplicación del factor regional por carga, esto es, cuando se incumple la meta individual y la meta global del tramo, y a su vez, se registre incumplimiento del indicador de número de vertimientos puntuales eliminados por cuerpo de agua, solo se aplica el factor regional por carga.

De acuerdo con lo anterior, se presenta la siguiente gráfica, la cual permite comprender como los PSMV implican una serie de metas, proyectos, obras y actividades dadas para avanzar en el saneamiento, de las cuales solo las *Metas* correspondientes a i) Reducción de Carga Contaminante y ii) Eliminación de Puntos de Vertimiento, asociadas a su vez a *actividades* como i) Optimización y/o Implementación de Sistemas o Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y Optimización y/o Implementación de Colectores e Interceptores, respectivamente, tienen relación directa con el ejercicio de implementación de la Tasa Retributiva.



**Ilustración 4. Evaluación de Metas a usuarios Prestadores del Servicio de Alcantarillado**

De esta manera, el incumplimiento del PSMV por parte del Prestador del Servicio de Alcantarillado de, i) Metas de Eliminación de puntos de Vertimiento, da lugar a la aplicación del FR automático (NO del FR calculado para cuerpo de agua o tramo), y de ii) Metas de Carga Contaminante, da lugar a la aplicación del FR por carga (FR calculado para el cuerpo de agua o tramo del mismo).

Establece la misma norma que cuando dentro del cronograma del PSMV hay lugar a los dos tipos de Metas antes referenciadas, y como resultado del ejercicio de seguimiento que desarrolla la Autoridad Ambiental se determina el incumplimiento de ambas, el FR a aplicar para el cobro de la Tasa Retributiva de la vigencia en la que se registró el incumplimiento, es el correspondiente al FR por carga (FR del tramo).

Considerando lo anterior, en concreto se tiene entonces que para el caso de los usuarios Empresas Prestadoras del Servicio de Alcantarillado, cuando para el año objeto de evaluación y cobro de la tasa retributiva se evidencia incumplimiento de meta asociada a la tasa, prevista dentro del cronograma de ejecución del Plan, se aplica el FR para el usuario (Empresa Prestadora del Servicio de Alcantarillado), de la siguiente manera:

- FR Automático (incremento de 0.5), cuando la meta incumplida se restringe a la eliminación de un número determinado de puntos de vertimiento, según cronograma del PSMV.
- FR por carga (FR calculado para el cuerpo de agua o tramo del mismo, resultante de la evaluación de cumplimiento de la Meta Global de Carga Contaminante del tramo), se aplica cuando se evidencia incumplimiento de la Meta Individual de Carga Contaminante del usuario (Empresa Prestadora del Servicio de Alcantarillado), la cual necesariamente está asociada a la implementación de una PTAR si no existe, mejoramiento u optimización de la existente, entre otros aspectos similares.
- Establece la norma entonces que cuando dentro del cronograma de PSMV para un mismo período de evaluación, se tienen previstas metas de ambos tipos (eliminación de puntos de vertimiento y reducción de carga contaminante) y hay lugar al incumplimiento de ambas metas, el factor regional a aplicar es el FR por carga.

- Igualmente, y como es natural, cuando no hay metas asociadas a la tasa retributiva para el período objeto de evaluación, no hay lugar a incumplimientos y por tanto no corresponde hacer ajuste y aplicación del FR al usuario (Empresa Prestadora del Servicio de Alcantarillado).

### 3.1.4. Resultados ejercicio de evaluación del cumplimiento de la meta global de carga contaminante y ajuste del factor regional año 2021.

Los resultados del ejercicio de Evaluación de Meta Global de Carga Contaminante año 2021 se presentan en la siguiente Tabla.

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	CC Año 2021; kg		CC Meta Año 2024 (meta global evaluada en 2020); kg		Cumplimiento meta global carga contaminante Acuerdo 001/21		Fr año 2021	
			DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST
1	Quebrada La Florida	Desde aguas arriba del casco Urbano del Municipio de Armenia hasta la desembocadura en el Río Quindío	689198,61	631848,68	830.838,34	655.683,16	SI	SI	1	1
2	Quebrada El Pescador	Comprendida desde aguas arriba del Casco Urbano hasta desembocadura Río Quindío	691009,71	579430,63	722111,68	605505,70	SI	SI	1	1
3	Quebrada El Naranjal	Desde aguas arriba del casco Urbano del Municipio de Calarcá hasta la desembocadura en el Río Santo Domingo	368777,06	317314,01	413.252,43	337.027,48	SI	SI	1	1
4	Río Santo Domingo	Comprendido entre la bocatoma San Rafael hasta la desembocadura al Río Verde	286871,39	231587,18	293.037,57	249.136,46	SI	SI	1	1
5	Río Verde	Comprendido entre aguas arriba de la confluencia de la quebrada el Jardín hasta desembocadura	6257,84	174,80	9511,05	265,67	SI	SI	1	1
6	Quebrada La Picota	Comprendido entre aguas debajo de la bocatoma de Buenavista y la desembocadura en el Río Barragán	5507,31	2946,37	4.703,01	6.548,27	NO	SI	5,50	2,88
7	Quebrada Las Delicias (Las Margaritas)	Comprendido entre aguas arriba del Casco Urbano del Municipio de Buenavista y la desembocadura en la quebrada Los Juanes	10302,50	5509,97	2.631,17	4.476,43	NO	NO	5,50	2,84

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	CC Año 2021; kg		CC Meta Año 2024 (meta global evaluada en 2020); kg		Cumplimiento meta global carga contaminante Acuerdo 001/21		Fr año 2021	
			DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST
8	Quebrada Cristales	Comprendido desde El nacimiento hasta la confluencia con río La Vieja	36118,19	8111,36	35.698,86	3.780,89	NO	NO	2,01	3,15
9	Quebrada San Nicolás	Desde el nacimiento hasta la desembocadura del Río Quindío	84040,16	56165,79	170.763,40	143.441,26	SI	SI	1	5,06
11	Quebrada Hojas Anchas	Comprendido desde el nacimiento hasta la confluencia con la quebrada Zanjón Hondo	951723,81	787222,47	984.085,64	820.361,37	SI	SI	1	1
12	Quebrada Armenia	Comprendida desde el nacimiento hasta la confluencia con el Río Espejo	1449379,44	1217318,50	1517747,32	1271330,79	SI	SI	1	1
13	Quebrada La Camelia	Comprendido desde el nacimiento hasta confluencia con río Espejo	869509,28	730387,79	907.681,99	762,452,87	SI	SI	1	1
14	Quebrada Los Quindos	Comprendido desde el nacimiento hasta la confluencia con la quebrada Orlanda	226160,24	189974,60	236.089,00	198.314,76	SI	SI	1	1
15	Río Espejo	Comprendido desde Confluencia Q. Zanjón Hondo y Q. Hojas Anchas hasta desembocadura al Río La Vieja	24283,68	8400,75	7.627,09	7.003,21	NO	NO	5,50	2,20
16	Quebrada Cajones (Montenegro)	Comprendido desde aguas arriba del Casco Urbano de Montenegro hasta desembocadura al Río Espejo	759467,50	637772,42	808.178,17	678.220,03	SI	SI	1	1
17	Quebrada Buenavista	Comprendido desde aguas debajo de la bocatoma de Quimbaya hasta desembocadura del Río La Vieja	290845,30	252486,33	210.578,23	201.518,48	NO	NO	2,76	2,44
18	Río Gris	Comprendido desde aguas debajo de la bocatoma de Génova hasta la desembocadura al Río San Juan	10891,97	9960,64	219,08	5.982,09	NO	NO	5,50	3,40
19	Río San Juan	Desde aguas arriba del casco urbano de Génova hasta la confluencia con río Rojo	101376,15	82347,20	42.554,02	23.023,33	NO	NO	4,95	5,50

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	CC Año 2021; kg		CC Meta Año 2024 (meta global evaluada en 2020); kg		Cumplimiento meta global carga contaminante Acuerdo 001/21		Fr año 2021	
			DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST
21	Quebrada San José	Desde el casco urbano del municipio de Filandia hasta el límite departamental	30110,31	25292,66	31.530,17	26.485,34	SI	SI	1	1
22	Río Lejos	Desde aguas arriba del casco urbano del municipio de Pijao hasta la desembocadura del Río Barragán	56388,33	53983,73	24.884,46	41.634,66	NO	NO	4,55	2,57
23	Quebrada El Inglés	Desde aguas arriba del casco urbano del municipio de Pijao hasta la confluencia con el río Lejos	29523,55	24799,78	0	0	NO	NO	5,50	5,50
24	Quebrada Agua Bonita	Desde el casco urbano de Barcelona hasta la confluencia con la quebrada la Congala	70665,83	59359,29	72.188,01	60.637,93	SI	SI	1	1
25	Quebrada La Congala	Desde aguas arriba del casco urbano de Barcelona hasta la confluencia con el río Verde	164886,93	138505,02	168.438,69	141.488,50	SI	SI	1	1
26	Quebrada La Española	Desde aguas arriba del casco urbano de Córdoba hasta la confluencia con la quebrada El Jardín	11471,08	9772,41	408,47	3.080,17	NO	NO	5,50	5,50
27	Quebrada La Siberia	Desde aguas arriba del casco urbano de Córdoba hasta la confluencia con la quebrada El Jardín	18381,34	11876,53	10.934,17	10.934,17	NO	NO	5,50	4,50
28	Quebrada la Tulia	Desde el casco urbano del municipio de la Tebaida hasta la confluencia con la quebrada La Jaramilla	278939,42	234309,11	308.324,99	258.992,99	SI	SI	1	1
29	Quebrada La Jaramilla	Desde aguas arriba del casco urbano del municipio de La Tebaida hasta la confluencia con quebrada Cristales	316306,08	184054,06	157.076,01	148.322,75	NO	NO	3,01	2,24
30	Quebrada Mina Rica	Desde el casco urbano de Quimbaya hasta la Confluencia con la Quebrada Buenavista	167390,13	140607,71	0	0	NO	NO	5,50	5,50
31	Quebrada Agua Linda	Desde aguas arriba del casco urbano de Quimbaya hasta la confluencia con la quebrada Campoalegre	192402,45	161618,06	0	0	NO	NO	5,50	5,50

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	CC Año 2021; kg		CC Meta Año 2024 (meta global evaluada en 2020); kg		Cumplimiento meta global carga contaminante Acuerdo 001/21		Fr año 2021	
			DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST
32	Quebrada La Aldana	Desde el casco urbano de Armenia hasta la confluencia con la quebrada Hojas Anchas	383087,53	321291,47	402.481,40	336.761,41	SI	SI	1	1
33	Quebrada Yeguas	Desde aguas arriba del casco urbano de Circasia hasta la confluencia con la quebrada Hojas Anchas	309832,08	260258,94	90.629,76	90.629,76	NO	NO	5,50	5,50
34	Quebrada El Mudo	Desde el casco urbano de Salento hasta la confluencia con el río Boquerón	15644,10	13141,04	0	0	NO	NO	5,50	5,50
35	Quebrada La Calzada	Desde el casco urbano de Salento hasta la confluencia con el río Boquerón	47515,71	25461,43	18.428,66	18.428,66	NO	NO	5,50	4,09
37	Quebrada El Reposo	Desde la confluencia con la quebrada Santa Rita hasta la confluencia con el río Espejo	220587,08	245193,16	164.387,32	162.890,80	NO	NO	3,02	2,51

**Tabla 6. Carga contaminante 2021 y evaluación de meta global 2024 para tramos establecidos con ocasión a los objetivos de calidad para distintas fuentes hídricas fijados mediante la Resolución CRQ No. 1736 de 2020**

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	CC Año 2021; kg		CC Meta Año 2024 (meta global evaluada en 2020); kg		Cumplimiento meta global carga contaminante Acuerdo 001/21		Fr año 2021	
			DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST
I	Río Quindío	Comprendido desde el nacimiento hasta aguas arriba de la desembocadura del río Navarco	8444,04	18125,38	5.825,22	13.705,91	NO	NO	3,93	2,52
Iib	Río Quindío	Comprendido desde aguas debajo de la bocatoma del municipio de La Tebaida hasta aguas arriba de la desembocadura de la quebrada El Pescador	57427,17	41292,07	108.585,01	44.877,84	SI	SI	1	1
III	Río Quindío	Comprendido desde aguas arriba de la desembocadura de la quebrada El Pescador hasta antes de la confluencia con el río Barragán	10277,27	4220,46	5.126,78	3.575,60	NO	NO	3,00	2,25

**Tabla 7 Carga contaminante y evaluación de meta global 2021 para tramos establecidos con ocasión a los objetivos de calidad para el Río Quindío fijados mediante la Resolución CRQ No. 1489 de 2016**

Tramo	Unidad hidrográfica	Descripción del tramo	CC Año 2021; kg		CC Meta Año 2024 (meta global evaluada en 2020); kg		Cumplimiento meta global carga contaminante Acuerdo 001/21		Fr año 2021	
			DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST	DBO <sub>5</sub>	SST
2A	Quebrada Portachuelo	Desde la desembocadura de la quebrada chorro de las madres hasta la desembocadura de la quebrada Innominada receptora de vertimientos de Filandia	63566,21	53395,62	13.239,52	13.239,52	NO	NO	5,50	5,50
2B	Quebrada Portachuelo	Desde la desembocadura de la quebrada Innominada receptora de vertimientos de Filandia hasta desembocadura en el Río Roble	63566,21	53395,62	13.239,52	13.239,52	NO	NO	5,50	5,50
4A	Quebrada Cajones (Circasia)	Desde aguas arriba del inicio del casco Urbano de Circasia hasta aguas arriba de la descarga municipal QCD_09	155141,61	145242,66	173.411,36	141.821,65	SI	NO	1,00	2,02
4B	Quebrada Cajones (Circasia)	Desde aguas arriba de la descarga municipal QCD_09 Hasta la desembocadura en el Río Roble	37341,33	31366,71	39.225,76	32.949,64	SI	SI	1	1
5	Río Roble	Desde el nacimiento del Río Roble hasta la desembocadura de la quebrada Cajones	5470,73	2568,28	3887,43	2549,62	NO	NO	2,41	2,08
7	Río Roble	Desde la bocatoma municipal de Montenegro hasta la desembocadura del Río Roble en el Río La Vieja	86234,19	69356,70	88.920,09	72.993,55	SI	SI	1	1

**Tabla 8. Carga contaminante y evaluación de meta global 2021 para tramos establecidos con ocasión a los objetivos de calidad para el Río Roble, Quebrada Portachuelo y Quebrada Cajones (Circasia) fijados mediante la Resolución CRQ No. 1488 de 2020**

El proceso de Evaluación de Meta Global determinó los Factores Regionales FR correspondientes a cada tramo; posteriormente el ejercicio de Evaluación de Metas Individuales y Grupales significó la aplicación o no de los FR calculados para cada tramo. Como resultado de este ejercicio se destacan los FR a aplicar a las Empresas Prestadoras del Servicio de Alcantarillado, por las descargas de aguas residuales urbanas efectuadas de manera directa o indirecta al recurso hídrico, de acuerdo con lo expuesto en la siguiente Tabla.

ESP	TRAMO	OBSERVACIÓN	FR		FR aplicado con ocasión a ?
			DBO	SST	
EPA ESP	Tramo 1. Res 1736/2020 (Quebrada La Florida)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Armenia	1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 9. Res 1736/2020 (Quebrada San Nicolás)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 11. Res 1736/2020 (Quebrada Hojas Anchas)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 12. Res. 1736/2020 (Quebrada Armenia)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 13. Res 1736/2020 (Quebrada La Camelia)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 14. Res 1736/2020 (Quebrada Los Quindos)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 32. Res 1736/2020 (Quebrada La Aldana)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual + cumplimiento compromisos eliminación PV 2020 de PSMV
	Tramo 37. Res 1736/2020 (Quebrada El Reposo/Santa Rita)		3,02	2,51	Incumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 8. Res 1736/2020 (Quebrada Cristales; sin meta en este tramo)		1,00	1,00	Tarifa mínima considerando el no establecimiento de meta individual en este tramo, toda vez que el vertimiento se debe eliminar prioritariamente por acción popular.
ESACOR ESP	Tramo 26. Res 1736/2020 (Quebrada La Española)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Córdoba	5,50	5,50	Incumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 27. Res 1736/2020 (Quebrada La Siberia)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
Multipropósito de Calarcá ESP	Tramo 2. Res 1736/2020 (Quebrada El Pescador)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Calarcá	2,00	2,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual + incumplimiento compromisos eliminación PV 2021 de PSMV
	Tramo 3. Res 1736/2020 (Quebrada El Naranjal)		2,00	2,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual + incumplimiento compromisos eliminación PV 2021 de PSMV
	Tramo 4. Res 1736/2020 (Río Santo Domingo)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 24. Res 1736/2020 (Quebrada Agua Bonita)	Cargas contaminantes domésticas Corregimiento de Barcelona	1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 25. Res 1736/2020 (Quebrada La Congala)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
EPQ ESP	Tramo 34. Res 1736/2020 (Quebrada El Mudo)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Salento	1,50	1,50	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual + incumplimiento compromisos eliminación PV 2021 de PSMV
	Tramo 35. Res 1736/2020 (Quebrada La Calzada)		5,50	4,09	Incumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 6. Res 1736/2020 (Quebrada La Picota)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Buenavista	5,50	2,88	Incumplimiento de meta de carga contaminante individual para DBO.
	Tramo 7. Res 1736/2020 (Quebrada Las Delicias / Las Margaritas)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 28. Res 1736/2020 (Quebrada La Tulía)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Tebaida	1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 29. Res 1736/2020 (Quebrada La Jaramilla)		3,01	2,24	Incumplimiento de meta de carga contaminante individual para DBO y SST.
	Tramo 15. Res 1736/2020 (Río Espejo)	Cargas contaminantes domésticas Corregimiento Pueblo Tapao de Montenegro	5,50	2,20	Incumplimiento de meta de carga contaminante individual para DBO5 y SST

ESP	TRAMO	OBSERVACIÓN	FR		FR aplicado con ocasión a ?
			DBO	SST	
	Tramo 16. Res 1736/2020 (Quebrada Cajones – Montenegro)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Montenegro	2,00	2,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual + incumplimiento compromisos eliminación PV 2021 de PSMV
	Tramo 7 -Resolución 1844 de 2020 (Río Roble)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 33. Res 1736/2020 (Quebrada Yeguas)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Circasia	1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 4A -Resolución 1844 de 2020 (Quebrada Cajones – Circasia)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 4B -Resolución 1844 de 2020 (Quebrada Cajones – Circasia)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 5 -Resolución 1844 de 2020 (Río Roble)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 17. Res 1736/2020 (Quebrada Buenavista)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Quimbaya	1,50	1,50	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual + incumplimiento compromisos eliminación PV 2021 de PSMV
	Tramo 30. Res 1736/2020 (Quebrada Mina Rica)		1,50	1,50	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual + incumplimiento compromisos eliminación PV 2021 de PSMV
	Tramo 31. Res 1736/2020 (Quebrada Agualinda)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 18. Res 1736/2020 (Río Gris)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Génova	5,50	3,40	Incumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 19. Res 1736/2020 (Río San Juan)		1,50	1,50	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 21. Res 1736/2020 (Quebrada San José)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Filandia	1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 2A -Resolución 1844 de 2020 (Quebrada Portachuelo)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Tramo 2B -Resolución 1844 de 2020 (Quebrada Portachuelo)		1,00	1,00	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual
	Quebrada El Matadero, sin tramo en acuerdo 001 de 2021		1,00	1,00	Tarifa mínima, Quebrada El Matadero sin tramo en acuerdo 001 de 2021
	Tramo 22. Res 1736/2020 (Río Lejos)	Cargas contaminantes domésticas Municipio de Pijao	1,50	1,50	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual + incumplimiento compromisos eliminación PV 2021 de PSMV
	Tramo 23. Res 1736/2020 (Quebrada El Inglés)		1,50	1,50	Cumplimiento de meta de carga contaminante individual + incumplimiento compromisos eliminación PV 2021 de PSMV

**Tabla 9. Factores regionales aplicados a ESP por las cargas vertidas en la vigencia 2021**

#### **4. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD**

De acuerdo con lo dispuesto por el inciso 2 del **ARTÍCULO 2.2.9.7.3.6. Seguimiento y cumplimiento de la Meta global de carga contaminante**, del Decreto 1076 de 2015,

*El Director General o quien haga las veces, presentará anualmente al Consejo Directivo o al órgano que haga sus veces, un informe sobre el cumplimiento de la meta global de carga contaminante y de los objetivos de calidad, considerando la relación entre el comportamiento de las cargas contaminantes y el factor regional calculado.*

Se encuentra entonces, apropiado a través del presente, rendir informe del seguimiento a los objetivos de calidad en la vigencia 2021 definidos por la CRQ para los cuerpos hídricos receptores, lo que se ha reglamentado mediante las resoluciones CRQ 1736 de 2020 CRQ 1844 de 2020 y CRQ 1489 de 2016. Así las cosas, se tiene además que, en la vigencia 2021 se celebró el contrato interadministrativo 001 de 2021, cuyo contratista fue la Universidad Tecnológica de Pereira – UTP, contrato del cual se derivaron como productos, entre otros, el diseño de la de la red de monitoreo para seguimiento a los referidos objetivos de calidad y su implementación en la referida vigencia. De esta manera se presenta como anexo 1 del presente escrito, el informe derivado de la implementación de la referida red de monitoreo, donde se expresan los resultados de los monitoreos realizados en 102 estaciones distribuidas sobre las 41 fuentes hídricas que cuentan con objetivos de calidad (51 tramos), resultados además que comprenden la determinación del cumplimiento del objetivo de calidad para el tramo muestreado en el punto de monitoreo, así como la medición de Índice de Calidad del Agua – ICA según metodología IDEAM.



MONITOREO DE CALIDAD DE LAS  
FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES  
DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO

Contrato Interadministrativo 002-21

MAYO, 2022



Grupo de  
Investigación  
en Agua y  
Saneamiento

**INFORME TÉCNICO DE SEGUIMIENTO A LOS OBJETIVOS DE CALIDAD VIGENCIA 2021  
MONITOREO DE CALIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES DEPARTAMENTO DEL  
QUINDÍO**

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO – CRQ**

**Director General Encargado**  
Dr. José Manuel Cortez Orozco

**Supervisor**  
Jorge Alberto Duque Montoya

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN AGUA Y SANEAMIENTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**Director**  
Dr. Ing. Diego Paredes Cuervo

**Pereira, Mayo de 2022**

**EQUIPO TÉCNICO**  
**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN AGUA Y SANEAMIENTO - GIAS**  
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA - UTP**

---

**Director**

*Diego Paredes Cuervo*  
Ingeniero Sanitario  
M.Sc. in Water and Environmental Resources Management  
Ph.D. Ingeniería

**Equipo Técnico**

---

*María del Pilar Pulgarín*

*Ingeniera Ambiental, Magister en. Ecotecnología, PhD en  
Ciencia Ambientales*

---

*Daniela Ammar Quintero*

*Ingeniera Ambiental, Especialista en Prevención,  
Reducción y Atención de Desastres*

---

*Juan Carlos Sierra Ríos*

*Administrador Ambiental, Magister en Sistemas de  
Información Geográfica*

---

*Laura Arroyave Herrera*

*Administradora Ambiental Magister en Ecotecnología  
(Est).*

---

*Adriana Marcela Ruiz Sánchez*

*Administradora Ambiental*

---

*Jonathan Correa Ladino*

*Técnico en Producción Agrícola*

---

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	13
1. OBJETIVOS .....	14
1.1. Objetivo General.....	14
1.2. Objetivos específicos.....	14
2. DEFINICIONES .....	14
2.1. Calidad del agua.....	14
2.2. Otras definiciones.....	15
3. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Planificación campaña de monitoreo.....	18
3.1.1. Tramos con objetivo de calidad y estaciones de monitoreo .....	18
3.1.2. Ensayos determinados en campo.....	26
3.1.3. Ensayos determinados en laboratorio .....	27
3.1.4. Métodos de preservación de las muestras .....	28
3.2. Cálculo del índice de calidad del agua (ICA).....	29
4. RESULTADOS CAMPAÑA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA.....	32
4.1. Unidad de Manejo de Cuenca-UMC Río Quindío.....	32
4.1.1. Unidad hidrográfica río Quindío .....	32
4.1.2. Unidad hidrográfica quebrada La Florida.....	41
4.1.3. Unidad hidrográfica quebrada El Pescador .....	47
4.1.4. Unidad hidrográfica quebrada El Naranjal .....	53
4.1.5. Unidad hidrográfica río Santo Domingo.....	59
4.1.6. Unidad hidrográfica río Verde .....	67
4.1.7. Unidad hidrográfica quebrada La Picota.....	74
4.1.8. Unidad hidrográfica quebrada Las Delicias (Las Margaritas) .....	80
4.1.9. Unidad hidrográfica quebrada San Nicolas (El Cafetero) .....	86
4.1.10. Unidad hidrográfica quebrada Agua Bonita .....	92
4.1.11. Unidad hidrográfica quebrada La Congala .....	98
4.1.12. Unidad hidrográfica quebrada La Española.....	104
4.1.13. Unidad hidrográfica quebrada La Siberia.....	110
4.1.14. Unidad hidrográfica quebrada El Mudo .....	115
4.1.15. Unidad hidrográfica quebrada La Calzada.....	121
4.1.16. Unidad hidrográfica río Boquerón .....	126

4.2.	Unidad de Manejo de Cuenca-UMC Río Roble .....	132
4.2.1.	Unidad hidrográfica Río Roble .....	132
4.2.2.	Unidad hidrográfica quebrada Portachuelo.....	142
4.2.3.	Unidad hidrográfica quebrada Cajones (Circasia) .....	151
4.2.4.	Unidad hidrográfica quebrada Cristales.....	159
4.2.5.	Unidad hidrográfica quebrada Santa Rita .....	166
4.2.6.	Unidad hidrográfica quebrada Hojas Anchas.....	171
4.2.7.	Unidad hidrográfica quebrada Armenia .....	178
4.2.8.	Unidad hidrográfica quebrada La Camelia.....	183
4.2.9.	Unidad hidrográfica quebrada Los Quindos.....	188
4.2.10.	Unidad hidrográfica río Espejo.....	194
4.2.11.	Unidad hidrográfica quebrada Cajones (Montenegro) .....	202
4.2.12.	Unidad hidrográfica quebrada La Tulia .....	208
4.2.13.	Unidad hidrográfica quebrada La Jaramilla .....	213
4.2.14.	Unidad hidrográfica quebrada La Aldana .....	220
4.2.15.	Unidad hidrográfica quebrada Las Yeguas.....	225
4.2.16.	Unidad hidrográfica quebrada El Reposo .....	231
4.3.	Unidad de Manejo de Cuenca-UMC Quebrada Buenavista .....	238
4.3.1.	Unidad hidrográfica quebrada Buenavista .....	238
4.3.2.	Unidad hidrográfica quebrada San José.....	245
4.3.3.	Unidad hidrográfica quebrada Mina Rica.....	251
4.3.4.	Unidad hidrográfica quebrada Agua Linda.....	257
4.4.	Unidad de Manejo de Cuenca-UMC Río Rojo .....	263
4.4.1.	Unidad hidrográfica río Gris .....	263
4.4.2.	Unidad hidrográfica río San Juan .....	269
4.4.3.	Unidad hidrográfica río Rojo .....	275
4.5.	Unidad de Manejo de Cuenca-UMC Río Lejos.....	281
4.5.1.	Unidad hidrográfica río Lejos .....	281
4.5.2.	Unidad hidrográfica quebrada El Inglés.....	288
5.	CONCLUSIONES.....	294
6.	BIBLIOGRAFÍA .....	296
7.	ANEXOS .....	298

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones de monitoreo de los tramos con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020...	19
Tabla 2. Estaciones de monitoreo de calidad en el río Roble, quebrada Portachuelo y quebrada Cajones (Circasia) para el seguimiento de los objetivos de calidad Resolución CRQ 1844 de 2020 .....	23
Tabla 3. Estaciones de monitoreo de calidad río Quindío para el seguimiento de los objetivos de calidad Resolución CRQ 1489 de 2016 .....	24
Tabla 4. Ensayos determinados en campo.....	26
Tabla 5. Ensayos determinados en laboratorio.....	27
Tabla 6. Preservantes utilizados para los ensayos determinados en laboratorio .....	28
Tabla 7. Variables y pesos de ponderación para el cálculo del ICA-IDEAM.....	30
Tabla 8 Clasificación de valores ICA-IDEAM.....	31
Tabla 9. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo río Quindío .....	33
Tabla 10. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Quindío.....	34
Tabla 11. Resultados de los análisis de laboratorio río Quindío .....	36
Tabla 12. Cálculo del ICA-IDEAM río Quindío .....	37
Tabla 13. Cumplimiento de los objetivos de calidad Resolución CRQ 1489 de 2016 río Quindío .....	39
Tabla 14. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Florida.....	42
Tabla 15. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Florida.....	42
Tabla 16. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Florida.....	43
Tabla 17. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Florida.....	44
Tabla 18. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Florida .....	46
Tabla 19. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada El Pescador.....	48
Tabla 20. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada El Pescador .....	48
Tabla 21. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada El Pescador .....	49
Tabla 22. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada El Pescador .....	50
Tabla 23. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada El Pescador.....	51
Tabla 24. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada El Naranjal .....	54
Tabla 25. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada El Naranjal.....	54
Tabla 26. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada El Naranjal .....	55
Tabla 27. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada El Naranjal .....	56
Tabla 28. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada El Naranjal.....	57
Tabla 29. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Santo Domingo .....	60
Tabla 30. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Santo Domingo.....	60
Tabla 31. Resultados de los análisis de laboratorio río Santo Domingo.....	62
Tabla 32. Cálculo del ICA-IDEAM río Santo Domingo .....	63
Tabla 33. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Santo Domingo .....	66
Tabla 34. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Verde .....	68
Tabla 35. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Verde.....	69
Tabla 36. Resultados de los análisis de laboratorio río Verde .....	70
Tabla 37. Cálculo del ICA-IDEAM río Verde .....	71
Tabla 38. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Verde .....	72
Tabla 39. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Picota.....	75
Tabla 40. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Picota.....	75
Tabla 41. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Picota.....	76
Tabla 42. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Picota.....	77

Tabla 43. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Picota .....	78
Tabla 44. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Las Delicias (Las Margaritas) .....	81
Tabla 45. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Las Delicias (Las Margaritas).....	81
Tabla 46. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Las Delicias (Las Margaritas) .....	82
Tabla 47. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Las Delicias (Las Margaritas) .....	83
Tabla 48. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Las Delicias (Las Margaritas).....	84
Tabla 49. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada San Nicolas (El Cafetero) ....	87
Tabla 50. Ensayos determinados en campo, en la estación de monitoreo de la quebrada San Nicolas (El Cafetero)	87
Tabla 51. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada San Nicolas (El Cafetero) .....	88
Tabla 52. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada San Nicolas (El Cafetero) .....	89
Tabla 53. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada San Nicolas (El Cafetero) .....	90
Tabla 54. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Agua Bonita .....	93
Tabla 55. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Agua Bonita .....	93
Tabla 56. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Agua Bonita .....	94
Tabla 57. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Agua Bonita .....	95
Tabla 58. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Agua Bonita.....	96
Tabla 59. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Congala .....	99
Tabla 60. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Congala .....	99
Tabla 61. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Congala .....	100
Tabla 62. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Congala .....	101
Tabla 63. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Congala .....	102
Tabla 64. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Española .....	105
Tabla 65. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Española.....	105
Tabla 66. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Española.....	106
Tabla 67. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Española.....	107
Tabla 68. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Española .....	108
Tabla 69. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Siberia.....	111
Tabla 70. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Siberia .....	111
Tabla 71. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Siberia.....	112
Tabla 72. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Siberia.....	113
Tabla 73. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Siberia .....	114
Tabla 74. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada El Mudo.....	116
Tabla 75. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada El Mudo .....	116
Tabla 76. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada El Mudo.....	117
Tabla 77. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada El Mudo.....	118
Tabla 78. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada El Mudo .....	119
Tabla 79. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Calzada.....	122
Tabla 80. Ensayos determinados en campo, en la estación de monitoreo de la quebrada La Calzada .....	122
Tabla 81. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Calzada.....	123
Tabla 82. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Calzada.....	124
Tabla 83. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Calzada .....	125
Tabla 84. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Boquerón .....	127

Tabla 85. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Boquerón .....	127
Tabla 86. Resultados de los análisis de laboratorio río Boquerón .....	128
Tabla 87. Cálculo del ICA-IDEAM río Boquerón .....	129
Tabla 88. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Boquerón .....	130
Tabla 89. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Roble .....	133
Tabla 90. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Roble .....	133
Tabla 91. Resultados de los análisis de laboratorio río Roble .....	135
Tabla 92 Cálculo del ICA-IDEAM río Roble .....	137
Tabla 93. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1844 de 2020 río Roble.....	139
Tabla 94. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Portachuelo.....	143
Tabla 95. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Portachuelo .....	144
Tabla 96. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Portachuelo.....	145
Tabla 97. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Portachuelo.....	146
Tabla 98. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1844 de 2020 quebrada Portachuelo .....	148
Tabla 99. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Cajones (Circasia) .....	152
Tabla 100. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Cajones (Circasia) .....	152
Tabla 101. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Cajones (Circasia) .....	153
Tabla 102. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Cajones (Circasia) .....	155
Tabla 103. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1844 de 2020 quebrada Cajones .....	157
Tabla 104. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Cristales .....	160
Tabla 105. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Cristales.....	160
Tabla 106. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Cristales.....	161
Tabla 107. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Cristales.....	162
Tabla 108. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Cristales .....	164
Tabla 109. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo quebrada Santa Rita .....	167
Tabla 110. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Santa Rita.....	167
Tabla 111. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Santa Rita .....	168
Tabla 112. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Santa Rita .....	169
Tabla 113. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Santa Rita .....	170
Tabla 114. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Hojas Anchas.....	172
Tabla 115. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Hojas Anchas .....	172
Tabla 116. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Hojas Anchas.....	173
Tabla 117. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Hojas Anchas.....	174
Tabla 118. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Hojas Anchas .....	176
Tabla 119. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Armenia .....	179
Tabla 120. Ensayos determinados en campo, en la estación de monitoreo de la quebrada Armenia.....	179
Tabla 121. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Armenia .....	180
Tabla 122. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Armenia .....	181
Tabla 123. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Armenia.....	182
Tabla 124. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Camelia.....	184
Tabla 125. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Camelia .....	184
Tabla 126. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Camelia.....	185
Tabla 127. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Camelia.....	186
Tabla 128. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Camelia .....	187
Tabla 129. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Los Quindos.....	189
Tabla 130. Ensayos determinados en campo, en la estación de monitoreo de la quebrada Los Quindos .....	189

Tabla 131. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Los Quindos.....	189
Tabla 132. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Los Quindos.....	191
Tabla 133. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Los Quindos .....	192
Tabla 134. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo río Espejo.....	195
Tabla 135. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Espejo .....	196
Tabla 136. Resultados de los análisis de laboratorio río Espejo.....	197
Tabla 137. Cálculo del ICA-IDEAM río Espejo.....	198
Tabla 138. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Espejo .....	200
Tabla 139. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Cajones (Montenegro) .....	203
Tabla 140. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Cajones (Montenegro) .....	203
Tabla 141. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Cajones (Montenegro) .....	204
Tabla 142. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Cajones (Montenegro) .....	205
Tabla 143. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Cajones (Montenegro) .....	207
Tabla 144. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Tulia .....	209
Tabla 145. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Tulia .....	209
Tabla 146. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Tulia .....	210
Tabla 147. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Tulia .....	211
Tabla 148. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Tulia .....	212
Tabla 149. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Jaramilla.....	214
Tabla 150. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Jaramilla .....	214
Tabla 151. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Jaramilla .....	215
Tabla 152. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Jaramilla .....	217
Tabla 153. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Jaramilla.....	218
Tabla 154. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Aldana.....	221
Tabla 155. Ensayos determinados en campo, en la estación de monitoreo de la quebrada La Aldana .....	221
Tabla 156. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Aldana.....	222
Tabla 157. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Aldana.....	223
Tabla 158. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Aldana .....	224
Tabla 159. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Las Yeguas .....	226
Tabla 160. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Las Yeguas.....	226
Tabla 161. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Las Yeguas.....	227
Tabla 162. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Las Yeguas.....	228
Tabla 163. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Las Yeguas .....	229
Tabla 164. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo la Quebrada El Reposo.....	232
Tabla 165. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada El Reposo .....	232
Tabla 166. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada El Reposo .....	233
Tabla 167. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada El Reposo .....	235
Tabla 168. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada El Reposo.....	236
Tabla 169. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la Quebrada Buenavista .....	239
Tabla 170. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Buenavista .....	239
Tabla 171. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Buenavista .....	240
Tabla 172. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Buenavista .....	242
Tabla 173. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Buenavista .....	243
Tabla 174. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada San José .....	246

Tabla 175. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada San José.....	246
Tabla 176. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada San José.....	247
Tabla 177. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada San José.....	248
Tabla 178. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada San José .....	249
Tabla 179. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Mina Rica .....	252
Tabla 180. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Mina Rica.....	252
Tabla 181. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Mina Rica.....	253
Tabla 182. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Mina Rica.....	254
Tabla 183. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Mina Rica .....	255
Tabla 184. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Agua Linda.....	258
Tabla 185. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Agua Linda .....	258
Tabla 186. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Agua Linda.....	259
Tabla 187. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Agua Linda.....	260
Tabla 188. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Agua Linda .....	262
Tabla 189. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Gris .....	264
Tabla 190. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Gris.....	264
Tabla 191. Resultados de los análisis de laboratorio río Gris .....	265
Tabla 192. Cálculo del ICA-IDEAM río Gris .....	266
Tabla 193. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Gris .....	267
Tabla 194. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río San Juan.....	270
Tabla 195. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río San Juan .....	270
Tabla 196. Resultados de los análisis de laboratorio río San Juan .....	271
Tabla 197. Cálculo del ICA-IDEAM río San Juan.....	272
Tabla 198. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río San Juan.....	273
Tabla 199. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en río Rojo .....	276
Tabla 200. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Rojo .....	276
Tabla 201. Resultados de los análisis de laboratorio río Rojo .....	277
Tabla 202. Cálculo del ICA-IDEAM río Rojo .....	278
Tabla 203. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Rojo.....	279
Tabla 204. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Lejos .....	282
Tabla 205. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Lejos.....	282
Tabla 206. Resultados de los análisis de laboratorio río Lejos .....	283
Tabla 207. Cálculo del ICA-IDEAM río Lejos .....	285
Tabla 208. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada río Lejos .....	286
Tabla 209. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada El Inglés .....	289
Tabla 210. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada El Inglés.....	289
Tabla 211. Resultados de los análisis de laboratorio Quebrada El Inglés .....	290
Tabla 212. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada El Inglés .....	291
Tabla 213. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada El Inglés .....	292

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Cartografía de 102 estaciones de monitoreo correspondiente a 51 tramos con objetivo de calidad en el departamento del Quindío, para seguimiento a la calidad de las fuentes hídricas. ....	25
Figura 2. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Quindío. ....	33
Figura 3. Variación de pH entre las estaciones del río Quindío. ....	35
Figura 4. Resultado ICA-IDEAM río Quindío. ....	38
Figura 5. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Florida. ....	41
Figura 6. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Florida. ....	45
Figura 7. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada El Pescador. ....	47
Figura 8. Resultado ICA-IDEAM quebrada El Pescador. ....	51
Figura 9. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada El Naranjal. ....	53
Figura 10. Resultado ICA-IDEAM quebrada El Naranjal. ....	57
Figura 11. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Santo Domingo. ....	59
Figura 12. Variación concentración de SST del tramo del río Santo Domingo. ....	61
Figura 13. Resultado ICA-IDEAM río Santo Domingo. ....	65
Figura 14. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Verde. ....	67
Figura 15. Resultado ICA-IDEAM río Verde. ....	72
Figura 16. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Picota. ....	74
Figura 17. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Picota. ....	78
Figura 18. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Las Delicias (Las Margaritas). ....	80
Figura 19. Resultado ICA-IDEAM quebrada Las Delicias (Las Margaritas). ....	84
Figura 20. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada San Nicolas (El Cafetero). ....	86
Figura 21. Resultado ICA-IDEAM quebrada San Nicolas (El Cafetero). ....	90
Figura 22. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Agua Bonita. ....	92
Figura 23. Resultado ICA-IDEAM quebrada Agua Bonita. ....	96
Figura 24. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Congala. ....	98
Figura 25. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Congala. ....	102
Figura 26. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Española. ....	104
Figura 27. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Española. ....	108
Figura 28. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad Quebrada La Siberia. ....	110
Figura 29. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Siberia. ....	113
Figura 30. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada El Mudo. ....	115
Figura 31. Resultado ICA-IDEAM quebrada El Mudo. ....	119
Figura 32. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Calzada. ....	121
Figura 33. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Calzada. ....	124
Figura 34. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Boquerón. ....	126
Figura 35. Resultado ICA-IDEAM río Boquerón. ....	130
Figura 36. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Roble. ....	132
Figura 37. Variación de pH entre las estaciones del río Roble. ....	134
Figura 38. Resultado ICA-IDEAM río Roble. ....	138
Figura 39. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Portachuelo. ....	142
Figura 40. Resultado ICA-IDEAM quebrada Portachuelo. ....	147
Figura 41. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Cajones (Circasia). ....	151
Figura 42. Resultado ICA-IDEAM quebrada Cajones (Circasia). ....	156

Figura 43. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Cristales.....	159
Figura 44. Resultado ICA-IDEAM quebrada Cristales .....	164
Figura 45. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Santa Rita.....	166
Figura 46. Resultado ICA-IDEAM quebrada Santa Rita .....	169
Figura 47. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Hojas Anchas .....	171
Figura 48. Resultado ICA-IDEAM quebrada Hojas Anchas .....	175
Figura 49. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Armenia .....	178
Figura 50. Resultado ICA-IDEAM quebrada Armenia.....	181
Figura 51. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Camelia .....	183
Figura 52. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Camelia .....	186
Figura 53. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Los Quindos .....	188
Figura 54. Resultado ICA-IDEAM quebrada Los Quindos .....	192
Figura 55. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Espejo .....	194
Figura 56. Resultado ICA-IDEAM río Espejo .....	200
Figura 57. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Cajones (Montenegro)....	202
Figura 58. Resultado ICA-IDEAM quebrada Cajones (Montenegro).....	206
Figura 59. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Tulia.....	208
Figura 60. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Tulia .....	211
Figura 61. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Jaramilla .....	213
Figura 62. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Jaramilla.....	218
Figura 63. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Aldana .....	220
Figura 64. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Aldana .....	223
Figura 65. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Las Yeguas.....	225
Figura 66. Resultado ICA-IDEAM quebrada Las Yeguas .....	229
Figura 67. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad Quebrada El Reposo .....	231
Figura 68. Resultado ICA-IDEAM quebrada El Reposo.....	236
Figura 69. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Buenavista.....	238
Figura 70. Resultado ICA-IDEAM quebrada Buenavista .....	243
Figura 71. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada San José.....	245
Figura 72. Resultado ICA-IDEAM quebrada San José .....	249
Figura 73. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Mina Rica .....	251
Figura 74. Resultado ICA-IDEAM quebrada Mina Rica .....	255
Figura 75. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Agua Linda .....	257
Figura 76. Resultado ICA-IDEAM quebrada Agua Linda .....	261
Figura 77. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Gris.....	263
Figura 78. Resultado ICA-IDEAM río Gris.....	267
Figura 79. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río San Juan .....	269
Figura 80. Resultado ICA-IDEAM río San Juan .....	273
Figura 81. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Rojo .....	275
Figura 82. Resultado ICA-IDEAM río Rojo.....	279
Figura 83. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Lejos.....	281
Figura 84. Resultado ICA-IDEAM río Lejos.....	286
Figura 85. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada El Inglés.....	288
Figura 86. Resultado ICA-IDEAM quebrada El Inglés .....	292

## INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico ha cumplido un papel esencial para la supervivencia y desarrollo de la humanidad, pero a partir de las actividades antropogénicas han puesto a prueba su calidad (Voudouris y Voutsas, 2012). Los problemas derivados de la inadecuada gestión del agua se evidencian en la salud de la población, en la afectación de los ecosistemas y en la complejidad de su tratamiento por sus altos costos.

Por la creciente presión sobre los recursos hídricos, se han implementado planes de monitoreo de calidad a lo largo de la historia, con el propósito de alcanzar objetivos dirigidos a controlar, prevenir y gestionar la contaminación del agua, donde se proporciona información requerida de manera oportuna y adecuada. El monitoreo de calidad del agua implica la participación de diferentes actores como los responsables de la formulación de políticas, los planificadores urbanos, las organizaciones de conservación del agua, los sectores industriales, las universidades y el público en general, ya que todos deben formar parte del proceso de toma de decisiones y acciones conjuntas para proteger el recurso con fines económicos, sociales, ambientales y de salud pública (Behmel et al., 2016).

Hoy en día la disponibilidad de agua dulce en todo el mundo está disminuyendo, causado por la creciente demanda, la contaminación y las pérdidas técnicas y comerciales (Persichetti y Bernini, 2016). En Colombia según el estudio nacional del agua (IDEAM, 2018), los indicadores de calidad en corrientes hídricas superficiales se han evaluado principalmente en relación con el contenido de material orgánico (DBO<sub>5</sub>, SST, DQO), algunos nutrientes (P y N) y contenido de oxígeno disuelto, como también la concentración de metales como níquel, cobre, plomo y mercurio, que son aportados por actividades antrópicas que llegan a las fuentes superficiales a través de los vertimientos aportados a las corrientes hídricas.

Para la evaluación del estado del recurso hídrico, las autoridades ambientales determinan la calidad de los cuerpos de agua, donde pueden evaluar la afectación como también implementar medidas correctivas en aquellos casos donde se da un deterioro en las fuentes hídricas, sin embargo, en algunas ocasiones tienen limitaciones y poca información con respecto a la calidad del agua, por consiguiente, se requiere del diseño de programas y redes de monitoreo, que suministren información necesaria y oportuna que ayude determinar el cumplimiento de los objetivos de calidad para cada fuente hídrica, según los usos que se le determinan (CRQ y UTP, 2022)

En el marco del desarrollo del proyecto titulado “Diseño e implementación de la red de monitoreo de calidad de fuentes hídricas y monitoreo de vertimientos de usuarios representativos de la tasa retributiva para la vigencia 2021, contrato No 002 de 2021” contrato interadministrativo 002 de 2021 celebrado entre La Corporación Autónoma Regional del Quindío –CRQ y la Universidad Tecnológica de Pereira –Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento-GIAS, se realizó el diseño de la red de monitoreo de calidad de agua de las principales corrientes receptoras de vertimientos municipales e industriales en el departamento del Quindío, informe que puede ser consultado para mayor información. En tal sentido, este documento presenta la implementación de la red de monitoreo de calidad implementado en el año 2021 y la evaluación del cumplimiento de los objetivos de calidad, teniendo como referente los actos administrativos expedidos por la Corporación como las Resoluciones 1489 de 2016, 1844 de 2020 y 1736 de 2020.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo General**

Implementar la red de monitoreo de calidad de las fuentes hídricas superficiales con objetivo de calidad en el departamento del Quindío.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Ejecutar campañas de monitoreo calidad sobre las principales fuentes superficiales con objetivo de calidad en el departamento del Quindío
- Realizar determinación de ensayos en campo (pH, conductividad eléctrica y temperatura) en las 102 estaciones de monitoreo de las principales fuentes superficiales con objetivo de calidad
- Tomar muestras de agua para análisis en laboratorio acreditados de las 102 estaciones de monitoreo de la red departamental del Quindío.
- Analizar los resultados de las concentraciones de los ensayos determinados en campo y en laboratorio para las 102 estaciones de monitoreo sobre las fuentes superficiales del departamento del Quindío.
- Calcular y analizar los índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) en las estaciones de monitoreo sobre las fuentes superficiales del departamento del Quindío.
- Evaluar el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos en la Resolución 1736 de 2020 para las principales fuentes superficiales del departamento del Quindío, la Resolución 1844 de 2020 para el Río Roble y sus tributarios y la Resolución 1486 de 2016 para los diferentes tramos río Quindío.

## **2. DEFINICIONES**

### **2.1. Calidad del agua**

La calidad del agua está definida por la hidrología, la fisicoquímica y las propias condiciones biológicas de la masa de agua de estudio, las cuales se ven afectadas por procesos de alteración relacionados con actividades antrópicas (IDEAM, 2018).

El concepto de calidad del agua debe considerar la necesidad de proteger un cuerpo de agua, prioritariamente por su categoría de bien ambiental, más que como un recurso para ser explotado; además

su caracterización no debe realizarse únicamente en función de su uso (IDEAM, 2018). Sin embargo, el conocimiento sobre calidad de agua ha ido evolucionando a medida que ha aumentado su demanda en diferentes usos y han mejorado los métodos para su análisis e interpretación (Ramírez, 2021).

La afectación de la calidad del agua se da por actividades antrópicas tales como el uso para actividades agrícolas y pecuarias, minería, abastecimiento, la industria, entre otros, que genera vertimientos a cuerpos de aguas lentos y loticos provenientes de fuentes puntuales o difusas con y sin tratamiento (IDEAM, 2018). La contaminación del agua puede generar problemas como daños a organismos vivos, afectaciones sobre la salud humana, interferencia para realizar actividades económicas y el abastecimiento para la industria (Ramírez, 2021).

Para saber si el agua está contaminada y que tan contaminada esta, es necesario medir ciertos parámetros que están clasificados en físicos, químicos y microbiológicos. Existen diferentes formas y métodos para medir dichos parámetros. Para obviar estos problemas, las agencias internacionales encargadas de vigilar y estudiar la calidad del agua han estandarizado (unificado) los criterios y los métodos para realizar los análisis del agua en el laboratorio. La publicación que recopila la metodología de laboratorio se titula: Standard Methods for Water and Wastewater Examination. Considerando este escenario, es necesario realizar una caracterización de la calidad fisicoquímica y microbiológica que permita visualizar los efectos de la intervención antrópica sobre las corrientes hídricas (Ramírez, 2021).

## 2.2. Otras definiciones

**Caudal:** es el volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en una unidad de tiempo y se expresa en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) o en litros por segundo (L/s) cuando se manejan pequeñas magnitudes. Las mediciones de caudales (aforo líquido) no conducen al conocimiento de la variación continua de estos, sino solamente a la determinación de una magnitud en ciertos instantes (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2007). El aforo líquido es un procedimiento que consiste en realizar en campo, una serie de mediciones, las cuales se pueden agrupar en tres categorías: 1) medición de la velocidad y sección de la corriente, 2) medición del volumen de agua y el tiempo de acumulación, y 3) medición de la dilución de una solución o de un trazador (SCMH, 1974 citado por: IDEAM y INVEMAR (2021)).

**Coliformes Totales:** especies de organismos que pueden fermentar lactosas con generación de gases (o producen una colonia diferenciable en un periodo de incubación en un medio adecuado de  $24 \pm 2$  h a  $48 \pm 2$  h) a  $35 \pm 0.5$  °C (Metcalf y Eddy, 1995).

Los coliformes totales, se encuentran con más frecuencia en el medio ambiente, pueden estar en el suelo y en las superficies del agua dulce, por lo que no son siempre intestinales, su identificación en estas fuentes sugiere fallas en la eficiencia del tratamiento y la integridad del sistema de distribución (IDEAM, n.d.).

**Coliformes Fecales:** grupo de bacterias en función de la capacidad de generar gas (o colonias) a una temperatura de incubación elevada (Metcalf y Eddy, 1995). Es un indicador indirecto del riesgo potencial de

contaminación con bacterias o virus de carácter patógeno, debido a que los coliformes fecales siempre están presentes en las heces humanas y de los animales (Ramírez, 2021).

**Concentración:** es la masa de una sustancia, elemento o parámetro contaminante, por unidad de volumen del líquido que lo contiene (MADS, 2015). Para los efectos del presente documento, la concentración se expresará en miligramos por litro (mg/L).

**Conductividad eléctrica:** es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición. Las soluciones de la mayor parte de los compuestos inorgánicos son buenas conductoras. Las moléculas orgánicas al no disociarse en el agua, conducen la corriente en muy baja escala (IDEAM, n.d.).

**Cuerpo de Agua:** Sistema de origen natural o artificial, localizado sobre la superficie terrestre, conformado por elementos físicos-bióticos y masas o volúmenes de agua, contenidas o en movimiento (MADS, 2015).

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>):** está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica (Metcalf y Eddy, 1995).

**Demanda Química de Oxígeno (DQO):** determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo (IDEAM, n.d.). En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse (Metcalf y Eddy, 1995).

**Fósforo Total:** el fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de plantas, animales y otros organismos biológicos. Actualmente se considera como uno de los nutrientes que controlan el crecimiento de algas; el fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales casi exclusivamente como fosfatos, los cuales se clasifican en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro-, meta-, y otros poli fosfatos) y fosfatos orgánicos (Metcalf y Eddy, 1995).

**Grasas y Aceites:** las grasas se hallan entre los compuestos orgánicos de mayor estabilidad, y su descomposición por acción bacteriana no resulta sencilla. No obstante, sufren el ataque de ácidos minerales, lo cual conduce a la formación de glicerina y ácidos grasos. Si no se elimina el contenido de grasa antes del vertido del agua residual, puede interferir con la vida biológica en aguas superficiales y crear películas y acumulaciones de materia flotante desagradable (Metcalf y Eddy, 1995).

**Metales Pesados:** entre ellos podemos destacar el níquel (Ni), manganeso (Mn), plomo (Pb), cromo (Cr), cadmio (Cd), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y el mercurio (Hg), para el presente estudio solo se tuvieron en cuenta los parámetros de cromo, níquel, mercurio y plomo. Muchos de estos metales son considerados contaminantes prioritarios. Algunos de ellos son imprescindibles para el normal desarrollo para la vida biológica, y la ausencia de cantidades suficientes podrá limitar el crecimiento de las algas, por ejemplo.

Debido a su toxicidad, la presencia de cualquiera de ellos en cantidades excesivas interferirá con gran número de los usos del agua (Metcalf y Eddy, 1995).

**Nitrógeno Total:** Este elemento es esencial para el crecimiento de bacterias y plantas, razón por la cual recibe el nombre de nutriente o bioestimulador (Metcalf y Eddy, 1995).

De acuerdo con el ciclo del nitrógeno, una concentración alta de nitrógeno orgánico es característica de una contaminación fresca o reciente, y por consiguiente de gran peligro potencial. Todo el nitrógeno presente en compuestos orgánicos puede considerarse nitrógeno orgánico. El contenido de nitrógeno orgánico en un agua incluye el nitrógeno de aminoácidos, aminas, polipéptidos, proteínas y otros compuestos orgánicos del nitrógeno (IDEAM, n.d.).

**Nitratos:** es la forma más oxidada del nitrógeno que se puede encontrar en las aguas. El estudio de este parámetro en la calidad de las aguas superficiales es de gran relevancia, debido a que altas concentraciones en su consumo pueden tener graves consecuencias en la salud de la población que ocasionalmente son fatales en los niños (Metcalf y Eddy, 1995).

**Nitritos:** es relativamente inestable y fácilmente oxidable a la forma de nitrato (Metcalf y Eddy, 1995). Raras veces aparece en concentraciones mayores de 1 mg/L, aun en fuentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. En aguas superficiales y subterráneas su concentración por lo general es menor de 0.1 mg/L.

Los nitritos en concentraciones elevadas reaccionan dentro del organismo con aminas y amidas secundarias y terciarias formando nitrosominas de alto poder cancerígeno, a pesar de que su presencia suele darse en concentraciones pequeñas, los nitritos tienen gran importancia en el estudio de aguas residuales y contaminación de aguas, dadas a su gran toxicidad para gran parte de la fauna piscícola y demás especies acuáticas (Metcalf y Eddy, 1995).

**Nitrógeno Amoniacal (N-NH<sub>3</sub>):** se encuentra en soluciones acuosas, bien en forma de ion amonio o como amoniaco, en función del pH de la solución. A niveles de pH superiores a 7 el amoniaco es predominante mientras que a pH menor a 7 predomina el ion amonio (Metcalf y Eddy, 1995).

**Nitrógeno Kjeldahl:** se determina del mismo modo que el nitrógeno orgánico, con la diferencia de que no se elimina el amoniaco presente antes del proceso de digestión. Por lo tanto, el nitrógeno Kjeldahl total incluye ambas formas de nitrógeno, el orgánico y amoniacal (Metcalf y Eddy, 1995).

**Objetivos de Calidad:** es el conjunto de variables, parámetros o elementos con su valor numérico, que se utiliza para definir la idoneidad del recurso hídrico para un determinado uso (MADS, 2015).

**Oxígeno Disuelto (OD):** el oxígeno es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida aerobia. No obstante, el oxígeno es ligeramente soluble en el agua; la cantidad real de oxígeno que puede estar presente en la solución y está determinada por a) la solubilidad del gas, b) la presión parcial del gas en la atmósfera, c) la temperatura, y d) la pureza del agua (salinidad,

sólidos suspendidos). Las concentraciones de OD en aguas naturales dependen de las características fisicoquímicas y la actividad bioquímica de los organismos en los cuerpos de agua. El análisis del OD es clave en el control de la contaminación en las aguas naturales y en los procesos de tratamiento de las aguas residuales industriales o domésticas (IDEAM, n.d.).

**pH:** es una forma de expresar la concentración de ión hidrógeno o, más exactamente, la actividad del ión hidrógeno. En general se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total (IDEAM, n.d.)

**Sólidos Suspendidos Totales (SST):** los sólidos suspendidos totales son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua; los más pequeños (menos de 0,01 mm) no sedimentan rápidamente y se consideran sólidos no sedimentables, y los más grandes (mayores de 0,01 mm) son generalmente sedimentables (IDEAM, n.d.).

**Temperatura:** es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto para el desarrollo de la vida acuática como para las reacciones químicas y las velocidades de reacción, como también en la aptitud del agua para ciertos usos útiles, por ejemplo, el aumento de la temperatura del agua puede provocar cambios en las especies piscícolas (Metcalf & Eddy Companies, 1995).

**Vertimiento Puntual Directo al Recurso Hídrico:** es aquel vertimiento realizado en un punto fijo y directamente al recurso hídrico (MADS, 2015).

**Vertimiento Puntual Indirecto al Recurso Hídrico:** es aquel vertimiento que se realiza desde un punto fijo a través de un canal natural o artificial o de cualquier medio de conducción o transporte a un cuerpo de agua superficial (MADS, 2015).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Planificación campaña de monitoreo

A continuación, se anuncian los tramos con objetivo de calidad, la metodología, los ensayos determinados en campo y en el laboratorio y la planificación de las campañas de monitoreo

##### 3.1.1. Tramos con objetivo de calidad y estaciones de monitoreo

La red de monitoreo de calidad de las fuentes hídricas superficiales para los 37 tramos con objetivo calidad del departamento del Quindío según la Resolución CRQ 1736 de 2020, se compone por ochenta y cuatro (84) estaciones distribuidas en cinco (5) unidades de manejo de cuenca (UMC) (Río Roble, Río Quindío, Quebrada Buenavista, Río Rojo y Río Lejos). En la Tabla 1 se describen las estaciones de monitoreo de calidad y su distribución en las distintas UMC del departamento del Quindío.

Tabla 1. Estaciones de monitoreo de los tramos con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020

UMC	Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de Monitoreo	Sitio de muestreo
Río Quindío	1	Quebrada La Florida	QLaFlorida1	Inicio del tramo
	1	Quebrada La Florida	QLaFlorida2	Al final del tramo, antes de la desembocadura al río Quindío
	2	Quebrada El Pescador	QEIPescador2	Inicio del tramo
	2	Quebrada El Pescador	QEIPescador4	Al final del tramo, antes de la desembocadura al río Quindío
	3	Quebrada El Naranjal	QNarj1	Inicio del tramo
	3	Quebrada El Naranjal	QNarj2	Al final del tramo
	4	Río Santo Domingo	RStoDmgo1	Inicio del tramo
	4	Río Santo Domingo	RStoDmgo3	Después del casco urbano de Calarcá
	4	Río Santo Domingo	RStoDmgo4	Antes del casco urbano de Barcelona
	4	Río Santo Domingo	RStoDmgo5	Antes de la desembocadura al río Verde
	5	Río Verde	RVerde1	Inicio del tramo
	5	Río Verde	RVerde3	Antes de la confluencia con el río Santo Domingo
	5	Río Verde	RVerde3_1	Antes de la confluencia con la quebrada La Congala
	5	Río Verde	RVerde4	Final del tramo
	6	Quebrada La Picota	QLaPicota1	Inicio del tramo, antes de la descarga de la PTAR
	6	Quebrada La Picota	QLaPicota2	Después del casco urbano de Buenavista
	6	Quebrada La Picota	QLaPicota3	Antes de la desembocadura al río Barragán
	7	Quebrada Las Delicias	QMargaritas1	Antes del vertimiento QMD1 sobre la Quebrada Las Margaritas
	7	Quebrada Las Delicias	QDelicias1	Final del tramo
Río Roble	8	Quebrada Cristales	QCristales1	Inicio del tramo

UMC	Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de Monitoreo	Sitio de muestreo
	8	Quebrada Cristales	QCristales2	Después del casco urbano de Armenia
	8	Quebrada Cristales	QCristales3	Punto sobre la quebrada Cristales
	8	Quebrada Cristales	QCristales4	Final del tramo
Río Quindío	9	Quebrada San Nicolas	QSanNicolas1	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Quindío
Río Roble	10	Quebrada Santa Rita	QStaRita0	Inicio del tramo
	10	Quebrada Santa Rita	QStaRita1	Final del tramo
	11	Quebrada Hojas Anchas	QHAnchas0	Inicio del tramo
	11	Quebrada Hojas Anchas	QHAnchas1	Antes del casco urbano de Armenia
	11	Quebrada Hojas Anchas	QHAnchas2	Antes de la confluencia con la quebrada Zanjón Hondo
	12	Quebrada Armenia	QArmenia1	Final del tramo, antes de la desembocadura al Río Espejo
	13	Quebrada La Camelia	QCamelia0	Después del casco urbano de Armenia
	13	Quebrada La Camelia	QCamelia1	Final del tramo, antes de la desembocadura al Río Espejo
	14	Quebrada Los Quindos	QQuindos1	Final del tramo, antes de la confluencia con la quebrada Orlanda
	15	Río Espejo	REspejo1_S2	Inicio del tramo, antes de la confluencia con la quebrada Armenia
	15	Río Espejo	REspejo2	Antes de la confluencia con la quebrada Cajones (Montenegro)
	15	Río Espejo	REspejo3	Antes de la confluencia con la quebrada La Camelia
	15	Río Espejo	REspejo4	Antes de la confluencia con la quebrada El Reposo
	15	Río Espejo	REspejo5	Final del tramo, antes de la desembocadura al Río La Vieja
	16	Quebrada Cajones	QCajMont1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Montenegro

UMC	Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de Monitoreo	Sitio de muestreo
	16	Quebrada Cajones	QCajMont2	Después del casco urbano de Montenegro
	16	Quebrada Cajones	QCajMont3	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Espejo
Quebrada Buenavista	17	Quebrada Buenavista	QBvta1	Inicio del tramo
	17	Quebrada Buenavista	QBvta3	Aguas abajo del casco urbano de Quimbaya
	17	Quebrada Buenavista	QBvta4	Final del tramo, antes de la desembocadura al río La Vieja
Río Rojo	18	Río Gris	RGris1	Inicio del tramo, aguas abajo de la bocatoma de Génova
	18	Río Gris	RGris2	Final del tramo, antes de la desembocadura al río San Juan
	19	Río San Juan	RSJuan1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Génova
	19	Río San Juan	RSJuan3	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Rojo
	20	Río Rojo	RRojo1	Inicio del tramo, aguas abajo del puente vía a Génova
	20	Río Rojo	RRojo2	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Barragán
Quebrada Buenavista	21	Quebrada San José	QSanJose0	Nacimiento
	21	Quebrada San José	QSanJose1	Final del tramo
Río Lejos	22	Río Lejos	RLejos1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Pijao
	22	Río Lejos	RLejos2	Después del casco urbano de Pijao
	22	Río Lejos	RLejos3	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Barragán
	23	Quebrada El Inglés	QInglés0	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Pijao
	23	Quebrada El Inglés	QInglés1	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Lejos
Río Quindío	24	Quebrada Agua Bonita	QAgBonita0	Inicio del tramo
	24	Quebrada Agua Bonita	QAgBonita1	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada La Congala

UMC	Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de Monitoreo	Sitio de muestreo
	25	Quebrada La Congala	QLaCongala2	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Barcelona
	25	Quebrada La Congala	QLaCongala4	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Verde
	26	Quebrada La Española	QLEspañola1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Córdoba
	26	Quebrada La Española	QLEspañola2	Final del tramo, antes de la confluencia con la quebrada El Jardín
	27	Quebrada Siberia	QSiberia0	Inicio del tramo
	27	Quebrada Siberia	QSiberia1	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada El Jardín
Río Roble	28	Quebrada La Tulia	QLaTulia1	Inicio del tramo, nacimiento
	28	Quebrada La Tulia	QLaTulia2	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada La Jaramilla
	29	Quebrada La Jaramilla	QLaJaramilla0	Inicio del tramo, antes del casco urbano de La Tebaida
	29	Quebrada La Jaramilla	QLaJaramilla1	Después del casco urbano de La Tebaida
	29	Quebrada La Jaramilla	QLaJaramilla2	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada Cristales
Quebrada Buenavista	30	Quebrada Mina Rica	QMRica1	Aguas abajo del casco urbano de Quimbaya
	30	Quebrada Mina Rica	QMRica2	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada Buenavista
	31	Quebrada Agua Linda	QAgLinda1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Quimbaya
	31	Quebrada Agua Linda	QAgLinda3	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada Campo Alegre
Río Roble	32	Quebrada La Aldana	QAldana1	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada Hojas Anchas

UMC	Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de Monitoreo	Sitio de muestreo
	33	Quebrada Las Yeguas	QLasYeguas1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Circasia
	33	Quebrada Las Yeguas	QLasYeguas2	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada Hojas Anchas
Río Quindío	34	Quebrada El Mudo	QEIMudo1	Inicio del tramo
	34	Quebrada El Mudo	QEIMudo4	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Boquerón
	35	Quebrada La Calzada	QLaCalzada3	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Boquerón
	36	Río Boquerón	RBoquerón1	Inicio del tramo, antes de la confluencia con la quebrada El Mudo
	36	Río Boquerón	RBoquerón3	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Navarco
Río Roble	37	Quebrada El Reposo	QEIReposo1	Aguas abajo de la descarga de la PTAR La Marina
	37	Quebrada El Reposo	QEIReposo2	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Espejo

El río Roble y tributarios cuenta con trece (13) estaciones teniendo presente las fronteras de los tramos con objetivos de calidad reglamentadas bajo la Resolución CRQ 1844 de 2020. En la Tabla 2 se mencionan las estaciones de monitoreo para el seguimiento de los tramos con objetivo de calidad establecidos en dicha Resolución.

Tabla 2. Estaciones de monitoreo de calidad en el río Roble, quebrada Portachuelo y quebrada Cajones (Circasia) para el seguimiento de los objetivos de calidad Resolución CRQ 1844 de 2020

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de monitoreo	Sitio de muestreo
1	Quebrada Portachuelo	QPortachuelo1	Nacimiento
1	Quebrada Portachuelo	QPortachuelo2	Antes de la confluencia con el Chorro de las Madres
2a	Quebrada Portachuelo	QPortachuelo3	Antes de la confluencia con la quebrada innominada receptora de vertimientos de Filandia
2b	Quebrada Portachuelo	QPortachuelo4	Antes de la confluencia con el río Roble
3	Quebrada Cajones	QCajones1	Nacimiento

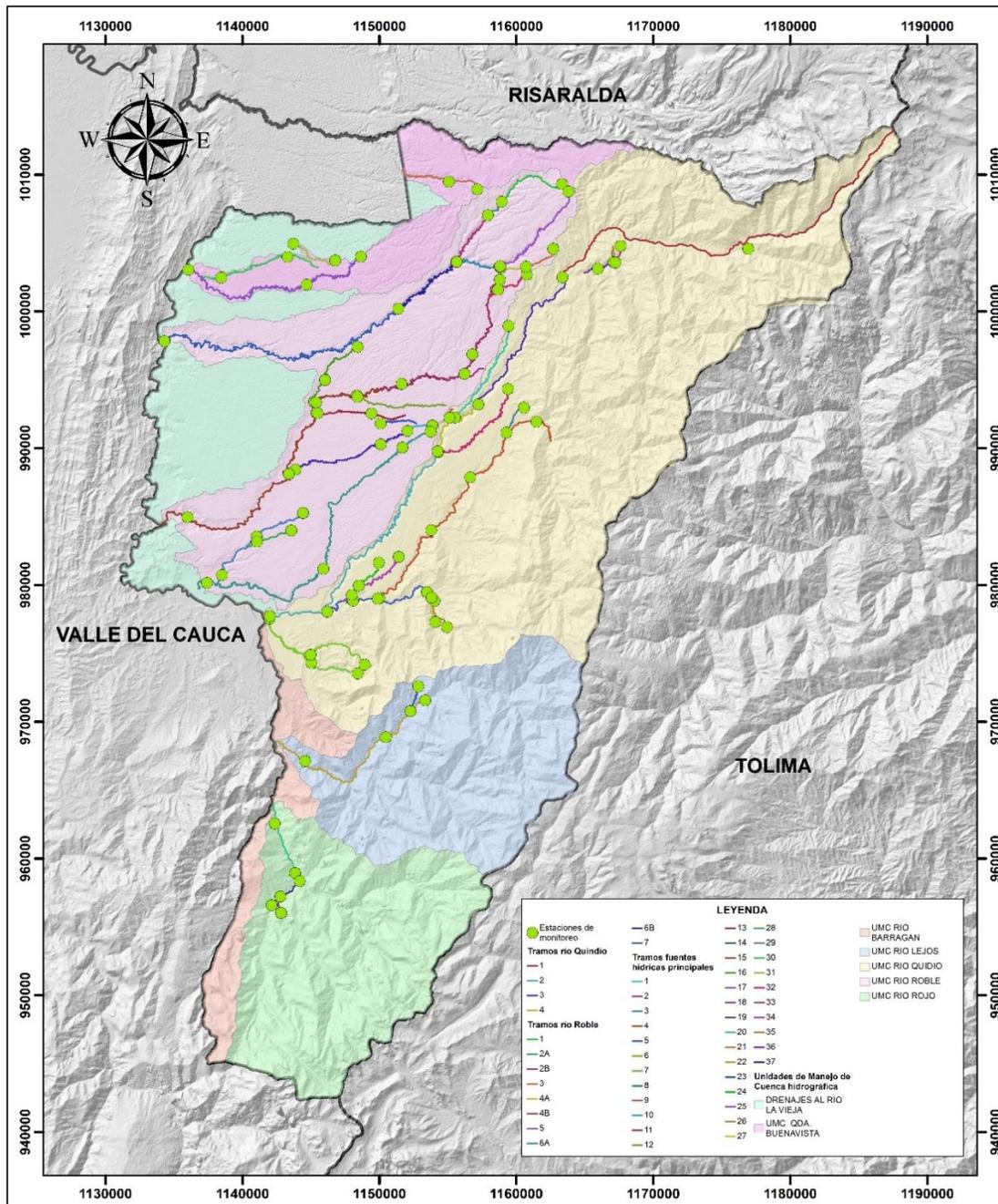
Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de monitoreo	Sitio de muestreo
3	Quebrada Cajones	QCajones2	Aguas arriba del inicio del casco urbano de Circasia
4a	Quebrada Cajones	QCajones3	Aguas arriba de la descarga municipal QCD_09
4b	Quebrada Cajones	QCajones4	Antes de la desembocadura de la quebrada Cajones en el río Roble
5	Río Roble	RRoble1	Nacimiento
5	Río Roble	RRoble2	Antes de la confluencia con la quebrada Cajones
6a	Río Roble	RRoble3	Antes de la confluencia con la quebrada Portachuelo
6b	Río Roble	RRoble4	Antes de la bocatoma del municipio de Montenegro
7	Río Roble	RRoble5	Antes de la desembocadura del río Roble en el río La Vieja

En el río Quindío se implementaron cinco (5) estaciones de monitoreo que se definieron a partir de las fronteras de los tramos con objetivo de calidad para el río Quindío según la Resolución CRQ 1489 de 2016. En la Tabla 3 se mencionan las estaciones de monitoreo para el seguimiento de los objetivos de calidad establecidos en dicha resolución.

Tabla 3. Estaciones de monitoreo de calidad río Quindío para el seguimiento de los objetivos de calidad Resolución CRQ 1489 de 2016

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de monitoreo	Sitio de muestreo
I	Río Quindío	RQuindío1	Aguas arriba de bocatoma Truchas Cocora
I	Río Quindío	RQuindío2	Antes de la confluencia con el río Navarco
Ila	Río Quindío	RQuindío3	Aguas abajo de la bocatoma del municipio de La Tebaida
Ilb	Río Quindío	RQuindío4	Antes de la confluencia con la quebrada El Pescador
III	Río Quindío	RQuindío5	Antes de la desembocadura del río Quindío en el río Barragán

En la Figura 1 se muestra la ubicación geográfica de las estaciones que actualmente conforman la red de monitoreo de las fuentes superficiales del departamento del Quindío.



<p><b>ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES DEL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO</b>  <b>CAMPAÑA DE MONITOREO 2021</b>        FUENTES HÍDRICAS PRINCIPALES, RÍO QUINDÍO Y RÍO ROBLE        DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO</p>	<p><b>CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 002 DE 2021</b></p> <p>Diseño e implementación de la red de monitoreo de la calidad de fuentes hídricas y monitoreo de vertimientos de usuarios representativos de la tasa retributiva para la vigencia 2021</p> <p>    </p> <p>Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento</p>	<p>Sistema de coordenadas MAGNA Colombia Oeste        Proyección: Transversa Mercator        DATUM: Magna        Falso Este: 1.000.000        Falso Norte: 1.000.000        Unidades: Metros</p> <p>1 centímetro = 3.500 meters</p> <p>0 3.500 7.000 15.200 Meters</p>
--	---	--

Figura 1. Cartografía de 102 estaciones de monitoreo correspondiente a 51 tramos con objetivo de calidad en el departamento del Quindío, para seguimiento a la calidad de las fuentes hídricas.

### 3.1.2. Ensayos determinados en campo

En la siguiente tabla (Tabla 4) se muestran los ensayos determinados en campo para cada una de las estaciones de interés y equipos utilizados.

Tabla 4. Ensayos determinados en campo.

Punto (s)	Ensayo (s)	Unidades	Método (s)	Equipo
Todos	pH	UpH	SM 4500 H <sup>+</sup> -B	pH Metro portátil marca HANNA – <b>331970</b>
				pH-metro portátil marca HANNA - <b>Placa: 324329</b>
				pH-metro portátil marca HANNA - <b>Placa: 329976</b>
				Medidor multiparamétrico de pH marca Mettler Toledo <b>Placa:327326</b>
				pH Metro portátil marca HANNA <b>Placa:331971</b>
Todos	Conductividad eléctrica	μS/cm	SM 2510 B	Conductímetro portátil marca HANNA <b>Placa 331966</b>
				Conductímetro portátil marca HANNA <b>Placa 331968</b>
				Conductímetro portátil marca WTW <b>Placa 313600</b>
Todos	Temperatura	°C	SM 2550 B	Termómetros B&C Germany <b>TCL-09, TCL-11, TCL-12 y TCL-13</b> Termómetro BRIXCO <b>TCL-01</b>
Todos	Caudal	m <sup>3</sup> /s o L/s	Vadeo y Volumétrico-Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas-IDEAM	<b>Volumétrico:</b> Balde, probeta aforada y cronómetro  <b>Vadeo:</b> Molinete marca OTT – <b>Placa 319215</b> Molinete marca Seba – <b>Placa 301449</b>

Los equipos para medición de pH y conductividad están direccionados bajo procedimientos establecidos en el Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento, basados en los requisitos de la norma NTC ISO/IEC 17025. De manera complementaria, anualmente se adquieren muestras de proveedores acreditados bajo la norma NTC ISO/IEC 17043 para participar en ensayos de aptitud, lo que refuerza la confiabilidad de la operación de los procesos analíticos del grupo de investigación. Como evidencia de lo establecido en este procedimiento y como parte del control metrológico, en el laboratorio se cuenta para cada pH-metro y Conductímetro con:

- Instrucciones de uso.
- Bitácora de control de uso.

- Cartas de control donde se registra el valor de pH reportado por el equipo para el material de referencia de pH 7,00 y el valor de conductividad eléctrica reportado por el equipo para el material de referencia 1,41 mS/cm.
- Material de referencia certificado de grado analítico (empleado para el ajuste de los equipos y la ejecución de los controles de calidad en campo), lo cual permite darles trazabilidad a las mediciones y obtener datos confiables.

### 3.1.3. Ensayos determinados en laboratorio

Las muestras recolectadas fueron enviadas y analizadas en el Laboratorio de Química Ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira, el cual está acreditado por el IDEAM mediante la Resolución 0886 de 11 de agosto de 2021 y el Laboratorio de Análisis de Aguas y Suelos de Colombia - ANASCOL S.A.S acreditado por el IDEAM bajo la Resolución 1608 de 23 de diciembre de 2021. De igual manera, ANASCOL S.A.S realizó la subcontratación con los Laboratorios ANASCOL USA acreditado por el *National Environmental Laboratory Accreditation Program* (EU) mediante certificado de acreditación E861142-29 del 10 de noviembre de 2021, Laboratorio Hidrolab Colombia Ltda acreditado por el IDEAM por la resolución 0238 de 23 de marzo de 2021 y el Laboratorio Quimicontrol 0238 de 23 marzo 2021. En el Anexo A se muestra en detalle las resoluciones de acreditación de los laboratorios subcontratados para la realización de los análisis de laboratorio. En la Tabla 5 se presenta la lista de los ensayos analizados 102 estaciones de las fuentes superficiales del departamento del Quindío.

Tabla 5. Ensayos determinados en laboratorio.

Ensayo (s)	Unidades	Método	Laboratorio
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	DBO5: SM, 5210 B, 4500 O-G, incubación a 5 días, electrodo de membrana	LQA
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SM5220C, Reflujo cerrado, Volumétrico	LQA
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SM 5210B modificado, ASTM D 888-18 e-1, Método C	ANASCOL SAS
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	Reflujo Cerrado y Colorimétrico, SM 5220 D, Modificado	ANASCOL
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	Reflujo Cerrado, Método Colorimétrico, SM 5220 D.	HIDROLAB COLOMBIA LTDA
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	SM, 2540 D, Gravimetría, Secado a 103 - 105 °C	LQA
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	Gravimétrico – Secado a 103 °C -105 °C, SM 2540 D	ANASCOL SAS
Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	SM, 5220 D, Extracción Soxhlet, Gravimetría	LQA
Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	Partición Infrarrojo, NTC 3362:2011, Numeral 4, Método C, Modificado.	ANASCOL SAS

Ensayo (s)	Unidades	Método	Laboratorio
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	JRodier 9na ed. 2011	ANASCOL SAS
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	SM, 4500-NO <sub>2</sub> – B	ANASCOL SAS
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	SM, 4500-NH <sub>3</sub> B, C. Destilación y volumétrico	QUIMICONTROL LTDA
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	SM, 4500 -Norg C, SM, 4500-NH <sub>3</sub> B, C	ANASCOL SAS
Nitrógeno total	mg N/L	Cálculo (NK+Nitratos+nitritos)	ANASCOL SAS
Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	SM 4500-P-B E Digestión Ácido Sulfúrico - ácido nítrico - ácido ascórbico	LQA
Fosforo Total:	mg P/L	Digestión Ácido Sulfúrico / Ácido Nítrico - Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E	ANASCOL
Cromo (Cr)	mg Cr/L	SM 3030 E, SM 3111 B	ANASCOL SAS
Níquel (Ni)	mg Ni/L	SM 3030 E, SM 3111 B	ANASCOL SAS
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	SM 3112 B, Espectrometría de absorción atómica-Vapor frío	LQA
Mercurio total (Hg)	mg Hg/L	Digestión Ácida: Ácido Nítrico / Ácido Sulfúrico, Permanganato de Potasio. Espectrometría de Absorción Atómica -Vapor Frio. SM 3112 B	ANASCOL SAS
Plomo (Pb)	mg Pb/L	SM 3111 B	ANASCOL USA
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	SM 4500-O C	ANASCOL SAS
Coliformes totales	NMP/100 mL	SM 9223 B	ANASCOL USA
Coliformes fecales	NMP/100 mL	COLILERT 18 (FECAL COLIFORMS)	ANASCOL USA

### 3.1.4. Métodos de preservación de las muestras

Las muestras fueron custodiadas y refrigeradas a 4°C ± 2°C durante todo el proceso de recolección, almacenamiento y transporte. Los recipientes utilizados para la toma de muestras fueron suministrados por los laboratorios subcontratados y contenían las sustancias preservantes necesarias para evitar la alteración de los analitos de interés, ya que para algunos ensayos no es suficiente la refrigeración. En la Tabla 6 se presenta en detalle los ensayos analizados y las sustancias preservantes que se emplearon.

Tabla 6. Preservantes utilizados para los ensayos determinados en laboratorio

Ensayos	Preservante
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	Ninguno Refrigeración (4°C ± 2°C)
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
Demanda química de oxígeno (DQO)	Ácido sulfúrico pH < 2,0 Refrigeración (4°C ± 2°C)
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	
Nitrógeno Kjeldahl (NK)	
Fósforo total	

Ensayos	Preservante
Níquel (Ni)	Ácido nítrico pH < 2,0 Refrigeración (4°C ± 2°C)
Plomo (Pb)	
Cromo (Cr)	
Mercurio (Hg)	
Grasas y Aceites	Ácido Clorhídrico 1:1 (pH < 2,0) Refrigeración (4°C ± 2°C)
Coliformes Totales	Tiosulfato de sodio Refrigeración (4°C ± 2°C)
Coliformes fecales	
Oxígeno disuelto	álcali yoduro nitruro sulfato manganoso Refrigeración (4°C ± 2°C)

### 3.2. Cálculo del índice de calidad del agua (ICA)

El indicador ICA-IDEAM se calcula a partir de los valores de concentración de un conjunto de seis variables que determinan la calidad de las corrientes superficiales (IDEAM, 2011). La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICA_{njt} = \left\{ \sum_{i=1}^n w_i \cdot I_{ikjt} \right\}$$

Donde:

$ICA_{njt}$ : Es el índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en n variables.

$W_i$ : Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i.

$I_{ikjt}$ : Es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j, registrado durante la medición realizada en el trimestre k, del período de tiempo t.

n: Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5, o 6 dependiendo de la medición del ICA que se seleccione.

En la siguiente tabla (Tabla 7) se indica las variables utilizadas para el cálculo del indicador para el caso donde se emplean seis (6) variables, la unidad de medida registrada y el valor de ponderación que tiene dentro de la fórmula.

Tabla 7. Variables y pesos de ponderación para el cálculo del ICA-IDEAM

Variables	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto (OD)	%	0,17
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	0,17
Demanda química de oxígeno (DQO)	mgO <sub>2</sub> /L	0,17
Relación nitrógeno total – fósforo total (N/P)	----	0,17
Conductividad eléctrica (CE)	μS/cm	0,17
pH	Unidades de pH	0,15

A continuación, se presenta las funciones adoptadas propuestas para oxígeno disuelto (OD), sólidos suspendidos totales (SST), y conductividad eléctrica (CE), para demanda química de oxígeno (DQO), el pH y la relación Nitrógeno/Fósforo. (IDEAM, 2011).

- **Función de calidad para el porcentaje de saturación del oxígeno disuelto PSOD**

$$\text{Si } 0 \leq PSOD \leq 100 \text{ entonces } IOD = 1 - (1 - 0.01 \times PSOD)$$

$$\text{Si } PSOD > 100 \text{ entonces } IOD = 1 - (0.01 \times PSOD - 1)$$

- **Función de calidad para el pH**

$$\text{Si } pH < 4 \text{ entonces: } I_{pH} = 0.1$$

$$\text{Si } 4 \leq pH \leq 7 \text{ entonces: } I_{pH} = 0.02628419e$$

$$0.520025 \times pH$$

$$\text{Si } 7 < pH \leq 8 \text{ entonces: } I_{pH} = 1$$

$$\text{Si } 8 < pH \leq 11 \text{ entonces: } I_{pH} = e$$

$$-0.5187742 \times (pH - 8)$$

$$\text{Si } pH > 11 \text{ entonces: } I_{pH} = 0.1$$

- **Función de calidad para los sólidos suspendidos totales SST**

$$\text{Si } SST \leq 4.5 \text{ mg/L entonces: } ISST = 1$$

$$\text{Si } 4.5 \text{ mg/L} < SST < 320 \text{ mg/L entonces: } ISST = 1 - (-0.02 + 0.003 \times SST)$$

$$\text{Si } SST \geq 320 \text{ mg/L entonces: } ISST = 0$$

- **Función de calidad para la demanda química de oxígeno DQO**

$$\text{Si } DQO \leq 20 \text{ mgO}_2/\text{L entonces: } IDQO = 0.91$$

Si  $20 \text{ mgO}_2/\text{L} < DQO \leq 25 \text{ mgO}_2/\text{L}$  entonces:  $IDQO = 0.71$

Si  $25 \text{ mgO}_2/\text{L} < DQO \leq 40 \text{ mgO}_2/\text{L}$  entonces:  $IDQO = 0.51$

Si  $DQO > 80 \text{ mgO}_2/\text{L}$  entonces:  $IDQO = 0.125$

- **Función de calidad para la conductividad eléctrica CE**

Si  $CE = 0$  entonces:  $ICE = 0$

Si  $CE \geq 0 \mu\text{Sc}/\text{cm}$  entonces:  $ICE = 1 - 10^{-3.26+1.34\log_{10} CE}$

- **Función de calidad para la relación nitrógeno fósforo NP**

Si  $NP \leq 5$  entonces:  $INP = 0.15$

Si  $5 < NP \leq 10$  entonces:  $INP = 0.35$

Si  $10 < pH < 15$  entonces:  $INP = 0.6$

Si  $15 \leq pH \leq 20$  entonces:  $INP = 0.8$

Si  $NP > 20$  entonces:  $INP = 0.15$

Los valores que pueden llegar a tomar el indicador han sido clasificados en categorías, de acuerdo con ellos se califica la calidad del agua de las corrientes superficiales, al cual se le ha asociado un color como señal de alerta. En la siguiente tabla (Tabla 8) se registra la relación entre valores y calificación (IDEAM, 2011)

Tabla 8 Clasificación de valores ICA-IDEAM

Rango valores	Clasificación	Color
0,90 – 1,00	Buena	Azul
0,70 – 0,89	Aceptable	Verde
0,50 – 0,69	Regular	Amarillo
0,26 – 0,49	Mala	Naranja
$\leq 0,25$	Muy mala	Rojo

Valores de este índice comprenden una escala de cero (0) a uno (1), con cinco (5) categorías: muy mala entre 0.00 y 0.24 (representado en color rojo), mala entre 0.25 y 0.49 (color naranja), regular entre 0.50 y 0.69 (color amarillo), aceptable entre 0.70 y 0.89 (color verde) y buena entre 0.90 y 1.00 (color azul).

## **4. RESULTADOS CAMPAÑA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA**

El programa de monitoreo de las fuentes superficiales busca el seguimiento de la calidad a través del tiempo y analizar el cumplimiento de los objetivos de calidad, convirtiéndose en una herramienta para la toma de decisiones referente al recurso hídrico. La red de monitoreo de calidad de las fuentes superficiales principales se compone por ciento dos (102) estaciones distribuidas en las diferentes unidades de manejo de cuenca (UMC) del departamento del Quindío.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las campañas de monitoreo calidad de las diferentes fuentes superficiales, donde se muestra la descripción de las estaciones monitoreadas con los ensayos determinados en campo y en el laboratorio, el cálculo de los índices de calidad (ICA-IDEAM) (Anexo D) en formato digital y el análisis del cumplimiento de los objetivos de calidad según la resolución que corresponda. En el Anexo B se pueden consultar los registros de los datos medidos en campo, y en el Anexo C los informes generados por los laboratorios para todos los ensayos analizados en cada una de las estaciones monitoreadas.

### **4.1. Unidad de Manejo de Cuenca-UMC Río Quindío**

La Unidad de Manejo de Cuenca (UMC) del Río Quindío se encuentra en la jurisdicción de los municipios de Salento, Armenia, Calarcá y Córdoba, donde se localizan las fuentes superficiales con objetivos de calidad como los ríos Quindío, Santo Domingo, Verde y Boquerón y las quebradas La Florida, El Pescador, El Naranjal, La Picota, Las Delicias, San Nicolas, Agua Bonita, la Congala, La Española, La Siberia, El Mudo y La Calzada. Los resultados del monitoreo de los tramos con objetivos de calidad definidas en las corrientes hídricas anteriormente nombradas se presentan a continuación.

#### **4.1.1. Unidad hidrográfica río Quindío**

La unidad hidrográfica del río Quindío se localiza en los municipios de Salento, Armenia, Calarcá, y Córdoba, y una pequeña área territorial de los municipios de Buenavista, Pijao, y La Tebaida (CRQ, 2015a), teniendo su nacimiento en el nevado del Quindío al noreste del departamento a una altitud 3780 (m.s.n.m.) y su desembocadura en el río Barragán a una altura de 1040 (m.s.n.m.) (CRQ et al., 2015).

Para el río Quindío, se especificaron las estaciones de monitoreo a partir de las fronteras de los tramos con objetivos de calidad especificadas en la Resolución CRQ 1489 de 2016, contando con cinco (5) estaciones de monitoreo. En la Figura 2 muestra la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo calidad, con los respectivos tramos con objetivos de calidad según la Resolución.

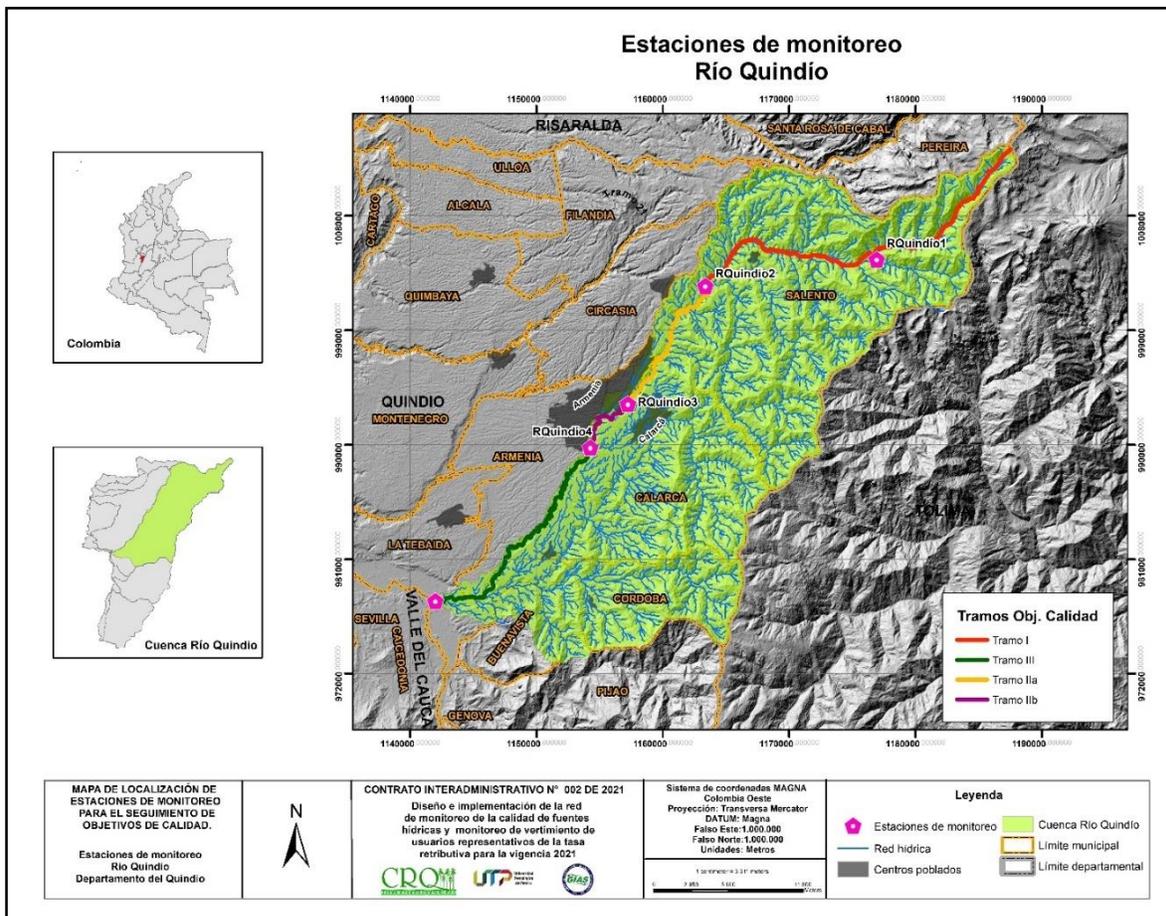


Figura 2. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Quindío.

La toma de muestras sobre el río Quindío se realizó el martes 21 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla (Tabla 9) se puede observar en detalle las estaciones de monitoreo, la ubicación de acuerdo con los tramos, la georreferenciación, el código o nombre de la estación y la fecha de recolección de las muestras.

Tabla 9. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo río Quindío

Tramo	Fuente hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
I	Río Quindío	RQuindío1	Estación aguas arriba de bocatoma Truchas Cocora	Salento	Cócora	-75,483092	4,635899	21/12/2021
I		RQuindío2	Estación antes de la confluencia con el río Navarco	Salento	El Agrado	-75,605339	4,617272	

Tramo	Fuente hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
Ila		RQuindío3	Aguas abajo de la bocatoma del municipio de La Tebaida	Armenia	Tigeros	-75,660769	4,533436	
Ilb		RQuindío4	Antes de la confluencia con la quebrada El Pescador	Calarcá	Bohemia	-75,687639	4,502489	
III		RQuindío5	Antes de la desembocadura del río Quindío en el río Barragán	Calarcá	Buenos Aires	-75,798265	4,393659	

#### 4.1.1.1. Ensayos *in-situ* río Quindío

Se presentan los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo del río Quindío (ver Tabla 10), donde se observa un aumento del caudal entre las estaciones, lo cual puede estar relacionado a los tributarios que llegan al río Quindío, que contribuye al incremento del caudal. Cabe resaltar que por las condiciones climáticas en el momento de toma de muestra (aumento en los niveles de agua) no fue posible realizar el aforo en la última estación antes de la desembocadura del río Quindío al río Barragán.

Tabla 10. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Quindío

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
RQuindío1	8,29	149,00	16,50	0,471
RQuindío2	6,47	95,00	17,50	8,959
RQuindío3	7,20	95,00	19,00	16,730
RQuindío4	7,50	100,00	18,00	18,218
RQuindío5	7,38	161,00	23,00	ND*

\*ND: No determinado

Los valores de pH registrados para las estaciones RQuindío3, RQuindío4 y RQuindío5, fueron superiores a 7,00 UpH estando dentro de los rangos aceptables para cuerpos de agua similares, sin embargo, para la estación RQuindío1 obtuvo un pH superior a 8,0 UpH, no obstante, este valor se encuentra dentro de los rangos permitidos para consumo humano y para la conservación de la fauna y flora acuática. Para la estación RQuindío2 se da una disminución de pH (6,42 UpH), encontrándose por fuera del rango recomendado para un uso destinado al consumo humano según la OMS (2007) (Ver Figura 3).

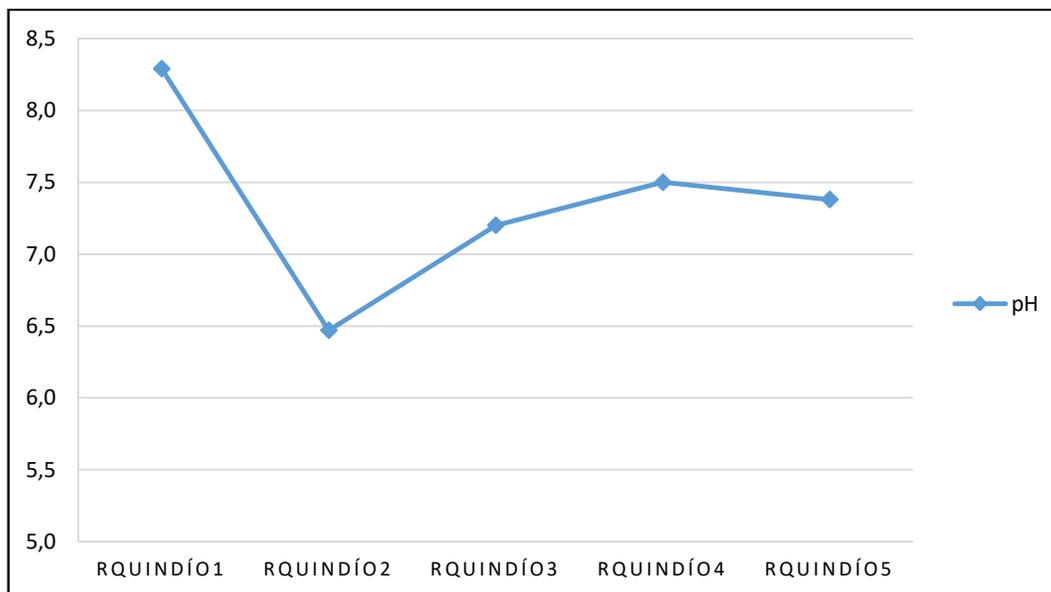


Figura 3. Variación de pH entre las estaciones del río Quindío

Con relación a los valores obtenidos de la conductividad eléctrica, estos se encuentran entre 95 y 161  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , indicando que la movilidad de iones disueltos está en el rango acorde a las características de la fuente superficial monitoreada. Entre las estaciones, los valores registrados de temperatura muestran una tendencia a aumentar aguas abajo. Es importante resaltar, que la temperatura del agua es un parámetro que depende de factores ambientales tales como temperatura ambiente e intensidad de la radiación solar. De acuerdo con lo anterior, no se evidencia ningún tipo de afectación por factores antropogénicos sobre la temperatura del tramo de la fuente superficial.

#### 4.1.1.2. Resultados ensayos de laboratorio río Quindío

Con respecto a los resultados obtenidos del laboratorio se encontró, que la concentración para DQO es inferior al límite de cuantificación del método empleado para su determinación ( $<13,5 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ). Por su parte, la concentración de  $\text{DBO}_5$  entre las estaciones RQuindío1 y RQuindío4 se observan valores inferiores al LCM ( $1,98 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ). De acuerdo con lo anterior, se puede inferir que en términos de  $\text{DBO}_5$  y DQO, los aportes realizados por los tributarios no afectan la concentración de estos parámetros. Por su parte, la concentración  $\text{DBO}_5$  y de SST encontrada para la estación RQuindío5 si presentó un incremento a comparación a las otras estaciones, obteniendo valores de  $2,6 \text{ mg O}_2/\text{L}$   $\text{DBO}_5$  y  $55 \text{ mg}/\text{L}$  SST (Tabla 11).

En términos de los ensayos de nitratos y nitrógeno total, se puede apreciar un aumento entre la estación RQuindío4 (estación Antes de la confluencia con la quebrada El Pescador) y la estación RQuindío5 (antes de la desembocadura al río Barragán). De igual manera, se percibe un incremento en las concentraciones de fósforo total para estas dos estaciones, lo cual puede estar relacionado con los vertimientos agrícolas y domésticos presente en los tramos IIb y III del río Quindío (Tabla 11)

Tabla 11. Resultados de los análisis de laboratorio río Quindío

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados				
			Río Quindío				
			RQuindío1	RQuindío2	RQuindío3	RQuindío4	RQuindío5
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05	2,60 ±0,06
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	5,60 ±0,24	8,40 ±0,35	13,70 ±0,58	20,20 ±0,85	55,00 ±2,31
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	10,00 ±0,44	10,00 ±0,44	10,00 ±0,44	10,00 ±0,44	10,00 ±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,888 ±0,03
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,02480 ±0,0021	<0,0050	0,0495 ±0,0041	0,0557 ±0,0047	0,0310 ±0,0026
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,72 ±0,0245	<0,72 ±0,0245	<0,72 ±0,0245	0,928 ±0,0315	0,791 ±0,0269
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	6,00 ± 0,30	4,38±0,22	<4,00	6,46±0,32	11,8 ±0,59
	Nitrógeno total	mg N/L	6,46 ±0,64	4,64 ±0,23	<4,00	6,80 ±0,67	12,7 ±1,31
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,03 ±0,001	0,03 ±0,001	0,03 ±0,001	0,04 ±0,002	0,15±0,01
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,80	6,70	6,70	6,70	6,80

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.1.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) río Quindío

Se realizó el cálculo del índice de calidad del agua (ICA-IDEAM) para el río Quindío a partir de las estaciones de monitoreo del año 2021. En la Tabla 12 es posible observar que para las estaciones RQuindío3 (E3) y RQuindío4 (E4) presentan los mayores valores de índice de calidad, mientras las estaciones RQuindío1 (E1) y RQuindío2 (E2), presentan una leve disminución, no obstante, se conservan en el rango de "Aceptable".

En relación con la estación RQuindío5 (E5) el valor se encuentra dentro del límite de aceptable, presentando el menor valor.

Tabla 12. Cálculo del ICA-IDEAM río Quindío

Tramo		Río Quindío					Subíndices ICA										ICA-IDEAM				
Corriente hídrica		Estación															Clasificación				
		msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	I <sub>%sat</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	
III	IIlb	IIla	I	I	QQQuindío5	QQQuindío4	QQQuindío3	QQQuindío2	QQQuindío1												
	1084	1337	1442	1686	2417	1337	1442	1686	2417												
	23,0	18,0	19,0	17,5	16,5	18,0	19,0	17,5	16,5												
	7,38	7,50	7,20	6,47	8,29	7,50	7,20	6,47	8,29												
	161,00	100,00	95,00	95,00	149,00	100,00	95,00	95,00	149,00												
	6,80	6,70	6,70	6,70	6,80	6,70	6,70	6,70	6,80												
	91,21	83,73	86,59	86,41	93,76	83,73	86,59	86,41	93,76												
	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50												
	55,0	20,2	13,7	8,4	5,6	20,2	13,7	8,4	5,6												
	12,70	6,80	4,00	4,64	6,46	6,80	4,00	4,64	6,46												
	0,150	0,040	0,030	0,030	0,030	0,040	0,030	0,030	0,030												
	85	170	133	155	215	170	133	155	215												
	0,155	0,142	0,147	0,147	0,159	0,142	0,147	0,147	0,159												
	0,145	0,163	0,166	0,169	0,171	0,163	0,166	0,169	0,171												
	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155												
	0,085	0,125	0,128	0,128	0,094	0,125	0,128	0,128	0,094												
	0,150	0,150	0,150	0,114	0,129	0,150	0,150	0,114	0,129												
	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026												
	0,716	0,761	0,772	0,738	0,733	0,761	0,772	0,738	0,733												
	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable												

En la Figura 4 se evidencia que para las cinco (5) estaciones monitoreadas se obtuvieron valores por encima de 0,70 lo que indica que están dentro del rango de calidad de agua "Aceptable", presentando la capacidad ambiental para la asimilación de vertimientos.

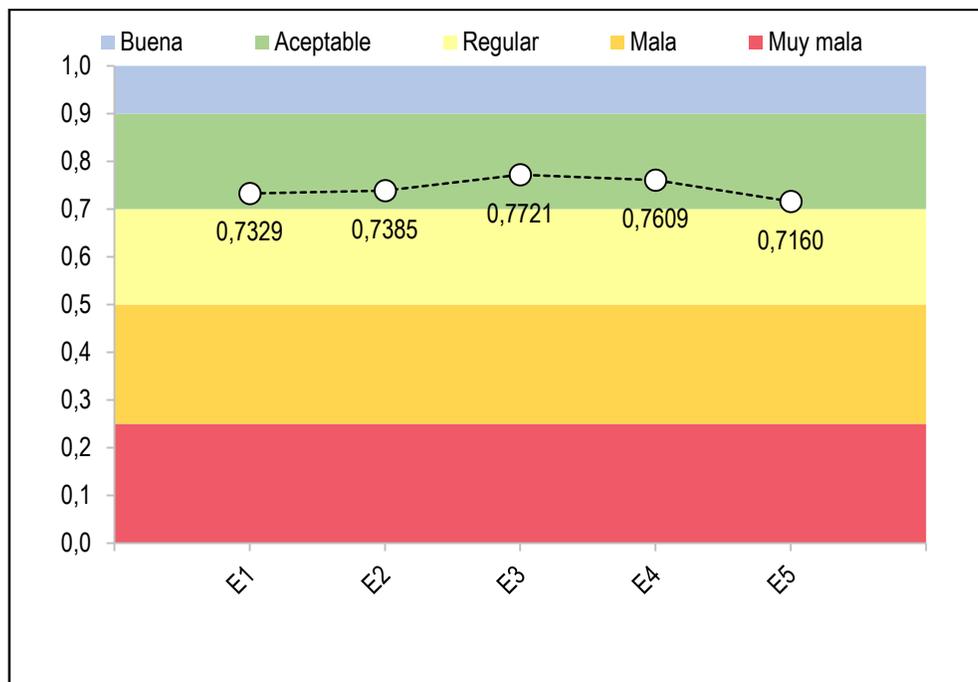


Figura 4. Resultado ICA-IDEAM río Quindío

#### 4.1.1.4. Cumplimiento de los objetivos de calidad-Resolución 1489 de 2016 río Quindío

A continuación, se establecerá el cumplimiento de los objetivos de calidad definidos a mediano plazo según la Resolución CRQ 1489 de 2016. Por consiguiente, se realiza el comparativo de los objetivos de calidad con los datos obtenidos en la campaña de monitoreo para las cinco (5) estaciones del río Quindío (Tabla 13).

El tramo I tiene contemplado como uso potencial del agua: el consumo humano y doméstico con solo desinfección; consumo humano y doméstico con tratamiento convencional; agrícola con restricciones. Las estaciones que hacen parte de este tramo son, RQuindío1 y RQuindío2, donde se observa que se da un cumplimiento parcial de los objetivos de calidad, encontrando que algunas concentraciones no cumplen con el valor referido en la Resolución CRQ 1489 de 2016, como es el caso del nitrógeno total de la estación RQuindío1, la cual se encuentran por encima del valor límite definido. En relación con la estación RQuindío2 antes de la confluencia del río Quindío con el río Navarco, no cumple con el criterio de pH y de oxígeno disuelto, presentando estas últimas concentraciones por debajo del valor establecido en la Resolución anteriormente nombrada.

Con respecto al tramo IIa el uso potencial definido en la Resolución es de: Consumo humano y doméstico con solo desinfección; consumo humano y doméstico con tratamiento convencional; agrícola con restricciones. La estación que evalúa el cumplimiento de los objetivos de calidad para este tramo es la estación RQuindío3, donde hay cumplimiento de la mayoría de los objetivos de calidad para los diferentes

parámetros, sin embargo, para el parámetro de oxígeno disuelto el valor de la concentración reportada fue menor al valor definido para el cumplimiento del objetivo de calidad fijados para corto, mediano y largo plazo.

Para el tramo IIb los usos potenciales del agua definidos son: Pecuario; industrial con restricción especial para la actividad de explotación manual de material de construcción y material de arrastre por tratarse de una actividad con contacto secundario; estético. Según los resultados de los parámetros evaluados para la estación RQuindío4, cumplen con la mayor parte de los límites de concentración para cumplimiento de los objetivos de calidad de los diferentes parámetros, pero para el parámetro del nitrógeno total, la concentración reportada se encuentra por encima del valor límite definido en la Resolución para los horizontes de tiempo establecidos.

Con lo que concierne al tramo III los usos potenciales del agua definidos en la Resolución son: Pecuario; industrial con restricción especial para la actividad de explotación manual de material de construcción y material de arrastre por tratarse de una actividad con contacto secundario; estético. La concentración de los SST para la estación RQuindío5 está por encima de los valores límites permisibles, donde se establece que para el tramo III en época de transición e invierno, el objetivo de calidad SST debe ser <50 mg/L. Para esta misma estación la concentración de nitrógeno total igualmente se encuentra por encima del valor definido como objetivo de calidad en el corto, mediano y largo plazo (ver Tabla 13).

Tabla 13. Cumplimiento de los objetivos de calidad Resolución CRQ 1489 de 2016 río Quindío

Parámetro (s)	Unidades	Resultados					Resolución 1489 de 2016 objetivos de calidad (tramo I y IIa)			Resolución 1489 de 2016 objetivos de calidad (tramo IIb y III)		
		Río Quindío										
		RQuindío1 (tramo I)	RQuindío2 (tramo I)	RQuindío3 (tramo IIa)	RQuindío4 (tramo IIb)	RQuindío5 (tramo III)	2017	2021	2025	2017	2021	2025
pH	pH (UpH)	8,29	6,47**	7,20	7,50	7,38	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9,0	6,5-9,0	6,5-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	<1,98	<1,98	<1,98	2,60	<5,00	<5,00	<5,00	<15,00	<15,00	<15,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	<13,50	<13,50	<13,50	<13,50	<15,00	<15,00	<15,00	<25,00	<25,00	<25,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados					Resolución 1489 de 2016 objetivos de calidad (tramo I y IIa)			Resolución 1489 de 2016 objetivos de calidad (tramo IIb y III)		
		Río Quindío										
		RQuindío1 (tramo I)	RQuindío2 (tramo I)	RQuindío3 (tramo IIa)	RQuindío4 (tramo IIb)	RQuindío5 (tramo III)	2017	2021	2025	2017	2021	2025
		Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	5,60	8,40	13,70	20,20	55,00**	<20,00	<20,00	<20,00	<30,00*
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,888	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,02480	<0,0050	0,0495	0,0557	0,0310	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,72	<0,72	<0,72	0,928	0,791	<1,00	<1,00	<1,00	<3,00	<3,00	<3,00
Nitrógeno total	mg N/L	6,46**	4,64	<4,00	6,80**	12,7**	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
Fósforo Total	mg P/L	0,030	0,030	0,030	0,040	0,150	<1,00	<1,00	<1,00	<10,00	<10,00	<10,00
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,80**	6,70**	6,70**	6,70	6,80	>7,00	>7,00	>7,00	>6,00	>6,00	>6,00

\*Solo aplicable en época de verano. Para la época de transición e invierno, el objetivo de calidad será 50 mg/L

\*\*Concentraciones por encima del valor máximo de referencia según la Resolución CRQ 1489 de 2016



Tabla 14. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Florida

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
1	Quebrada La Florida	QLaFlorida1	Estación aguas arriba del casco urbano del municipio de Armenia inicio del tramo	Armenia	San Juan	-75,640897	4,585262	02/12/2021
		QLaFlorida2	Estación al final del tramo antes de la desembocadura al río Quindío	Armenia	Casco urbano	-75,676189	4,524800	

#### 4.1.2.1. Ensayos *in-situ* quebrada La Florida

En la Tabla 15 se muestra los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo de la quebrada La Florida, encontrando que el caudal tiene una tendencia a disminuir de una estación a otra, esto probablemente puede estar relacionado a procesos de evaporación agua los cuales pueden llegar a influir en la disminución del caudal como también por posibles captaciones durante el tramo. La temperatura registrada en la estación QFlorida2 es de 20°C mostrando un incremento de la temperatura de una estación a otra. Con lo que respecta al pH este tiene una tendencia de incrementar, infiriendo que los vertimientos del municipio pueden ser la causa del aumento de este. Para la estación QFlorida1 y QFlorida2 se encontró una conductividad eléctrica entre 69 y 141 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) respectivamente mostrando un incremento de una estación a otra.

Tabla 15. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Florida

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura (°C)	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QLaFlorida1	7,11	69,00	19,00	0,169
QLaFlorida2	7,44	141,00	20,00	0,051

#### 4.1.2.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada La Florida

Las concentraciones de  $\text{DBO}_5$ , DQO y SST encontrada en las muestras analizadas tiene una tendencia aumentar de una estación a otra. De igual manera, se encontró un incremento de las concentraciones de fósforo total entre las estaciones monitoreadas, posiblemente pueda tener relación con los vertimientos municipales que llegan a la quebrada La Florida (Tabla 16).

Para los ensayos de nitritos, nitratos y nitrógeno total en las estaciones anteriormente mencionadas, se presenta un incremento de la concentración, la situación anterior se puede presentar por los aportes de vertimientos entre las dos estaciones. De igual manera, la concentración reportada de nitrógeno amoniacal tuvo un incremento de 2,05 mg N-NH<sub>3</sub>/L (Tabla 16).

De igual manera, la concentración de los coliformes totales y fecales, se pudo observar una variación con tendencia aumentar entre las estaciones monitoreadas. Los valores registrados de Oxígeno Disuelto están por encima de 6,00 mg O<sub>2</sub>/L, con una diferencia de 1 mg O<sub>2</sub>/L de una estación a la otra. En cuanto a los ensayos de plomo, mercurio, níquel y cromo las concentraciones reportadas por el laboratorio son inferiores al límite de cuantificación del método empleado para su determinación. A continuación, en la Tabla 16 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo.

Tabla 16. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Florida

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada La Florida (Tramo 1)	
			QLaFlorida1	QLaFlorida2
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	8,00±1	11,00±1
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	23,50±1,47	46,20 ±2,88
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	47,00±5
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,50	1,28±0.04
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0304±0,0082	1,93±0.1600
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,30±0,04	3,35±0,114
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	4,59±0,23
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	7,80±0,79
	Fósforo Total	mg P/L	<0,050	0,369±0,03
	Cromo (Cr)	mg Ni/L	<0,050	<0,050
	Níquel (Ni)	mg Cr/L	<0,020	<0,020
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,100	<0,100
	Coliformes totales	NMP/100 mL	47.860	64.880
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	408	27.780
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,21	6,31

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.2.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada La Florida

Se realizó el cálculo de los índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) para la quebrada La Florida teniendo en cuenta los resultados del monitoreo año 2021. En la siguiente tabla (Tabla 17) se observa el resultado del análisis del ICA-IDEAM para la quebrada en mención).

Tabla 17. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Florida

Tramo	Corriente hidrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA						ICA-IDEAM	
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
1	Quebrada La Florida	QLaFlorida1	1659	19,00	7,11	69,00	6,21	82,3854	23,50	10,00	4,00	0,050	80	0,1401	0,1683	0,1207	0,1428	0,1500	0,0255	0,7474	Acceptable	
		QLaFlorida2	1385	20,00	7,44	141,00	6,31	82,6707	46,20	47,00	7,80	0,369	21	0,1405	0,1494	0,0442	0,0991	0,1500	0,0255	0,6088	Regular	

En la Figura 6 es posible observar que para la estación QFlorida1 (E1) presenta el mayor valor de índice de calidad encontrándose dentro del rango de “Acceptable”, mientras la estación QFlorida2 (E2), presenta una disminución en la calidad del agua, entrando al rango de “Regular”, posiblemente por las actividades antrópicas en la zona urbana del municipio de Armenia, que se expresan en vertimientos domésticos y no domésticos.

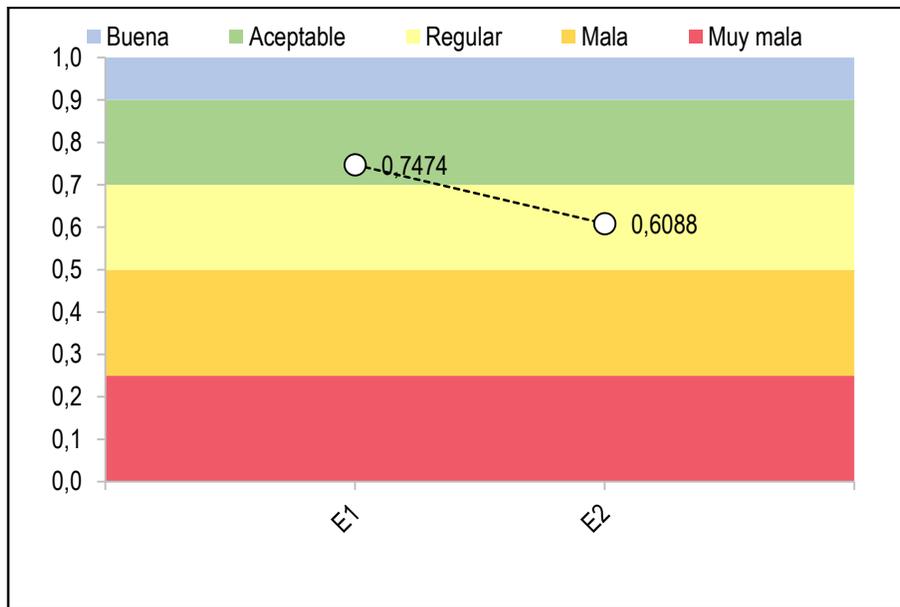


Figura 6. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Florida

#### 4.1.2.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada La Florida

Según lo dispuesto en la Resolución CRQ 1736 de 2020, el tramo uno (1) de la quebrada La Florida está comprendido desde aguas arriba del casco urbano de Armenia (QFlorida1) hasta la desembocadura al río Quindío (QFlorida2). El objetivo de calidad establecido para el periodo 2020-2030 es de uso para la preservación de flora y fauna, agrícola sin restricciones, recreativo contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre. De acuerdo con lo anterior, se realizó el comparativo de los objetivos de calidad con los datos obtenidos en la campaña de monitoreo para las dos estaciones (ver Tabla 18).

Con los datos reportados se observó que en algunos parámetros se exceden con los valores límites para dar cumplimiento a los objetivos de calidad, como las concentraciones de Nitrógeno amoniacal y coliformes fecales en ambas estaciones encontrándose por encima del valor límite permitido. También, la concentración de DQO y SST para la estación QFlorida2 son mayores a los límites máximos permisibles según la Resolución. Con relación a la presencia de grasas y aceites, el valor reportado por el laboratorio se encuentra debajo del LCM, definiendo que no es detectable la concentración según el método implementado para su análisis en las estaciones monitoreadas (Tabla 18).

Tabla 18. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Florida

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada La Florida (Tramo 1)		
		QLaFlorida1	QLaFlorida2	
pH	pH (UpH)	7,11	7,44	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	8,00	11,00	<20,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	23,50	46,20*	<25,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	47,00*	<30,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,50	1,28	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0304	1,93	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,30*	3,35*	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,05	<0,05	<0,100
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,02	<0,02	<0,200
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,010
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,100
Coliformes totales	NMP/100 mL	47.860*	64.880*	<35.000
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	93,4	549,3	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,21	6,31	>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

### 4.1.3. Unidad hidrográfica quebrada El Pescador

La quebrada El Pescador se localiza al norte del municipio de Calarcá, sobre la quebrada se encuentra el tramo dos (2) con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020, el cual está comprendido desde aguas arriba del casco urbano de Calarcá vereda Buenos Aires coordenadas Magna SIRGAS oeste (latitud 994373,23 y longitud 1159394,13) hasta la desembocadura al río Quindío vereda La Bella coordenadas Magna SIRGAS oeste (latitud 989711,0316 y longitud 1154250,519) (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 7 se presenta la ubicación de las dos estaciones de monitoreo de calidad del tramo dos (2) quebrada El Pescador.

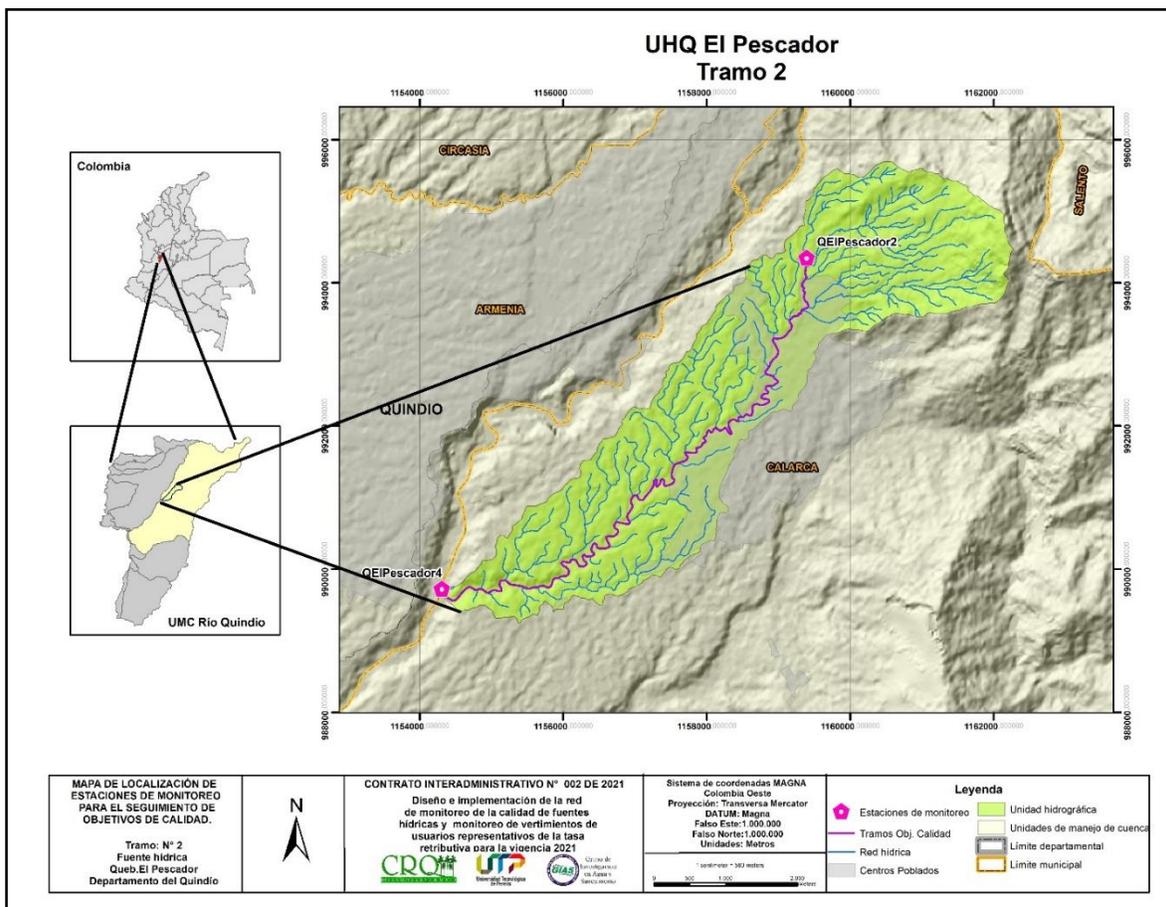


Figura 7. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada El Pescador

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el jueves 09 de diciembre de 2021. En la Tabla 19 se presenta en detalle la localización de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y sitio de muestreo.

Tabla 19. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada El Pescador

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
2	Quebrada El Pescador	QEIPescador2	Estación aguas arriba del casco urbano del municipio de Calarcá Inicio del tramo	Calarcá	Buenos Aires	-75,641325	4,543678	09/12/2021
		QEIPescador4	Estación al final del tramo antes de la desembocadura al río Quindío	Calarcá	La Bella	-75,687198	4,501972	

#### 4.1.3.1. Ensayos *in-situ* quebrada El Pescador

De acuerdo con la información recolectada en campo, entre las estaciones QEIPescador2 y QEIPescador4 se observa un aumento del caudal, el cual puede estar asociado principalmente a los tributarios y vertimientos que se están presentando en el trayecto del tramo. Para los valores registrados de pH, se observó que están por encima 7,00 UpH, teniendo una diferencia de 0,22 UpH entre las dos estaciones, sin variaciones significativas. A continuación, se puede observar los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo (Tabla 20).

Tabla 20. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada El Pescador

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QEIPescador2	7,19	117,00	22,00	0,139
QEIPescador4	7,41	127,00	22,00	1,211

#### 4.1.3.2. Resultado ensayos de laboratorio quebrada El Pescador

En términos de concentración del ensayo de  $\text{DBO}_5$ , DQO, NT, plomo, mercurio, níquel, cromo y fósforo total reportado por el laboratorio, se encuentra inferior al límite de cuantificación del método empleado para su determinación en ambas estaciones. Analizando otros ensayos, se puede observar un aumento de concentración de 2,00 mg/L de SST de una estación a la otra, lo cual puede estar relacionado con el tipo de vertimientos que se presentan durante el tramo (Tabla 21).

Se observó en el ensayo de Nitritos una disminución de la concentración, sin diferencias significativa (0,0006 mg NO<sub>2</sub>/L) entre las dos estaciones; para la concentración de Nitratos se encontró que el valor está por debajo del límite de cuantificación del método. Con relación al ensayo de Nitrógeno Amoniacal la concentración para la estación QEIPescador2 es baja en comparación a la estación QEIPescador4 con una diferencia de 0,416 mg N-NH<sub>3</sub>/L, por lo anterior, se puede inferir un aumento de presencia de fuentes nitrogenadas dentro de los aportes de la quebrada (Tabla 21).

Entre las dos estaciones se presenta un aumento de concentraciones de Coliformes Fecales y Totales, esto posiblemente está relacionado con los vertimientos urbanos que se pueden presentar en el tramo de la quebrada el Pescador. La concentración de Oxígeno Disuelto está por encima de 7,00 mg O<sub>2</sub>/L no presentando diferencias significativas de una estación a otra (Tabla 21).

A continuación, en la Tabla 21 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo, donde también se especifican los laboratorios donde se realizaron los ensayos.

Tabla 21. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada El Pescador

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada El Pescador (tramo 2)	
			QEIPescador2	QEIPescador4
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	13,00±1,0	15,00±2,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,50	<0,50
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0172±0,001	0,0166±0,001
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580±0,0197	0,996±0,0339
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	7.270	8.664
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	93,4	549,3

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada El Pescador (tramo 2)	
			QEIPescador2	QEIPescador4
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,30	7,80

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.3.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada El Pescador

Se efectuó el cálculo de los índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) para la quebrada el Pescador, a partir de los resultados obtenidos del monitoreo realizado en el año 2021. En la Tabla 22 es posible observar una leve disminución del índice de calidad entre las estaciones QEIPescador2 y QEIPescador4, donde se obtuvieron valores de 0,7818 y 0,7744 respectivamente.

Tabla 22. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada El Pescador

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrogeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM	
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>sst</sub>	I <sub>doo</sub>	I <sub>ce</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA
2	Quebrada El Pescador	QEIPescador2	1571	22,00	7,19	117,00	7,30	101,8205	2,00	13,00	4,00	0,050	80	0,1700	0,1668	0,1547	0,1148	0,1500	0,0255	0,7818	Acceptable
		QEIPescador4	1336	22,00	7,41	127,00	7,80	105,7524	2,00	15,00	4,00	0,050	80	0,1700	0,1658	0,1547	0,1084	0,1500	0,0255	0,7744	Acceptable

En la Figura 8 se muestra que las estaciones QEIPescador2 y QEIPescador4, con valores dentro del rango de calidad "Aceptable", concluyendo que la fuente superficial tiene la capacidad de asimilación y dilución frente a los vertimientos, sin llegar afectar los criterios de calidad que impidan los usos asignados.

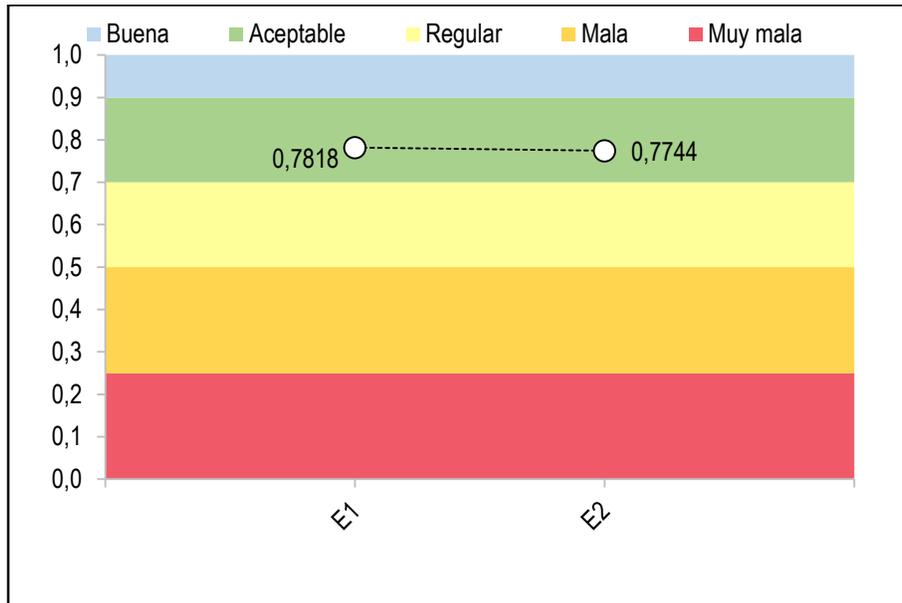


Figura 8. Resultado ICA-IDEAM quebrada El Pescador

#### 4.1.3.4. Cumplimiento de los objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020, quebrada El Pescador

A continuación, se establecerá el cumplimiento de los objetivos de calidad para el tramo dos (2), definidos en la Resolución 1736 CRQ de 2020, tramo destinado para uso de navegación y transporte acuático. Se compararon los valores obtenidos en campo y en laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución, observando que las concentraciones obtenidas para las estaciones QEIPescador2 y QEIPescador4 cumplen en totalidad con los valores límites determinados en la Resolución (ver Tabla 23).

Tabla 23. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada El Pescador

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada El Pescador (tramo 2)		
		QEIPescador2	QelPescador4	
pH	pH (UpH)	7,19	7,41	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	13,00	15,00	<50,00
Grasas & Aceites (G&A) *	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada El Pescador (tramo 2)		
		QEIPescador2	QelPescador4	
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,50	<0,50	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0172	0,0166	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580	0,996	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	7.270	8.664	<50.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	93,4	549,3	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,30	7,80	>5,00

\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.4. Unidad hidrográfica quebrada El Naranjal

La quebrada El Naranjal es un tributario del río Santo Domingo, localizada en la zona urbana del municipio de Calarcá, Quindío. El tramo con objetivo de calidad (tramo 3) inicia aguas arriba del casco urbano de Calarcá, en la vereda Cebollal con coordenadas latitud 992940,1196 y longitud 1160630,2334 (Magna SIRGAS Oeste) y desemboca en el río Santo Domingo en la vereda La Primavera coordenadas Latitud 989711,03 y longitud 1154250,52 (Magna SIRGAS Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 9 se puede observar la ubicación de las dos estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad del tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020.

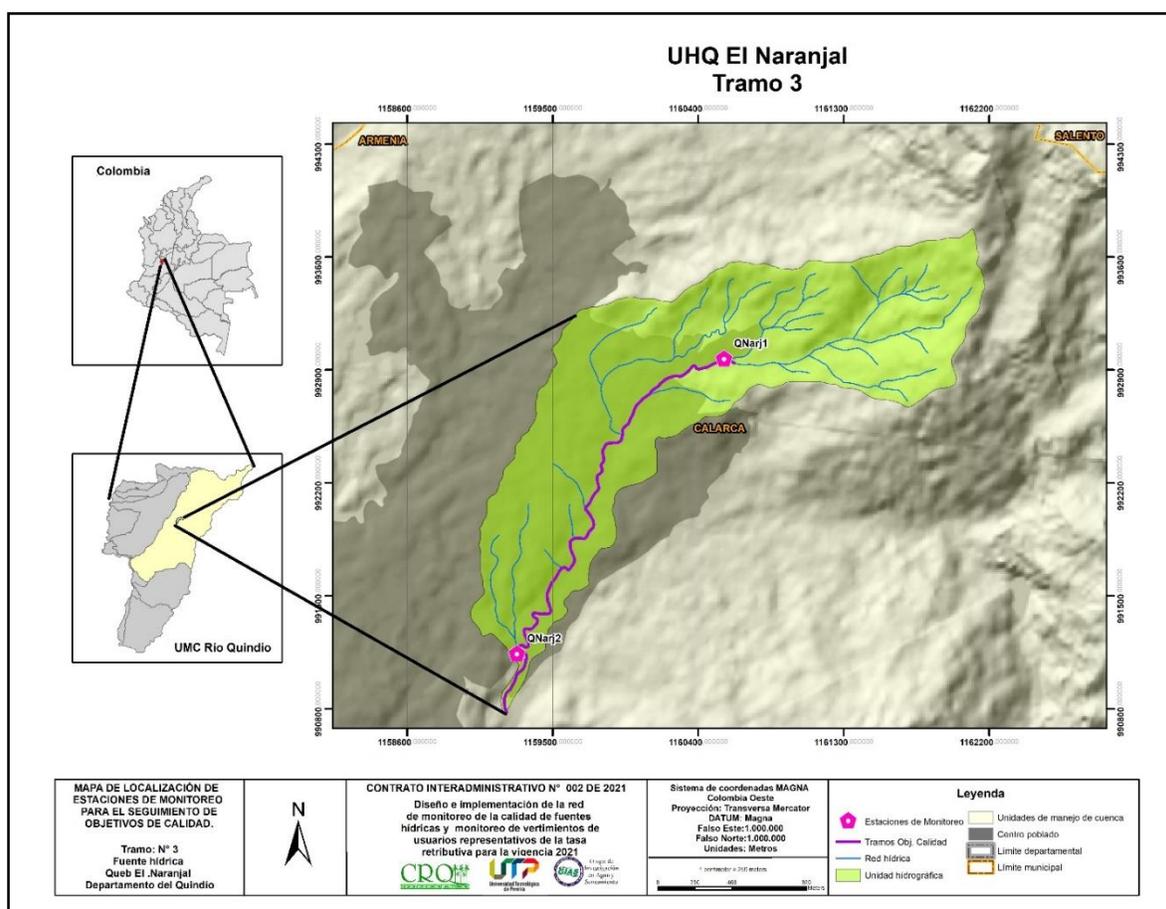


Figura 9. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada El Naranjal

La toma de muestras para el monitoreo de la quebrada se llevó a cabo el jueves 09 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla (Tabla 24) se muestra en detalle el sitio de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y coordenadas de localización.

Tabla 24. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada El Naranjal

Tramo	Fuente Hídrica	Código o Nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
3	Quebrada El Naranjal	QNarj1	Estación aguas arriba del casco urbano del municipio de Calarcá Inicio del tramo	Calarcá	Cebollal	-75,630827	4,531197	09/12/2021
		QNarj2	Estación al final del tramo antes de la desembocadura al río Santo Domingo	Calarcá	La Primavera	-75,642391	4,5147	

#### 4.1.4.1. Ensayos *in-situ* quebrada El Naranjal

De acuerdo con la información registrada en campo, entre las estaciones QNarj1 y QNarj2, se puede evidenciar un aumento en el caudal, el cual puede estar relacionado con los aportes de los tributarios y de los vertimientos del municipio Calarcá. En relación con el ensayo de conductividad, se puede encontrar un aumento significativo de una estación a otra evidenciando para la estación QNarj2 antes de la desembocadura un valor de 275  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que puede ser atribuido al efecto de los vertimientos presentes en el tramo. En el caso del pH los valores reportados están por encima de 7,0 UpH, apreciando una disminución entre la primera y segunda estación. A continuación, se puede observar los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo (ver Tabla 25).

Tabla 25. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada El Naranjal

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QNarj1	7,70	169,00	21,00	0,193
QNarj2	7,21	275,00	20,00	0,358

#### 4.1.4.2. Resultado ensayos de laboratorio quebrada El Naranjal

La concentración de  $\text{DBO}_5$  presenta valores por debajo del límite de cuantificación del método para ambas estaciones de monitoreo de la quebrada El Naranjal. Por su parte, el ensayo de DQO presentó valores por debajo del límite mínimo de cuantificación para la estación QNarj1, y se incrementó hasta 6,00  $\text{mg O}_2/\text{L}$  para la estación QNarj2, encontrándose en un rango aceptable para fuentes superficiales.

La concentración de sólidos suspendidos totales tiene una tendencia a incrementar su concentración de la estación QNarj1 a la estación QNarj2, esto podría estar relacionado a los vertimientos presentes en el tramo estudiado. Los valores de nitritos, nitrato y nitrógeno amoniacal también aumentan sus concentraciones de una estación a otra. Por lo anterior, se puede concluir la presencia de fuentes nitrogenadas dentro de los aportes de la quebrada que contribuyen a su aumento (Tabla 26).

Los coliformes fecales aumentan su concentración de una estación a la otra, esto puede atribuirse a los aportes de los vertimientos urbanos del municipio. Para la concentración de los coliformes totales tienden a disminuir entre las estaciones. En cuanto a los valores reportados para los metales (plomo, mercurio, níquel y cromo), las concentraciones están por debajo del límite de cuantificación del método para ambas estaciones. A continuación, en la Tabla 26 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo de la quebrada El Naranjal.

Tabla 26. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada El Naranjal

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada El Naranjal (tramo3)	
			QNarj1	QNarj2
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	6,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	16,00±2,0	20,00±2,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,518±0,020	1,540±0,05
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005	1,440±0,12
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,662±0,0225	4,6±0,1563
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	5.717	4.374
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	118,7	1.732,9
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,80	8,00

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.4.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada El Naranjal

Se realizó el cálculo de los índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) para la quebrada El Naranjal teniendo en cuenta el monitoreo llevado a cabo el año 2021. En la siguiente tabla (Tabla 27) se presentan el resultado del cálculo de los subíndices y del ICA-IDEAM para la quebrada en mención.

Tabla 27. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada El Naranjal

3	Tramo		Estación	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM	
	Quebrada El Naranjal	Corriente hídrica													msnm	°C	UpH	µs/cm	mg/L	%	mg/L
	QNarj1		1602	21,00	7,70	169,00	7,80	169,00	2,00	16,00	4,00	0,050	80	0,1700	0,1652	0,1547	0,0797	0,1500	0,0255	0,7451	Acceptable
	QNarj2		1495	20,00	7,21	275,00	8,00	275,00	6,00	20,00	4,00	0,050	80	0,1700	0,1632	0,1547	0,0000	0,1500	0,0255	0,6634	Regular

En la Figura 10 se puede apreciar que para la estación QNarj1 (E1) el índice de calidad es "Acceptable" y para el caso de la estación QNarj2 (E2) la calidad del agua se encuentra en la clasificación de "Regular", siendo la conductividad eléctrica una variable que afecto en el resultado del ICA-IDEAM en esta última estación.

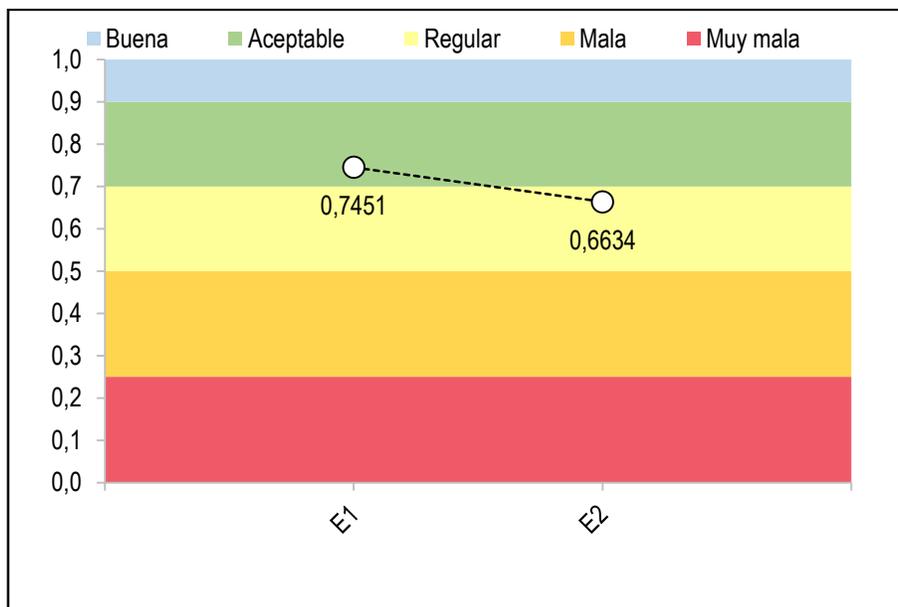


Figura 10. Resultado ICA-IDEAM quebrada El Naranjal

#### 4.1.4.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada El Naranjal

Se comparó los valores obtenidos en campo y en laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en el cual define los objetivos para uso para la preservación de flora y fauna, agrícola sin restricciones, recreativo contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre para el tramo tres (3), observando que la estación QNarj1 no cumple con los valores máximos para el parámetro de coliformes totales, para el resto de parámetros cumple con los valores límites determinados en la Resolución. Con respecto a la estación QNarj2 cumple con los valores límites de la mayoría de los parámetros a excepción del nitrógeno amoniacal (ver Tabla 28).

Tabla 28. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada El Naranjal

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada El Naranjal (tramo3)		
		QNarj1	QNarj2	
pH	pH (UpH)	7,70	7,21	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	6,00	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	16,00	20,00	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,518	1,540	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,00500	1,440	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,662	4,60*	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada El Naranjal (tramo3)		
		QNarj1	QNarj2	
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	5.717*	4.374	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	118,7	1.732,9	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,80	8,00	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.5. Unidad hidrográfica río Santo Domingo

La unidad hidrográfica del río Santo Domingo se localiza en el municipio de Calarcá, teniendo su nacimiento a la altura de 3399 (m.s.n.m.) en la vereda La Auras, al sureste del municipio y desemboca en el río Verde a una altura de 1109 (m.s.n.m.). El tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020 (tramo 4) está comprendido entre la Bocatoma San Rafael con coordenadas latitud 990514, 62 y longitud 1162498.05 (Magna Sirgas Oeste) hasta la desembocadura al río Verde coordenadas latitud 979062,31 y longitud 1149796,26 (Magna Sirgas Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo del río Santo Domingo tiene una longitud de 24,461 kilómetros, contando con cuatro (4) estaciones de monitoreo distribuidas en todo el tramo. En la Figura 11 se muestra la ubicación geográfica de las estaciones del Río Santo Domingo.

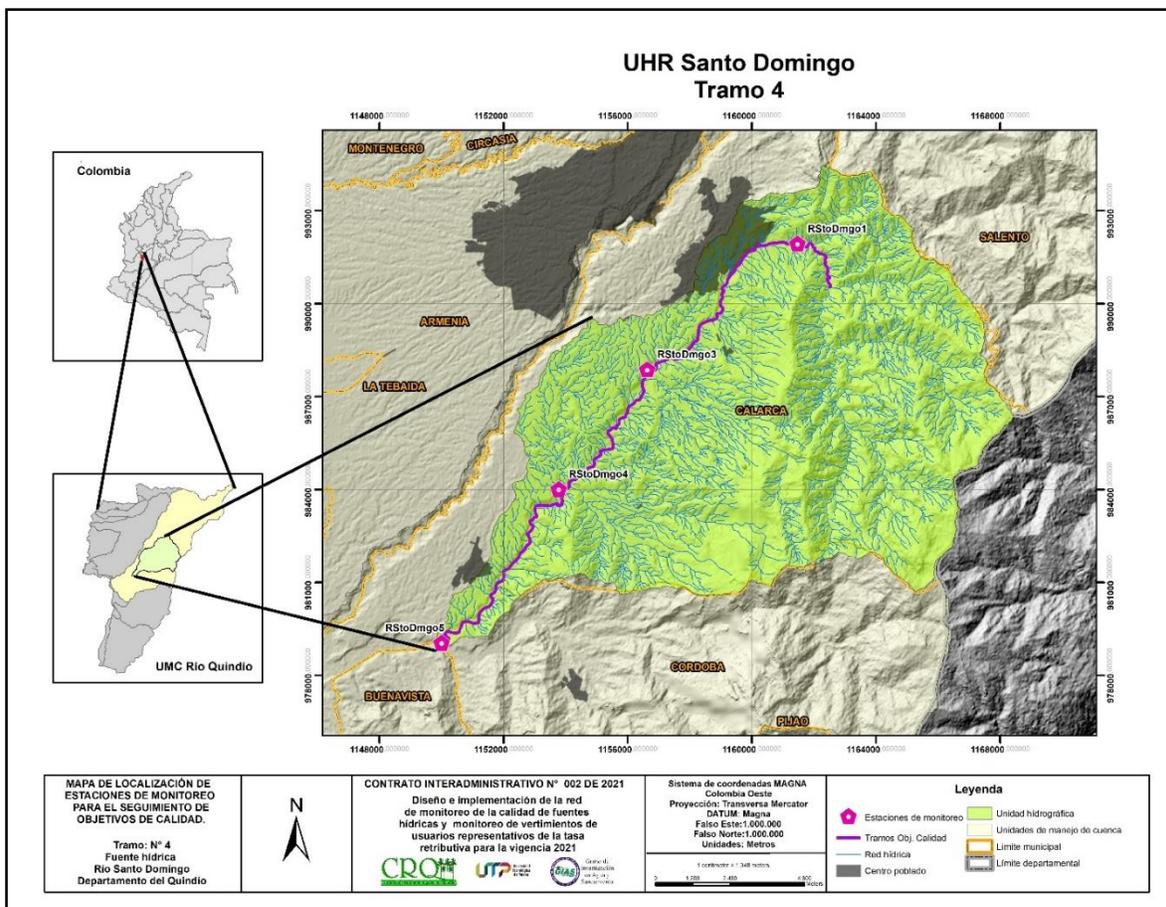


Figura 11. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Santo Domingo

La campaña de monitoreo en las estaciones del río Santo Domingo, se realizó el día 06 de diciembre de 2021. En la Tabla 29 se muestra detalladamente el nombre de la estación de monitoreo, sitio de toma de muestras y las coordenadas de localización de las estaciones.

Tabla 29. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Santo Domingo

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de Monitoreo	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
4	Río Santo Domingo	RStoDmgo1	Estación al inicio del tramo	Calarcá	La Primavera	-75,622602	4,521812	06/12/2021
		RStoDmgo3	Estación después del casco urbano de Calarcá	Calarcá	La Cabañita	-75,666283	4,485212	
		RStoDmgo4	Estación antes del casco urbano del corregimiento de Barcelona	Calarcá	Potosí	-75,692003	4,450326	
		RStoDmgo5	Estación antes de la desembocadura al río verde	Calarcá	Río Verde	-75,726070	4,405534	

#### 4.1.5.1. Ensayos *in-situ* río Santo Domingo

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos de campo de cada una de las estaciones de monitoreo del río Santo Domingo, observando un incremento del caudal entre las estaciones, lo cual se puede relacionar a los tributarios que llegan al río Santo Domingo. Cabe resaltar que por las condiciones del río en el momento de toma de muestra (aumento del caudal) y las condiciones hidráulicas de la sección no fue posible realizar el aforo en las mismas estaciones de monitoreo, por lo anterior, se realizó la medición del caudal en otra sección del río que permitiera la actividad de aforo (Tabla 30).

Tabla 30. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Santo Domingo

Código de la estación	No	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
RStoDmgo1	E1	7,68	151,00	15,00	4,262
RStoDmgo3	E2	7,78	184,00	19,10	4,623
RStoDmgo4	E3	7,86	166,00	19,80	8,769
RStoDmgo5	E4	7,79	167,00	21,00	11,912

Los valores de pH registrados para las estaciones de monitoreo son superiores a 7,50 UpH estando dentro de los rangos aceptables para cuerpos de agua similares, sin variación significativas de una estación a otra. De igual manera, para el ensayo de conductividad eléctrica estuvo dentro del rango de 150 a 184  $\mu\text{S}/\text{cm}$  valores acorde a las características la fuente superficial monitoreada (ver Tabla 30).

#### 4.1.5.2. Resultado ensayos de laboratorio río Santo Domingo

A partir de los resultados de los análisis de laboratorio pudimos encontrar que en las concentraciones de DQO y  $\text{DBO}_5$  no se percibe un cambio significativo obteniendo valores inferiores al límite de cuantificación del método, por lo cual se podría inferir que los aportes de las descargas municipales no tienen un efecto tan marcado sobre estas variables (ver Tabla 31).

Los valores reportados del ensayo de sólidos suspendidos totales muestran diferencias significativas, observando un aumento entre las primeras estaciones de monitoreo (RStoDmgo1 y RStoDmgo3), para luego presentar un descenso de la concentración en la estación RStoDmgo4. Posteriormente, para la estación RStoDmgo5 esta se presenta un aumento de la concentración antes de la desembocadura al río Verde (Figura 12). Lo anterior podría estar atribuido a los procesos de degradación natural propendidos por el río que permite que la disminución de la concentración SST. En el caso de las altas concentraciones de los SST en las estaciones ubicadas al inicio del tramo, se puede inferir a posibles fenómenos de remoción en masa que podrían presentarse en la parte alta de la microcuenca.

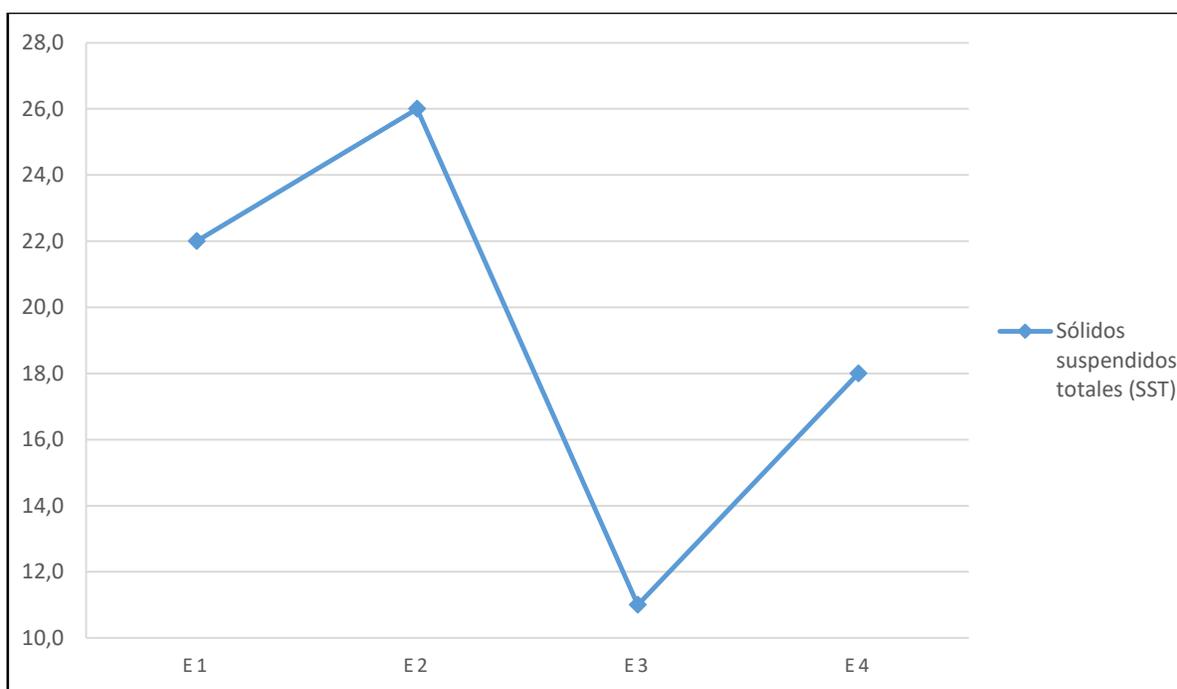


Figura 12. Variación concentración de SST del tramo del río Santo Domingo

Con respecto nitrógeno amoniacal, se observa una disminución de la concentración entre las estaciones, lo cual permite inferir que los tributarios podrían tener un efecto principalmente disolutivo para esta variable. No obstante, para los valores nitrógeno total se percibe un aumento de la concentración entre las estaciones de monitoreo RStoDmgo1 y RStoDmgo3, sin embargo, para las estaciones RStoDmgo4 y RStoDmgo5 se da una disminución en comparación a la concentración reportada en la estación RStoDmgo3 con una concentración de 8,95 mg N/L, lo cual sería evidencia de que los vertimientos municipales y tributarios podrían fomentar los procesos oxidativos intermedios entre las especies de compuestos nitrogenados (ver Tabla 31).

En cuanto al ensayo del oxígeno disuelto se encontró que para la estación RStoDmgo1 tiene la menor concentración (6,6 mg O<sub>2</sub>/L) en comparación a las estaciones de monitoreo RStoDmgo3, RStoDmgo4 y RStoDmgo5, las cuales tiene concentraciones por encima de 8,0 mg O<sub>2</sub>/L. Para el caso de las concentraciones del fósforo total, las grasas y aceites, y los metales como el cromo, níquel, mercurio y plomo se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método en todas las estaciones de monitoreo. En la siguiente tabla (Tabla 31), se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo del río Santo Domingo.

Tabla 31. Resultados de los análisis de laboratorio río Santo Domingo

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados			
			Río Santo Domingo (tramo 4)			
			RStoDmgo1	RStoDmgo3	RStoDmgo4	RStoDmgo5
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	22,00 ±2,0	26,00 ±3,0	11,00 ±1,0	18,00 ±2,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	5,04 ±0,42	1,05 ±0,09	1,06 ±0,09
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0215 ±0,005	0,143 ±0,03	0,0721 ±0,019	0,0735 ±0,019
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,25 ±0,0424	1,12 ±0,0380	1,040 ±0,0353	0,757 ±0,0257
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	4,16±0,21
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	8,95 ±2,01	5,29 ±1,47	4,45 ±1,23
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados			
			Río Santo Domingo (tramo 4)			
			RStoDmgo1	RStoDmgo3	RStoDmgo4	RStoDmgo5
ANASCOL USA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	145,90	913,90	2.938	6.405
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	7,40	43,30	87,10	52,00
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,60	8,50	8,50	8,40

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.5.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) río Santo Domingo

Se realizó el cálculo de los índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) para el río Santo Domingo a partir de los resultados del monitoreo calidad año 2021, observado en la siguiente tabla los resultados de los subíndices para el cálculo del ICA y su clasificación para cada una de las estaciones monitoreadas (ver Tabla 32).

Tabla 32. Cálculo del ICA-IDEAM río Santo Domingo

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud msnm	Temperatura del agua °C	pH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de	Demanda química de	Sólidos suspendidos mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
														I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SS</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
4	Río Santo Domingo	RStoDmgo1	1562	15,00	7,68	151,00	6,60	79,4245	2,00	22,00	4,00	0,050	80	0,1350	0,1622	0,1547	0,0923	0,1500	0,0255	0,7197	Aceptable

Tramo		Corriente hídrica																																																						
Estación	Estación										Subíndices ICA		ICA-IDEAM																																											
	msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de	Demanda química de	Sólidos suspendidos	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación																																				
RStoDmgo5	RStoDmgo4	RStoDmgo3	1163	1265	1372	21,00	19,80	19,10	7,79	7,86	7,78	167,00	166,00	184,00	8,40	8,50	8,50	109,3329	109,3146	109,1526	2,00	2,00	2,00	18,00	11,00	26,00	4,45	5,29	8,95	0,050	0,050	0,050	89	106	179	0,1700	0,1700	0,1700	0,1642	0,1678	0,1601	0,1547	0,1547	0,0811	0,0688	0,1500	0,1500	0,0255	0,0255	0,0255	0,7455	0,7498	0,7291	Acceptable	Acceptable	Acceptable

En la Figura 13 es posible observar que para las estaciones E3 (RStoDmgo4) y E4 (RStoDmgo5) presenta el mayor valor de índice de calidad estando dentro de rango de "Aceptable", mientras las estaciones E1 (RStoDmgo1) y E2 (RStoDmgo3), tienden a presentar una leve disminución, sin embargo, se conservan en este mismo rango ("Aceptable").

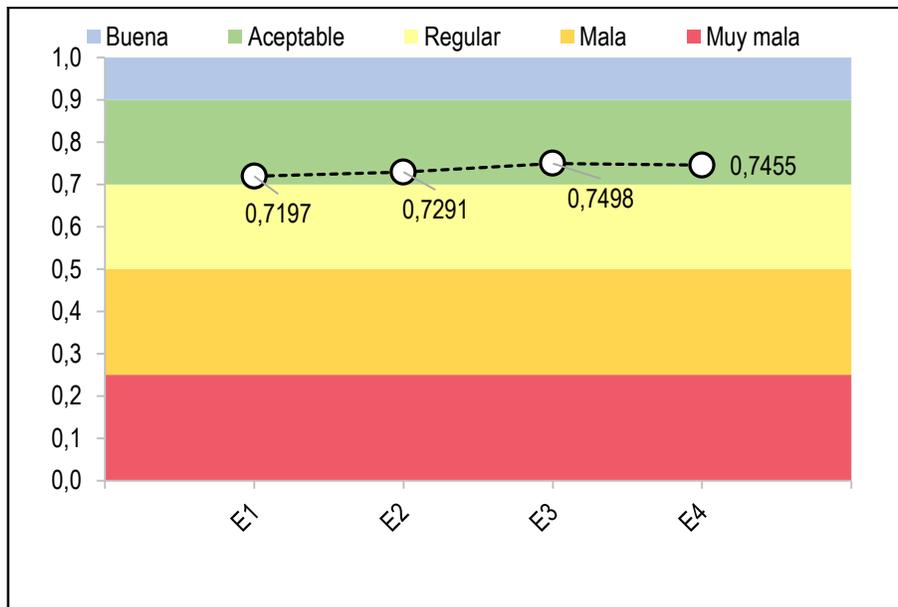


Figura 13. Resultado ICA-IDEAM río Santo Domingo

#### 4.1.5.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 río Santo Domingo

Para el análisis del cumplimiento de los objetivos de calidad, se evaluó los resultados obtenidos en campo y laboratorio del tramo cuatro (4) que corresponde al río Santo Domingo con los valores límites establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en el cual define los usos para la preservación de flora y fauna, agrícola sin restricciones, recreativo contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre para este tramo.

La estación RStoDmgo1 no cumplen con valores límites de concentración de sólidos suspendidos totales (SST) presentando un valor mayor a 20 mg/L, de igual modo, para el parámetro de nitrógeno amoniacal, la estación presenta una concentración superior a 1,0 mg N-NH<sub>3</sub>/L. El dato reportado para el ensayo de oxígeno disuelto se encuentra por fuera del valor mínimo determinado en la Resolución, donde se presentó una concentración de 6,6 mg O<sub>2</sub>/L para esta estación (Tabla 33).

Con relación a la estación RStoDmgo3 cumple con los valores límites de la mayoría de los parámetros, a excepción del ensayo de sólidos suspendidos totales y nitrógeno amoniacal donde las concentraciones exceden el valor límite permisible para el cumplimiento de los objetivos de calidad (Tabla 33)

Para la estación RStoDmgo5 cumple con la mayoría de los valores límites establecidos en la Resolución, no obstante, en el ensayo de coliformes totales la concentración está por encima del valor estipulado en la Resolución, donde obtuvo una concentración de 6.405 NMP/100 ml de coliformes totales (ver Tabla 33).

Tabla 33. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Santo Domingo

Parámetro (s)	Unidades	Resultados				Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río Santo Domingo (tramo 4)				
		RStoDmgo1	RStoDmgo3	RStoDmgo4	RStoDmgo5	
pH	pH (UpH)	7,68	7,78	7,86	7,79	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	22,00*	26,00*	11,00	18,00	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	5,04	1,05	1,06	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0215	0,1430	0,0721	0,0735	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,25*	1,12*	1,040*	0,757	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	4,16	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	8,95	5,29	4,45	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	145,90	913,90	2.938	6.405*	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	7,40	43,30	87,10	52,00	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,60*	8,50	8,50	8,40	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.6. Unidad hidrográfica río Verde

El río Verde nace en el municipio de Córdoba a la altura de 3666 m.s.n.m. y desemboca al suroeste del municipio de Calarcá a una altura de 1687 m.s.n.m., en la vereda Calle Larga sobre el Río Quindío (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo cinco (5) del río Verde está comprendido entre aguas arriba de la confluencia de la quebrada el Jardín con coordenadas latitud 979435,70 y longitud 1153736,62 (Magna Sirgas Oeste) hasta la desembocadura al río Quindío entre las coordenadas latitud 978056,10 y longitud 1145926,88 (Magna Sirgas Oeste). En la Figura 14 se muestra la localización geográfica del tramo y las estaciones de monitoreo sobre el río Verde.

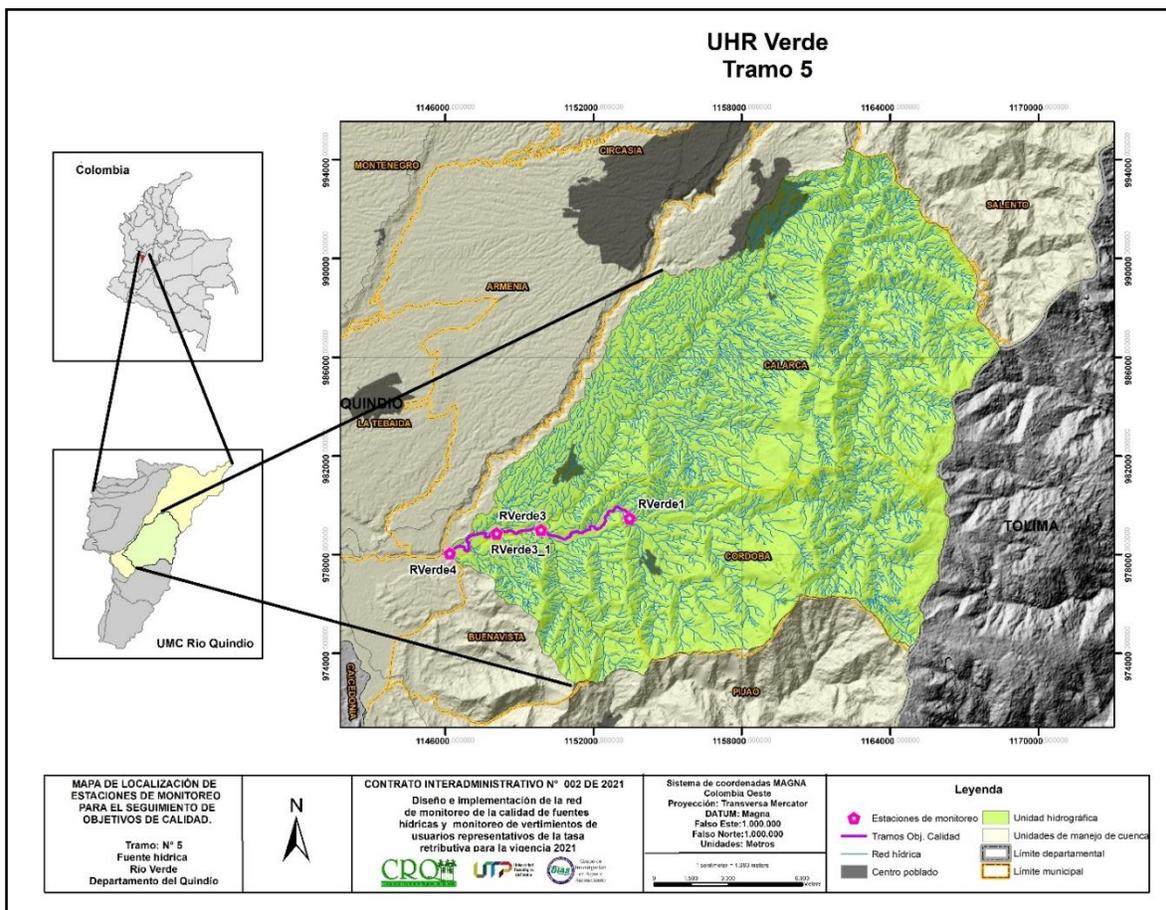


Figura 14. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Verde

En la Tabla 34 se presenta en detalle la ubicación de las estaciones de monitoreo, el código o nombre de la estación, georreferenciación y sitio de recolección de las muestras. La toma de muestras en las estaciones de monitoreo sobre el río Verde se realizó el día 07 de diciembre de 2021.

Tabla 34. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Verde

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de Monitoreo	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
5	Río Verde	RVerde1	Estación al inicio del tramo	Córdoba	Travesías	-75,694964	4,409471	07/12/2021
		RVerde3	Estación antes de la confluencia con el río Santo Domingo	Córdoba	Río Verde	-75,727282	4,405161	
		RVerde3_1	Estación antes de la confluencia con la quebrada La Congala	Calarcá	Río Verde	-75,743447	4,403949	
		RVerde4	Estación antes de la desembocadura al río Quindío	Calarcá	Río Verde	-75,760522	4,396605	

#### 4.1.6.1. Ensayos *in-situ* río Verde

A partir de los ensayos *in situ* medidos en el río Verde, se puede encontrar que entre las estaciones RVerde1, RVerde3 y RVerde3\_1, los valores registrados de pH se hallaron superiores a 7,00 UpH, sin embargo, para la estación RVerde4 el valor del pH muestra un descenso. La anterior situación, puede ser asociada principalmente al aporte realizado por los tributarios antes de la desembocadura del río. Los valores registrados de conductividad eléctrica se mostraron constantes, sin embargo, para la estación RVerde3, se nota un aumento en el valor registrado (163  $\mu$ S/cm) (Tabla 35).

Los valores de temperatura muestran una tendencia a aumentar entre las estaciones de monitoreo; no se evidencia ningún tipo de afectación por factores antropogénicos del tramo de la fuente superficial. Hay que tener en cuenta que este ensayo depende de factores ambientales tales como temperatura ambiente e intensidad de la radiación solar (ver Tabla 35).

Cabe resaltar que por el aumento del caudal y las condiciones de la sección transversal de la corriente no fue posible realizar el aforo en las estaciones de monitoreo RVerde3 y RVerde4, por lo anterior, se realizó la medición del caudal en otra sección del río que permitiera la actividad de aforo. Para la estación RVerde1 se

realizó la medición a 600 metros aguas abajo de la estación de monitoreo y para la estación RVerde3\_1 se realizó el aforo en el puente que se encuentra aguas abajo de la desembocadura del río Santo Domingo.

Tabla 35. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Verde

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
RVerde1	7,85	131,00	18,00	3,738
RVerde3	7,54	163,00	19,00	ND*
RVerde3_1	7,29	147,00	20,00	12,287
RVerde4	6,39	147,00	22,00	ND*

\*ND: No determinado

#### 4.1.6.2. Resultado ensayos de laboratorio río Verde

De acuerdo con los resultados obtenidos de monitoreo año 2021 sobre la corriente del río Verde, se pudo identificar que las concentraciones de  $\text{DBO}_5$ , DQO, SST y G&A se encuentran inferiores límite de cuantificación del método empleado para su determinación en todas las estaciones. Por lo anterior se puede indicar que en el trayecto del tramo estudiado no se genera afectación para estos ensayos por los aportes de tributarios o descargas de origen antrópico (ver Tabla 36).

Con respecto al ensayo del nitrógeno amoniacal, se observa un aumento en la concentración entre la estación RVerde1 y RVerde3, para luego tener un descenso en el valor para la estación RVerde3\_1, lo cual permite inferir que posiblemente los tributarios podrían tener un efecto principalmente disolutivo para esta variable.

La concentración del oxígeno disuelto promedio determinado en el tramo cinco (5) del río Verde es de 6,8  $\text{mg O}_2/\text{L}$ , con una concentración máxima de 6,9  $\text{mg O}_2/\text{L}$  correspondiente a las estaciones RVerde1, RVerde3\_1 y RVerde4 y una concentración mínima de 6,5  $\text{mg O}_2/\text{L}$  en la estación RVerde3. Para el caso de las concentraciones del fósforo total, las grasas y aceites, y los metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método para todas las estaciones de monitoreo (ver Tabla 36).

Los coliformes fecales y totales se pueden notar un aumento en la concentración de la estación RVerde1 a la estación RVerde3, esto posiblemente se puede atribuir a los aportes de vertimientos residuales antes de la estación. Sin embargo, en la estación RVerde3\_1 se presentó una disminución en las concentraciones, para luego tener un aumento de los coliformes totales en la RVerde4. En la siguiente tabla (Tabla 36), se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo del río Verde.

Tabla 36. Resultados de los análisis de laboratorio río Verde

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados			
			Río Verde (tramo 5)			
			RVerde1	RVerde3	RVerde3-1	RVerde4
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	0,616 ±0,02	0,909 ±0,08	0,842 ±0,07
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0393 ±0,0030	0,0218 ±0,0020	0,0741 ±0,0190	0,0843 ±0,02
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58 ±0,0197	0,859 ±0,0292	<0,58 ±0,0197	0,757 ±0,0257
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	1.565	4.611	1.986,3	3.724
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	414,00	158,00	57,10	49,00
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,90	6,50	6,90	6,90

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.6.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) río Verde

Los resultados obtenidos del ICA-IDEAM para el año 2021 en el tramo cinco (5) del río Verde, se encuentra en la clasificación de "Aceptable". A continuación, se presenta la tabla con los cálculos de los subíndices y el resultado del ICA-IDEAM para todas las estaciones de monitoreo del río Verde (ver Tabla 37).

Tabla 37. Cálculo del ICA-IDEAM río Verde

Tramo		Corriente hídrica										Subíndices ICA						ICA-IDEAM				
5		Río Verde				Estación						NT/PT						ICA		Clasificación		
		RVerde4	RVerde3_1	RVerde3	RVerde1	msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de Oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT					I <sub>%sat</sub>
1111	1134	1161	1356	1356	18,00	7,85	131,00	6,90	86,4278	2,00	10,00	4,00	0,050	80	0,1469	0,1683	0,1547	0,1058	0,1500	0,0255	0,7512	Acceptable
22,00	20,00	19,00	18,00	18,00	7,54	163,00	6,50	81,2027	2,00	10,00	4,00	0,050	80	0,1380	0,1683	0,1547	0,0839	0,1500	0,0255	0,7205	Acceptable	
6,39	7,29	7,54	7,85	7,85	147,00	147,00	147,00	147,00	147,00	2,00	10,00	4,00	0,050	80	0,1491	0,1683	0,1547	0,0951	0,1500	0,0255	0,7427	Acceptable
147,00	147,00	163,00	131,00	131,00	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	87,7032	87,7032	87,7032	87,7032	87,7032	0,1491	0,1683	0,1547	0,0951	0,1500	0,0255	0,7427	Acceptable
6,90	6,90	6,50	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	2,00	10,00	4,00	0,050	80	0,1491	0,1683	0,1547	0,0951	0,1500	0,0255	0,7427	Acceptable
91,041	87,7032	81,2027	86,4278	86,4278	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,0255	0,7427	Acceptable
2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,0255	0,7427	Acceptable
10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,0255	0,7427	Acceptable
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	Acceptable
0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,1548	0,1548	0,1548	0,1548	0,1548	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	Acceptable
80	80	80	80	80	0,1548	0,1548	0,1548	0,1548	0,1548	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	Acceptable
0,1548	0,1548	0,1380	0,1469	0,1469	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	0,1491	Acceptable
0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	Acceptable
0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	Acceptable
0,0951	0,0951	0,0839	0,1058	0,1058	0,1094	0,1094	0,1094	0,1094	0,1094	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	0,0951	Acceptable
0,1094	0,1094	0,1500	0,1500	0,1500	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	Acceptable
0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	Acceptable
0,7077	0,7077	0,7205	0,7512	0,7512	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	0,7077	Acceptable

En la Figura 15 se puede apreciar que la estación RVerde1 tiene mayor valor de índice de calidad, seguido de la estación RVerde3\_1, para luego tener un descenso en el valor en la estación RVerde4, sin embargo, se encontró dentro del límite del rango “Aceptable”, en este caso el valor reportado de pH fue de 6,39 UpH, lo cual generó que el subíndice de este parámetro fuera menor, por consiguiente, el valor del ICA también lo fuera.

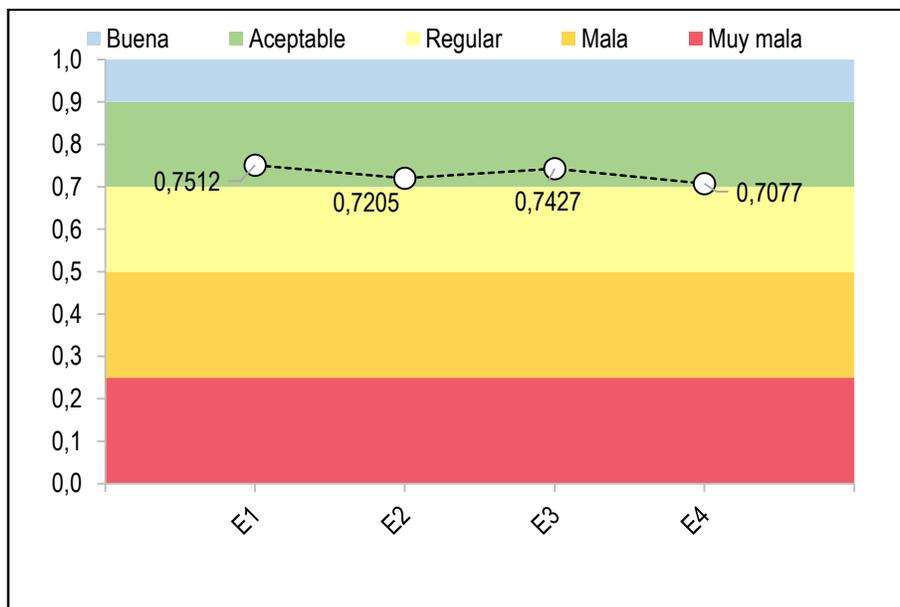


Figura 15. Resultado ICA-IDEAM río Verde

#### 4.1.6.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 río Verde

Para establecer el cumplimiento de los objetivos de calidad definidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020 se tomaron los valores obtenidos en campo y en laboratorio para hacer una comparación de las concentraciones máximas permisibles según los diferentes parámetros. En la Resolución para el tramo cinco (5) del río Verde define un potencial de uso para la preservación de flora y fauna, agrícola sin restricciones, recreativo contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre.

La estación ubicada antes de la desembocadura al río Quindío no cumple con el valor del pH, ya que este se encuentra por fuera del rango establecido según la Resolución. En la Tabla 38 se permite apreciar que la concentración del oxígeno disuelto es menor a 7,00 mg O<sub>2</sub>/L para las estaciones distribuidas en el tramo estando por debajo del máximo establecido en la Resolución.

Tabla 38. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Verde

Parámetro (s)	Unidades	Resultados				Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río Verde (tramo 5)				
		RVerde1	RVerde3	RVerde3-1	RVerde4	
pH	pH (UpH)	7,85	7,54	7,29	6,39*	6,5-8,5

Parámetro (s)	Unidades	Resultados				Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río Verde (tramo 5)				
		RVerde1	RVerde3	RVerde3-1	RVerde4	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<10
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<15
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<20
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	0,616	0,909	0,842	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0393	0,0218	0,0741	0,0843	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58	0,859	<0,58	0,757	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	0,02	0,02	0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	0,05	0,05	0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	1.565	4.611	1.986,3	3.724	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	414,00	158,00	57,10	49,00	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,90*	6,50*	6,90*	6,90*	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.7. Unidad hidrográfica quebrada La Picota

La quebrada La Picota nace en el municipio de Buenavista a 1993 (m.s.n.m.) y desemboca al río Barragán a los 1391 (m.s.n.m.). El tramo con objetivo de calidad (Tramo 6) inicia aguas abajo de la bocatoma de Buenavista con coordenadas latitud 974053,75 y longitud 1149407,97 (Magna SIRGAS Oeste) y finaliza en su desembocadura al río Barragán coordenadas latitud 977704,23 y longitud 1141838,33 (Magna SIRGAS Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 16 se muestra la localización geográfica del tramo y las estaciones de monitoreo sobre la quebrada La Picota.

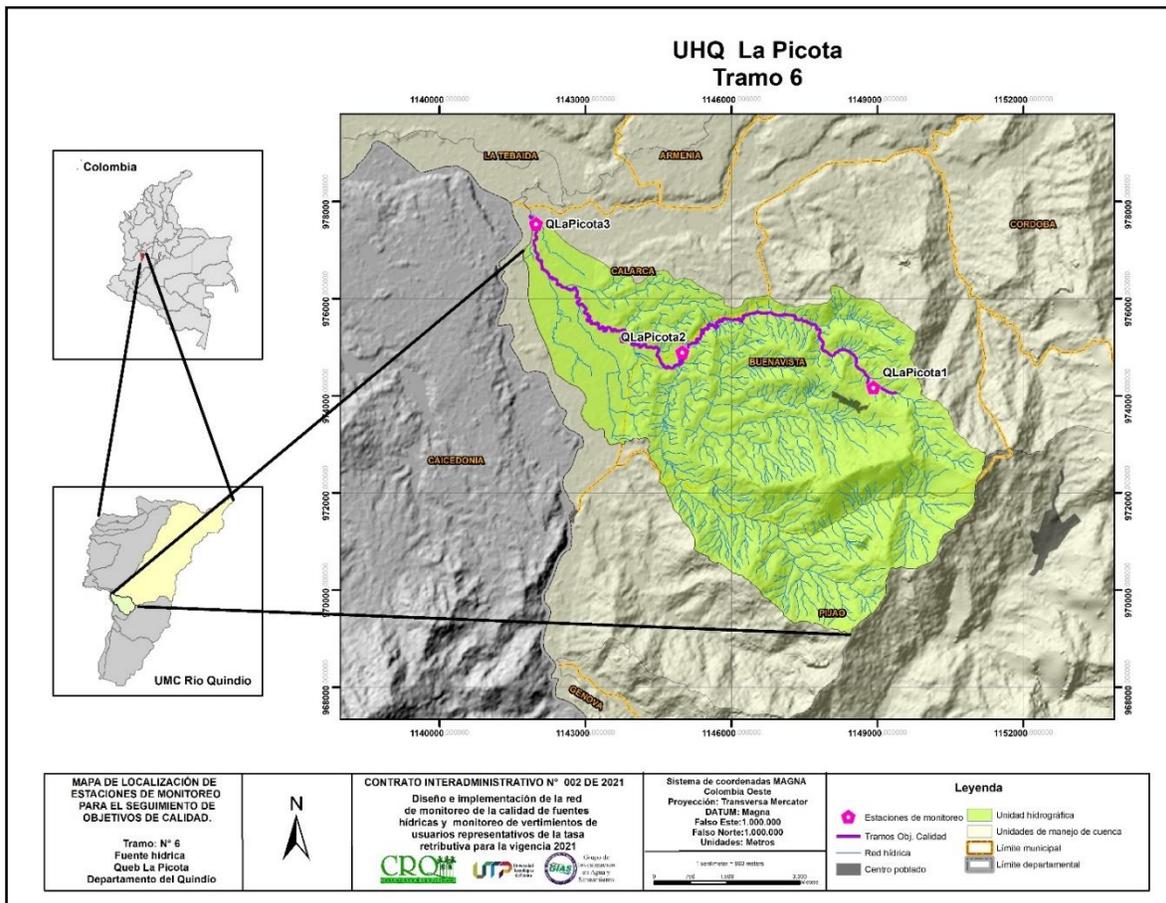


Figura 16. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Picota

Para el monitoreo de calidad se definieron tres estaciones de monitoreo distribuidas una al inicio del tramo antes de la descarga de la PTAR, otra después del caso urbano del municipio de Buenavista, y otra estación al final del tramo antes de su desembocadura al río Barragán. La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 21 de diciembre de 2021. En la Tabla 39 se presenta en detalle las coordenadas de localización y nombre o código de las estaciones de monitoreo.

Tabla 39. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Picota

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de Monitoreo	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
6	Quebrada La Picota	QLaPicota1	Estación inicio del tramo antes de la descarga de la PTAR	Buenavista	La Picota	-75,735978	4,361470	21/12/2021
		QLaPicota2	Estación después del casco urbano de Buenavista	Buenavista	La Cabaña	-75,771339	4,368119	
		QLaPicota3	Estación antes de la desembocadura al río Barragán	Calarcá	Buenos Aires	-75,798361	4,392044	

#### 4.1.7.1. Ensayos *in-situ* quebrada La Picota

De acuerdo con la información recolectada en campo, entre las estaciones QLaPicota1 y QLaPicota3 se observa un aumento en el caudal, el cual debe estar asociado principalmente a los tributarios como a los aportes de los vertimientos que recibe del municipio de Buenavista. Con relación a los valores registrados de pH, se encontró que están por encima 7,00 UpH, sin tener diferencias significativas de una estación a otra. En cuanto a la conductividad eléctrica, se observa un aumento en el valor de una estación a otra, condición que puede estar relacionada principalmente por los vertimientos provenientes del municipio (Tabla 40).

Tabla 40. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Picota

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QLaPicota1	7,10	147,00	21,70	0,293
QLaPicota2	7,34	165,00	21,00	0,643
QLaPicota3	7,45	190,00	23,50	2,799

#### 4.1.7.2. Resultado ensayos de laboratorio quebrada La Picota

A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio se pudo encontrar que las concentraciones de los ensayos de DBO<sub>5</sub> y DQO reportados son inferiores a los límites de cuantificación del método empleado para su para determinación (<1,98 mg O<sub>2</sub>/L y 13,50 mg O<sub>2</sub>/L respectivamente). Para el ensayo de los sólidos suspendidos totales, se presenta una disminución de la concentración entre estaciones, donde la estación

QLaPicota1 tiene la mayor concentración (17,30 mg/L), esta situación posiblemente se presenta debido a la presencia de materias diversas en suspensión, que previenen de procesos de erosión en la parte alta de la quebrada y que procesos de dilución tienen a influir en la disminución de la concentración SST aguas abajo (Tabla 41).

En relación con los resultados de los ensayos de los nitratos, nitratos, nitrógeno total y amoniacal, el valor de la concentración tiene una tendencia a disminuir entre las estaciones, lo anterior, permite inferir que la capacidad de asimilación de nutrientes de la quebrada permite la reducción de la concentración. Las concentraciones reportadas del fósforo total, las grasas y aceites, y los metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método. A continuación, en la Tabla 41 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo ubicados en el tramo de la quebrada La Picota.

Tabla 41. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Picota

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada La Picota (tramo 6)		
			QLaPicota1	QLaPicota2	QLaPicota3
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98±0,05	<1,98±0,05	<1,98±0,05
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	17,30±0,73	15,60±0,66	11,20±0,47
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	10,00±0,44	10,00±0,44	10,00±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	1,430±0,05	1,370±0,05	0,807±0,027
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0468 ±0,0039	0,0287 ±0,0024	0,00935 ±0,0008
QUIMICONTRO L LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,791 ±0,0269	<0,720 ±0,0245	<0,720 ±0,0245
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	7,61±0,38	7,50±0,38	4,44±0,22
	Nitrógeno total	mg N/L	9,09±0,94	8,90±1,10	5,26±0,55
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	<0,03±0,001	0,04±0,002	<0,03±0,001
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06	<0,001±0,06	<0,001±0,06
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,80	6,80	6,80

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.7.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada La Picota

Se realizó el cálculo del ICA-IDEAM para cada estación de la quebrada La Picota, de acuerdo con los datos obtenidos en el monitoreo del año 2021. Los valores obtenidos para la estación QLaPicota1 (E1) fueron de 0,7474, para la estación QLaPicota2 (E2) de 0,7279 y para la estación QLaPicota3 (E3) de 0,7188. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede observar un descenso leve en los valores de calidad entre las estaciones de monitoreo, esto se debe principalmente al valor reportado de conductividad eléctrica en especial en la última estación, que influyo en la valoración del cálculo del ICA (ver Tabla 42).

Tabla 42. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Picota

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua °C	pH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno %	Demanda química de oxígeno mg/L	Sólidos suspendidos totales mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA						ICA-IDEAM	
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>sst</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
6	Quebrada La Picota	QLaPicota1	1430	1430	21,70	7,10	147,00	6,80	92,69301	13,50	17,30	9,09	0,030	303	0,1576	0,1646	0,1547	0,0951	0,1500	0,0255	0,7474	Aceptable
		QLaPicota2	1124	1124	21,00	7,34	165,00	6,80	88,09198	13,50	15,60	8,90	0,040	223	0,1498	0,1654	0,1547	0,0825	0,1500	0,0255	0,7279	Aceptable
		QLaPicota3	1087	1087	23,50	7,45	190,00	6,80	92,1350	13,50	11,20	5,26	0,030	175	0,1566	0,1677	0,1547	0,0643	0,1500	0,0255	0,7188	Aceptable

En la Figura 17 se presentan los resultados del ICA-IDEAM para las estaciones de monitoreo, encontrando que la calidad del agua está dentro de clasificación de “Aceptable” en todas las estaciones de la quebrada La Picota.

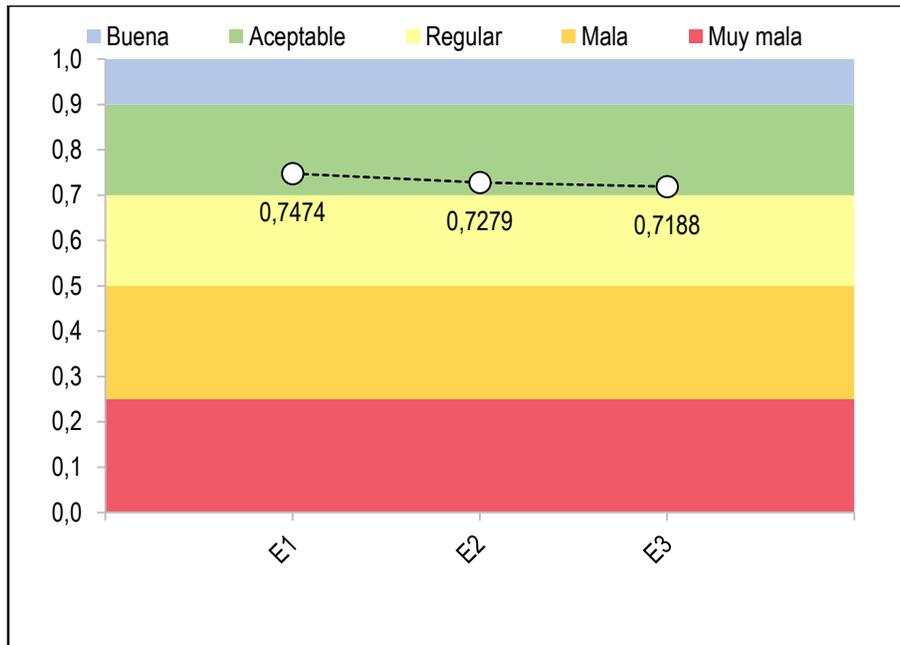


Figura 17. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Picota

#### 4.1.7.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada La Picota

Se compararon los valores obtenidos en campo y en laboratorio con los objetivos de calidad con la Resolución CRQ 1736 de 2020, en el cual define los objetivos para uso potencial para la preservación de flora y fauna, agrícola sin restricciones, recreativo contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre en el tramo seis (6).

En la Tabla 43, se evidencia que la mayoría de las variables monitoreadas en la quebrada La Picota cumplen con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, no obstante, para el parámetro de oxígeno disuelto en las tres estaciones de la quebrada no cumple con el valor límite determinado según la Resolución. Con lo referente a la presencia de grasas y aceites, el valor reportado por el laboratorio se encuentra debajo del LCM, por lo anterior se puede determinar que no es detectable la concentración en las estaciones monitoreadas.

Tabla 43. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Picota

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada La Picota (tramo 6)			
		QLaPicota1	QLaPicota2	QLaPicota3	
pH	pH (UpH)	7,10	7,34	7,45	6,5-8,5

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada La Picota (tramo 6)			
		QLaPicota1	QLaPicota2	QLaPicota3	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	<1,98	<1,98	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	<13,50	<13,50	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	17,30	15,60	11,20	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	1,430	1,370	0,807	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0468	0,0287	0,00935	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,791	<0,720	<0,720	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	7,61	7,50	4,44	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	9,09	8,90	5,26	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	<0,03	0,04	<0,03	Análisis y Reporte
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,20
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,80*	6,80*	6,80*	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.8. Unidad hidrográfica quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

La quebrada Las Delicias nace en el municipio de Buenavista en la vereda Poleal; el tramo con objetivo de calidad dentro de la fuente superficial (Tramo 7) según la Resolución CRQ 1736 de 2020 está comprendido aguas arriba del casco urbano del municipio, con coordenadas longitud 1147908,62 y latitud 973635,57 (Magna SIRGAS Oeste) hasta la desembocadura en la quebrada Los Juanes con coordenadas longitud 1144891,63 y latitud 97236,74 (Magna SIRGAS Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). La estación de monitoreo QMargaritas1 se localiza por fuera del tramo con objetivo de calidad, sin embargo, se incluyó en la campaña de monitoreo 2021 debido a la presencia del vertimiento QMD1 ubicado antes del tramo con objetivo de calidad (CRQ & UTP, 2022). En la Figura 18 se muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo para la quebrada Las Delicias.

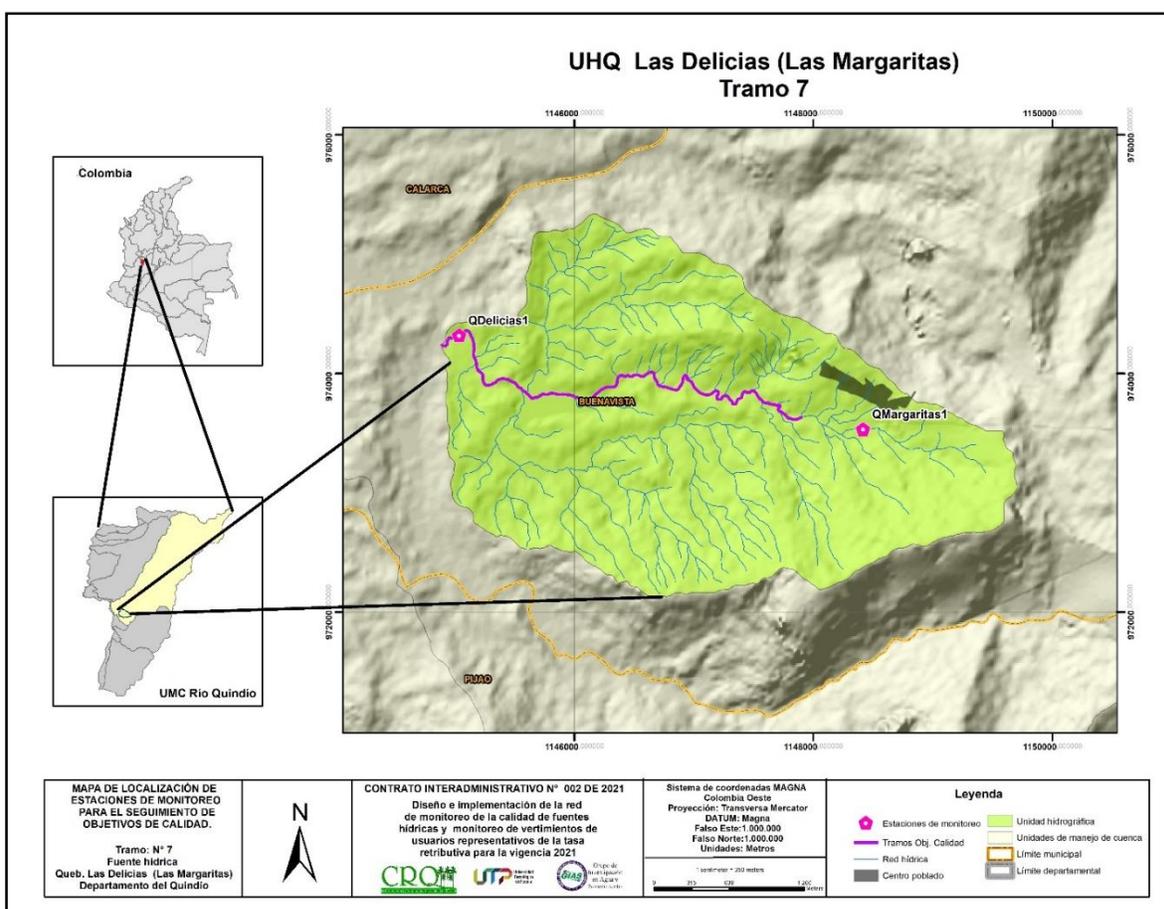


Figura 18. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 13 de diciembre de 2021. En la Tabla 44 se presenta en detalle el sitio de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y las coordenadas de localización.

Tabla 44. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
7	Quebrada Las Delicias	QMargaritas1	Estación antes del vertimiento QMD1 sobre la Quebrada Margaritas	Buenavista	Poleal	-75,740536	4,355688	13/12/2021
		QDelicias1	Estación al final del tramo antes de la desembocadura a la Quebrada los Juanes	Buenavista	La Cabaña	-75,770956	4,362846	

#### 4.1.8.1. Ensayos *in-situ* quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

El pH registrado para las dos estaciones de monitoreo en la quebrada está por encima de 7,00 UpH, con una tendencia a disminuir su valor entre las estaciones. Para el ensayo de conductividad eléctrica se obtuvieron valores superiores a 133  $\mu\text{S/cm}$ , no presentando variaciones significativas de entre las estaciones de monitoreo. Se observa un aumento en el caudal entre la estación QMargaritas1 y QDelicias1, el cual puede estar asociado principalmente a los tributarios que se están presentando en el trayecto del tramo. Los resultados de los ensayos realizados en campo (*in situ*) para cada una de las estaciones de la quebrada Las Delicias (Las Margaritas) se muestran a continuación (Tabla 45):

Tabla 45. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QMargaritas1	7,45	133,00	19,00	0,079
QDelicias1	7,36	136,00	20,00	0,395

#### 4.1.8.2. Resultado ensayos de laboratorio quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

En términos de concentración de los ensayos de DBO<sub>5</sub>, DQO, NT, G&A, plomo, mercurio, níquel, cromo y fósforo reportada por el laboratorio, se encuentra por debajo del límite de cuantificación del método empleado para su determinación en ambas estaciones. La concentración de los sólidos suspendidos totales presenta una disminución, donde la estación QMargaritas1 tiene una concentración 8,10 mg/L y la estación QDelicias1 una concentración 7,0 mg/L, esta situación posiblemente se presenta debido a la presencia de materias

diversas en suspensión, que previenen de procesos de erosión en la parte alta de la quebrada y que por posibles procesos de dilución tienen a influir en la disminución de la concentración SST.

Con respecto al ensayo del nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos se observa un aumento en la concentración entre las estaciones. La determinación del contenido de nitrógeno amoniacal en las aguas es importante debido a que su presencia en grandes cantidades ocasiona una disminución en la concentración del oxígeno disuelto debido a los procesos de oxidación a nitritos y nitratos. Sin embargo, el aumento de las concentraciones no es significativas entre las estaciones (Tabla 46).

Para el ensayo de los coliformes totales se puede notar un aumento en la concentración entre las estaciones monitoreadas, sin embargo, para los coliformes fecales si presenta una disminución, pero no tiene diferencias significativas entre las dos estaciones. La concentración del oxígeno disuelto promedio determinado en el tramo siete (7) es de 6,5 mg O<sub>2</sub>/L (Tabla 46).

Tabla 46. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Delicias (Quebrada Margaritas) (tramo 7)	
			QMargaritas1	QDelicias1
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98±0,05	<1,98±0,05
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50±1,54	<13,50±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	8,10±0,34	7,00±0,29
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,0±0,44	<10,0±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	1,19±0,04	1,540±0,05
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005	0,01630±0,0044
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580±0,0197	0,737±0,025
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	<0,03±0,001	<0,03±0,001
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06	<0,001±0,06
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,50	6,50

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Delicias (Quebrada Margaritas) (tramo 7)	
			QMargaritas1	QDelicias1
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	461,10	1986,30
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	12,10	8,50

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.8.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

EL cálculo del ICA – IDEAM, arrojó resultados de 0,7459 para la estación QMargaritas1 (E1) y de 0,7428 QDelicias1 (E2) indicando condiciones de calidad aceptable en ambas estaciones. En la siguiente tabla (Tabla 47) se puede observar los valores de los subíndices definidos para cada parámetro y el resultado del cálculo del índice de calidad.

Tabla 47. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
														I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
7	Quebrada Las Delicias	QMargaritas1	1392	19,00	7,45	133,00	6,50	83,49834	13,50	8,10	4,00	0,03	133	0,1419	0,1693	0,1547	0,1045	0,1500	0,0255	0,7459	Acceptable
		QDelicias1	1126	20,00	7,36	136,00	6,50	82,5393	13,50	7,00	4,00	0,03	133	0,1403	0,1698	0,1547	0,1025	0,1500	0,0255	0,7428	Acceptable

Según lo reportado en el informe línea base de usuarios generadores de vertimiento a fuentes hídricas superficiales con objetivos de calidad en el departamento del Quindío (CRQ y UTP, 2021), la clasificación de “Aceptable” puede estar vinculada a la poca presencia vertimientos en el tramo, los cuales llegarían a influir en la calidad del agua de la corriente hídrica (Figura 19).

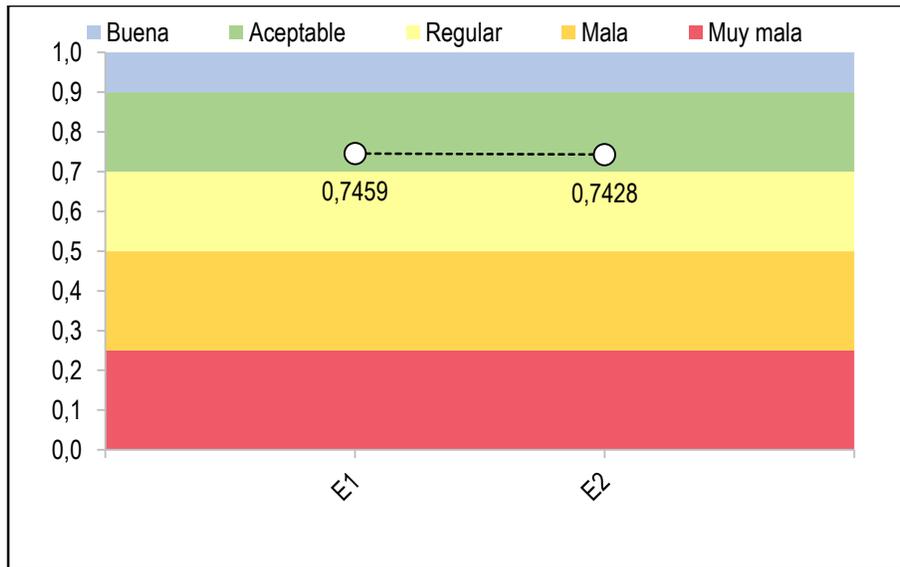


Figura 19. Resultado ICA-IDEAM quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

#### 4.1.8.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

A partir de la información de la campaña de monitoreo del año 2021, permitió evidenciar que el tramo siete (7), en el cual se definieron los objetivos para los usos de preservación de flora y fauna, agrícola sin restricciones, recreativo contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre, donde se cumplió con la mayoría de los valores establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020 para los parámetros de DBO<sub>5</sub>, SST, Coliformes totales, N-NH<sub>3</sub>, pH, DQO, Plomo, Mercurio, Níquel y Cromo, sin embargo, no cumplió con el parámetro oxígeno disuelto en ambas estaciones teniendo concentraciones menores a 7,0 mgO<sub>2</sub>/L. Por su parte, el resultado del ensayo de grasas y aceites se encuentra por debajo del límite de cuantificación del método, por lo anterior, se podría inferir que si cumple el objetivo de calidad para este parámetro (Tabla 48).

Tabla 48. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Las Delicias (Las Margaritas)

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Delicias (tramo 7)		
		QMargaritas1	QDelicias1	
pH	pH (UpH)	7,45	7,36	5,0-9,0

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Delicias (tramo 7)		
		QMargaritas1	QDelicias1	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	<1,98	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,5	<13,50	<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	8,10	7,00	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,0	<10,0	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	1,19	1,54	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005	0,01630	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580	0,737	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	<0,03	<0,03	Análisis y Reporte
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,5*	6,5*	>7,00
Coliformes totales	NMP/100 mL	461,10	1986,30	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	12,1	8,50	Análisis y Reporte

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.9. Unidad hidrográfica quebrada San Nicolas (El Cafetero)

La quebrada San Nicolás nace al sur de la cabecera municipal de Armenia a los 1486 m.s.n.m. con coordenadas latitud 992862,71 y longitud 1155353,69 (coordenadas Magna SIRGAS Oeste) y desemboca sobre el río Quindío a 1380 m.s.n.m. entre las coordenadas latitud 992203,74 y longitud 1155102,73 (coordenadas Magna SIRGAS Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). A continuación, en la Figura 20 se muestra la localización geográfica de la estación de monitoreo evaluada para la UHQ San Nicolas, ubicada en el centro urbano de la ciudad de Armenia.

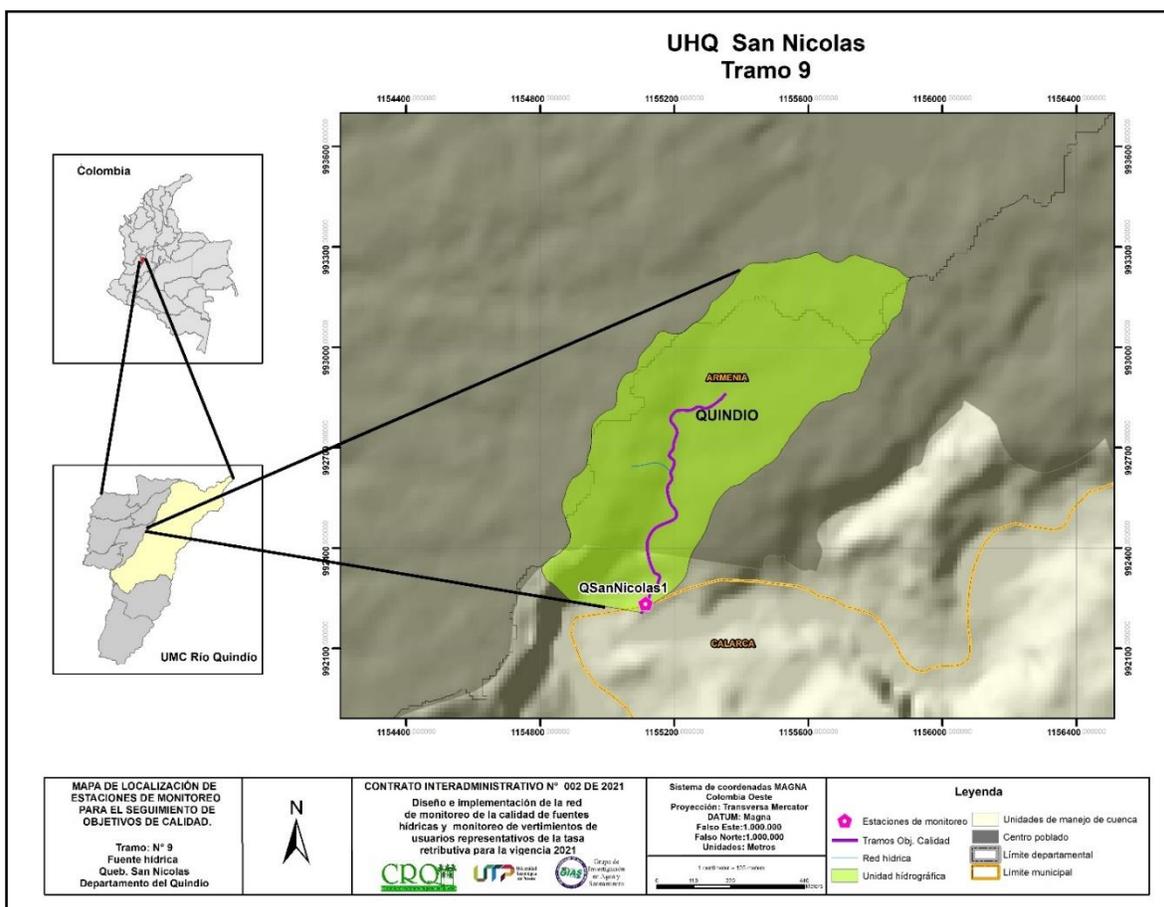


Figura 20. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada San Nicolas (El Cafetero)

El tramo nueve (9) cuenta con una estación de monitoreo para la evaluación de la calidad de la quebrada San Nicolas. La toma de muestra se realizó el 02 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla (Tabla 49) se presenta en detalle la localización y sitio de muestreo.

Tabla 49. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada San Nicolas (El Cafetero)

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación de Monitoreo	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
9	Quebrada San Nicolas	QSanNicolas1	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Quindío	Armenia	Casco urbano	-75,679902	4,524625	02/12/2021

#### 4.1.9.1. Ensayos *in-situ* quebrada San Nicolás (El Cafetero)

La quebrada San Nicolas (El Cafetero) registro un pH ácido con un valor inferior a 6,00 UpH y con una conductividad eléctrica de 452  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los bajos valores de pH y altos valores de conductividad eléctrica encontrados en la estación antes de la desembocadura al río Quindío, pueden estar relacionados con los aportes de aguas residuales domésticas y otras actividades, en el que le aporta materia orgánica a la corriente hídrica. A continuación, se puede observar los resultados de los ensayos tomados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo (ver Tabla 50 ).

Tabla 50. Ensayos determinados en campo, en la estación de monitoreo de la quebrada San Nicolas (El Cafetero)

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QSanNicolas1	5,71	452,00	21,00	0,075

#### 4.1.9.2. Resultado ensayos de laboratorio quebrada San Nicolas (El Cafetero)

En concordancia con los ensayos realizados en el laboratorio para la quebrada San Nicolas, las concentraciones encontradas de  $\text{DBO}_5$  fue de 10  $\text{mg O}_2/\text{L}$ , de sólidos suspendidos totales de 11  $\text{mg}/\text{L}$  y de DQO fue de 67,4  $\text{mg O}_2/\text{L}$ ; por lo anterior, se puede inferir que las concentraciones altas tienen relación a los vertimientos o descargas residuales presentes en la quebrada San Nicolas. De igual manera, se pudo observar elevadas concentraciones nitrógeno total y amoniacal, que también puede tener relación los aportes de las aguas residuales a la fuente receptora en este caso la quebrada San Nicolas, contribuyendo así al aumento de la concentración de estos ensayos y a la disminución en la concentración del oxígeno disuelto. Por su parte, las concentraciones reportadas de los nitratos, grasas y aceites, y los metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) se encuentran inferiores a los límites de cuantificación del método, representando concentraciones mínimas para su detección. A continuación, en la Tabla 51 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo, donde también se especifican los laboratorios.

Tabla 51. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada San Nicolas (El Cafetero)

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados
			Quebrada San Nicolas (tramo 9)
			QSanNicolas1 (QCafetero1)
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	10,00±1,0
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	67,40±4,21
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	11,00±1,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0274±0,002
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	21,70±0,74
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	22,70±1,14
	Nitrógeno total	mg N/L	22,70±2,01
	Fósforo Total	mg P/L	0,5720±0,03
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	38.110
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	9.790
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,33

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.9.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada San Nicolas (El Cafetero)

En la Tabla 52 se puede observar el cálculo del ICA para la campaña de monitoreo de calidad hídrica en la quebrada San Nicolas en el año 2021, el cual dio como resultado que la fuente superficial antes de su desembocadura al río Quindío se encuentra en la clasificación de “Mala”, donde los parámetros tomados en campo y laboratorio como la conductividad eléctrica, DQO y nitrógeno total obtuvieron valores altos, que influyeron en el cálculo de los subíndices y por ende en el valor del ICA.

Tabla 52. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada San Nicolas (El Cafetero)

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msn	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM			
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación	
9	Quebrada San Nicolas	QSanNicolas1(QCafetero1)	1387		21,00	5,71	452,00	6,33	84,6478	67,40	11,00	22,70	0,572	40		0,1439	0,1678	0,0442	0,0000	0,0768	0,0255	0,4582	Mala

El deterioro de la calidad de la corriente se presenta por la descarga directa de las aguas residuales domésticas municipales en la fuente hídrica, en la siguiente figura (Figura 21) se muestra la clasificación y el valor del índice de calidad para la estación QSanNicolas1 antes de la desembocadura al río Quindío.

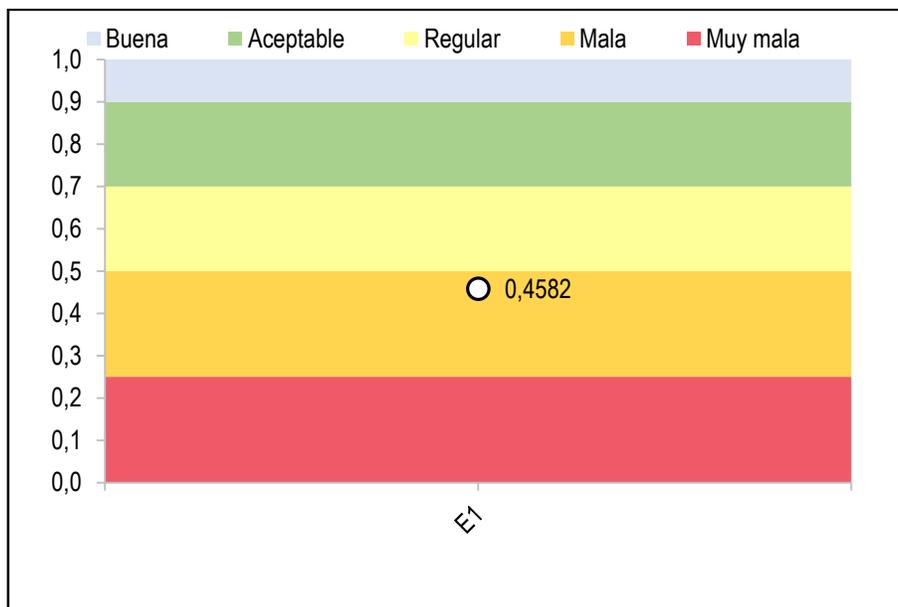


Figura 21. Resultado ICA-IDEAM quebrada San Nicolas (El Cafetero)

#### 4.1.9.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada San Nicolas (El Cafetero)

Realizando la comparación entre los valores obtenidos en las jornadas de campo y laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual se define los objetivos correspondientes a un uso para navegación y transporte acuático para el tramo nueve (9), se observa que para la estación QSanNicolas1 (QCafetero1) no se cumple con los valores límites establecidos en la Resolución para los parámetros de Demanda química de oxígeno y Nitrógeno amoniacal, sin embargo, para los demás parámetros se cumplen con los valores de forma correcta (ver Tabla 53).

Tabla 53. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada San Nicolas (El Cafetero)

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada San Nicolas (tramo9)		
		QSanNicolas1 (QCafetero1)		
pH	pH (UpH)	5,71		5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	10,00		<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	67,40*		<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	11,00		<50,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00		Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500		<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0274		

Parámetro (s)	Unidades	Resultados	Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada San Nicolas (tramo9)	
		QSanNicolas1 (QCafetero1)	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	21,70*	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	22,70	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	22,70	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,5720	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	38.110	<50.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	9.790	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,33	>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.10. Unidad hidrográfica quebrada Agua Bonita

Localizada al suroeste del municipio de Calarcá. Su cauce principal nace en la vereda La Albania (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020 en la quebrada Agua Bonita, está comprendida desde aguas arriba del casco urbano entre las coordenadas longitud 1149976,52 y latitud 981725,28 y hasta la desembocadura a la quebrada La Congala desemboca con coordenadas longitud 1148510,77 y latitud 979943,99 (Magna SIRGAS Oeste). En la Figura 22 se puede observar la ubicación de las dos estaciones de monitoreo del tramo con objetivo de calidad.

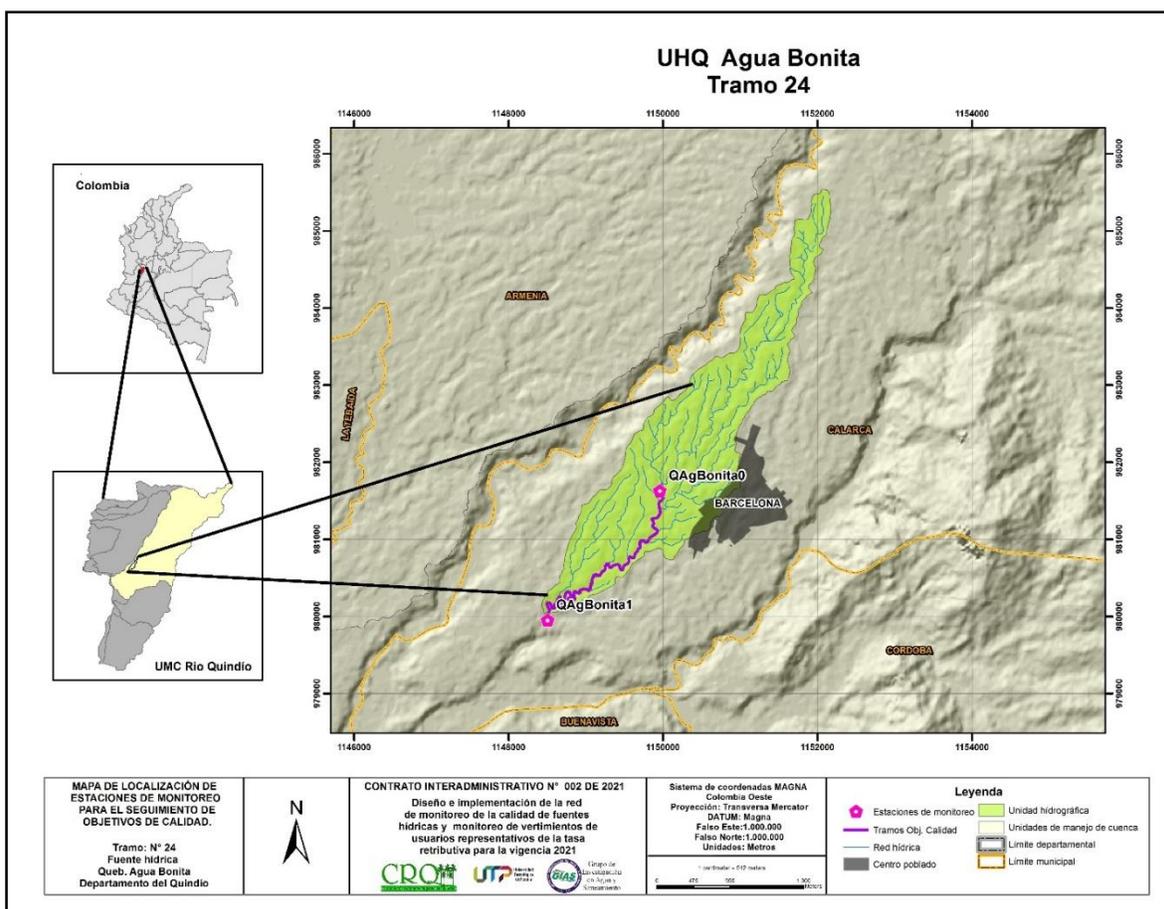


Figura 22. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Agua Bonita

El monitoreo de la fuente superficial se llevó a cabo el 09 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla (Tabla 54) se muestra en detalle el sitio de muestreo, la localización de las estaciones de monitoreo y el nombre de la estación.

Tabla 54. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Agua Bonita

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
24	Quebrada Agua Bonita	QAgBonita0	Inicio del tramo	Barcelona -Calarcá	Calle Larga, corregimiento de Barcelona	-75,726504	4,428877	09/12/2021
		QAgBonita1	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada La Congala	Barcelona -Calarcá	Calle Larga, corregimiento de Barcelona	-75,739621	4,413733	

#### 4.1.10.1. Ensayos *in-situ* quebrada Agua Bonita

En la Tabla 55 se muestra los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo de la quebrada Agua Bonita, se pudo observar una disminución de caudal entre una estación a otra, esto posiblemente puede estar relacionado con procesos de evaporación de la quebrada que pueda influir en la disminución del caudal, al igual que captaciones presentes en el trayecto de la corriente hídrica. El pH tiene una tendencia a disminuir, con una diferencia de 0,30 UpH, entre las estaciones. Para la estación QAgBonita0 y QAgBonita1 se encontró una conductividad eléctrica entre 73,00 y 93,00 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) respectivamente mostrando un incremento de una estación a otra, sin diferencias significativas.

Tabla 55. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Agua Bonita

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QAgBonita0	7,01	73,00	24,00	0,182
QAgBonita1	6,71	93,00	22,00	0,050

#### 4.1.10.2. Resultado ensayos de laboratorio quebrada Agua Bonita

A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio, se encontró que las concentraciones de los ensayos de  $\text{DBO}_5$  y DQO reportados, son inferiores a los límites de cuantificación del método empleado para su para determinación. Con relación a los sólidos suspendidos totales, se presenta un aumento de la concentración entre estaciones, donde la estación QAgBonita1 tiene la mayor concentración (15,00 mg/L), esta situación posiblemente se debe a la presencia de vertimientos que puedan llegar a influir en el aumento de los valores (Tabla 56).

Para los ensayos de los nitratos, nitratos, nitrógeno total y amoniacal, el valor de la concentración tiene una tendencia a disminuir entre las estaciones, lo anterior, permite inferir que la capacidad de asimilación de nutrientes de la quebrada, la cual permite la reducción de la concentración. De igual manera, los ensayos microbiológicos (coliformes fecales y totales) muestran una disminución en sus valores. Hay que tener en cuenta que la quebrada se localiza cerca de un potrero con escasa cobertura vegetal alrededor de esta, la cual puede influir la presencia de las concentraciones de estos ensayos en la primera estación.

Las concentraciones reportadas del fósforo total, las grasas y aceites, y los metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) son inferiores al límite de cuantificación del método. A continuación, en la Tabla 56 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo ubicados en el tramo de la quebrada Agua Bonita.

Tabla 56. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Agua Bonita

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Agua Bonita (tramo 24)	
			QAgBonita0	QAgBonita1
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	12,00±1,0	15,00±2,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,856±0,07	1,66±0,14
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,00738 ±0,002	0,0113 ±0,003
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,04±0,0335	<0,58±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	6.653	7.701
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	145,50	17,30
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,70	6,80

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.10.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Agua Bonita

El análisis de la información obtenida para la campaña de monitoreo 2021, permitió realizar el cálculo del índice ICA – IDEAM, obteniéndose una clasificación de calidad “Aceptable” para las estaciones ubicadas en la quebrada Agua Bonita. En las estaciones QAgBonita1 y QAgBonita2 el valor obtenido del ICA fue de 0,7970 y 0,7585 respectivamente (Tabla 57).

Tabla 57. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Agua Bonita

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de Oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA						ICA-IDEAM	
														I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
24	Quebrada Agua Bonita	QAgBonita1	1248	24,00	7,01	73,00	6,70	93,4623	2,00	12,00	4,00	0,050	80	0,1589	0,1673	0,1547	0,1407	0,1500	0,0255	0,7970	Aceptable
		QAgBonita2	1188	22,00	6,71	93,00	6,80	90,5623	2,00	15,00	4,00	0,050	80	0,1540	0,1658	0,1547	0,1294	0,1292	0,0255	0,7585	Aceptable

En la siguiente figura (Figura 23) se puede observar el comportamiento del ICA para las dos estaciones monitoreadas, mostrándonos que se encuentran en la clasificación de “Aceptable”, presentando una leve tendencia a disminuir entre estaciones, lo cual refleja que los usuarios directos o descargas de tributarios contaminados no son representativos para que puedan afectar la calidad fisicoquímica del agua en el tramo analizado

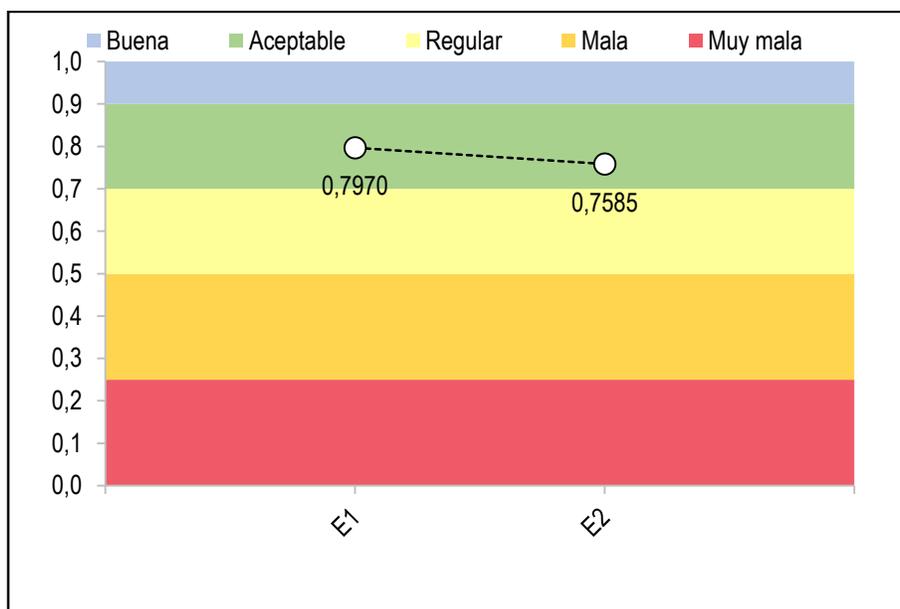


Figura 23. Resultado ICA-IDEAM quebrada Agua Bonita

#### 4.1.10.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Agua Bonita

A continuación, se realiza la comparación entre los valores obtenidos en campo y en laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020 para el tramo veinticuatro (24), el cual define los usos para la preservación de flora y fauna, uso agrícola sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario y uso industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre. En la Tabla 58 se muestra que para la estación QAgBonita0 no cumple con los valores límites en los parámetros de nitrógeno amoniacal, coliformes totales y oxígeno disuelto, sin embargo, en los parámetros restantes se encuentran dentro de los valores máximos permisibles en la Resolución. Para el caso de la QAgBonita1 se cumple con todos los valores de los diferentes parámetros a excepción de los coliformes totales y oxígeno disuelto.

Tabla 58. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Agua Bonita

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Agua Bonita (tramo24)		
		QAgBonita0	QAgBonita1	
pH	pH (UpH)	7,01	6,71	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	12,00	15,00	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,856	1,66	<10,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Agua Bonita (tramo24)		
		QAgBonita0	QAgBonita1	
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,00738	0,0113	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,04*	0,58	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	6.653*	7.701*	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	145,50	17,30	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,70*	6,80*	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.11. Unidad hidrográfica quebrada La Congala

La unidad hidrográfica de la quebrada La Congala se encuentra localizada en el municipio de Calarcá, su cauce principal nace en la vereda La Albania a una altura de 1340 (m.s.n.m.) y desemboca sobre el Río Verde a los 1130 (m.s.n.m.) en la vereda Calle Larga (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020 (tramo 25) está comprendido aguas arriba del casco urbano entre las coordenadas latitud 982127,68 y longitud 1151442,29 (Magna Sirgas Oeste) hasta la desembocadura al río Verde coordenadas latitud 978855,39 y longitud 1147412,74 (Magna Sirgas Oeste). En la Figura 24 se puede observar la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo calidad de la quebrada La Congala.

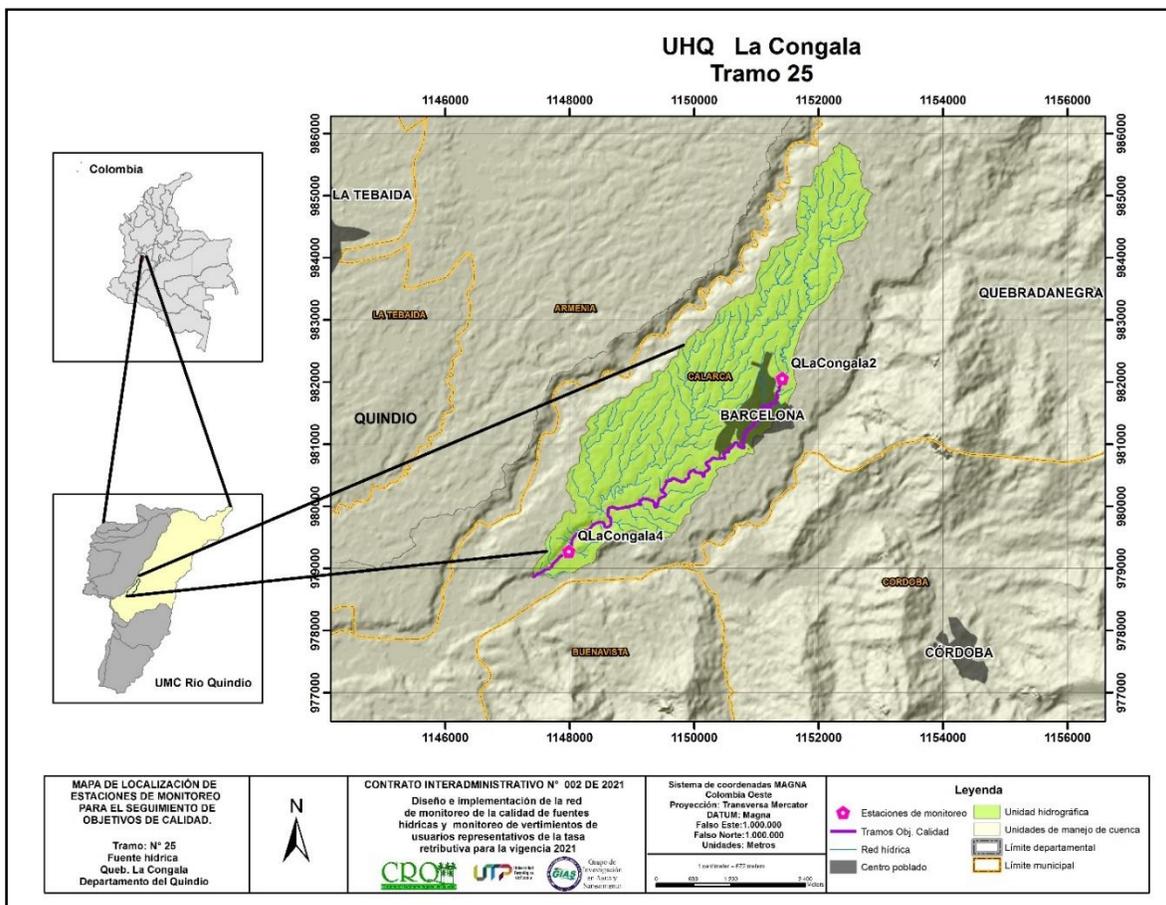


Figura 24. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Congala

La toma de muestras para el monitoreo de la quebrada se llevó a cabo el jueves 09 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla (Tabla 59) se muestra en detalle el sitio de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y coordenadas de localización.

Tabla 59. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Congala

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
25	Quebrada La Congala	QLaCongala 2	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Barcelona	Calarcá	Playa Rica, corregimiento de Barcelona	-75,713371	4,432704	09/12/2021
		QLaCongala 4	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Verde	Calarcá	Calle Larga, corregimiento de Barcelona	-75,744281	4,407616	

#### 4.1.11.1. Ensayos *in-situ* quebrada La Congala

De acuerdo con la información registrada en campo, entre las estaciones QLaCongala2 y QLaCongala4, se puede evidenciar un aumento en el caudal, el cual puede estar relacionado con los aportes de los tributarios y de los vertimientos del municipio de Calarcá. En relación con los ensayos de conductividad eléctrica y pH, se puede encontrar un aumento leve de una estación a otra. En el caso del pH los valores reportados para la estación QLaCongala2 fue de 7,87 UpH y para la estación QLaCongala4 de 6,82 UpH, apreciando una disminución entre la primera y segunda estación, lo cual permite inferir que las descargas del municipio pueden tener un efecto sobre la corriente, con relación a este ensayo (ver Tabla 60):

Tabla 60. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Congala

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Temperatura (°C)	Caudal m³/s
QLaCongala2	7,87	63,00	22,00	0,180
QLaCongala4	6,82	87,00	23,00	0,642

#### 4.1.11.2. Resultado ensayos de laboratorio quebrada La Congala

Las concentraciones de DBO<sub>5</sub> y DQO para ambas estaciones de monitoreo se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método empleado para su para determinación. De esta manera se puede inferir que descargas o aportes de tributarios a la corriente principal posiblemente no presentan una afectación para estos ensayos (Tabla 61).

La concentración de sólidos suspendidos totales tiene una tendencia a incrementar su concentración de la estación QLaCongala2 a la estación QLaCongala4, esto podría estar relacionado los vertimientos presentes en el tramo estudiado. Los valores de nitritos y nitrato tienen una tendencia aumentar sus concentraciones de una estación a otra. Por lo anterior, se puede concluir un aumento de presencia de fuentes nitrogenadas dentro de los aportes de la quebrada que contribuyen al aumento de la concentración (Tabla 61).

Para las concentraciones de los coliformes fecales y totales tienden a disminuir entre las estaciones. En cuanto a los valores reportados para los ensayos de fósforo total, G&A y los metales (plomo, mercurio, níquel y cromo), las concentraciones son inferiores al límite de cuantificación del método para ambas estaciones (Tabla 61).

Tabla 61. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Congala

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada La Congala (tramo 25)	
			QLaCongala2	QLaCongala4
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	15,00±2,0	16,00±2,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	1,10±0,09	1,90±0,03
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0107±0,002	0,134±0,03
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58±0,0197	<0,58±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada La Congala (tramo 25)	
			QLaCongala2	QLaCongala4
ANASCOL S.A.S	Coliformes totales	NMP/100 mL	7.215	6.131
ANASCOL USA	Coliformes fecales	NMP/100 mL	52,80	22,60
	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	5,70	5,90

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.11.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada La Congala

Los resultados obtenidos del cálculo del ICA-IDEAM fueron a partir de la información obtenida en la campaña de monitoreo del año 2021. En la siguiente tabla (Tabla 62) se puede observar los valores del ICA IDEAM, donde la estación QLaCongala2 obtuvo un valor de 0,7723 y 0,7506 para la estación QLaCongala4.

Tabla 62. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Congala

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
25	Quebrada La Congala	QLaCongala2	1144	1276	22,00	7,87	63,00	5,70	76,723	2,00	15,00	4,00	0,050	80	0,1304	0,1658	0,1547	0,1459	0,1500	0,0255	0,7723	Acceptable
		QLaCongala4	23,00	6,82	87,00	5,90	79,7121	2,00	16,00	4,00	0,050	80	0,1355	0,1652	0,1547	0,1329	0,1368	0,0255	0,7506	Acceptable		

En la siguiente figura (Figura 25), se puede observar la clasificación de calidad para las dos estaciones de la quebrada La Congala, el cual dio como resultado una clasificación de “Aceptable”, presentando una leve tendencia a disminuir el índice de calidad de una estación a otra, por lo que se puede llegar a inferir que los usuarios directos o descargas de tributarios contaminados no son representativos para llegar a afectar la calidad fisicoquímica del agua en el tramo analizado

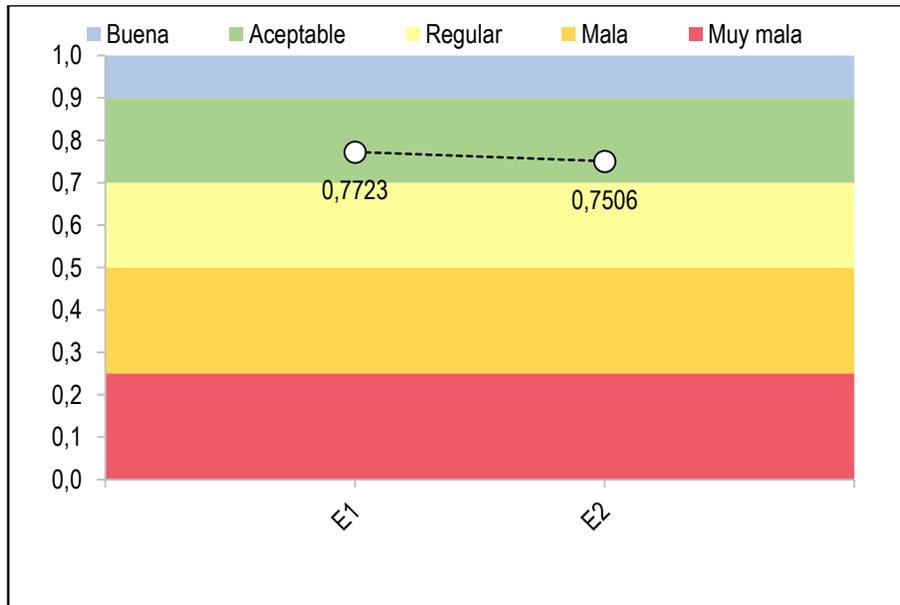


Figura 25. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Congala

#### 4.1.11.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada La Congala

Para la determinación del cumplimiento de los objetivos de calidad para la fuente hídrica superficial se tuvo en cuenta la información de la campaña de monitoreo realizada en el 2021, comparando las concentraciones obtenidas con los valores máximos permisibles según la Resolución CRQ 1736 de 2020, donde define el uso del agua del tramo (25) para consumo humano doméstico (desinfección y tratamiento convencional), agrícola con restricciones y recreativo con contacto primario. En la siguiente tabla (Tabla 63) se puede observar los datos de concentraciones reportadas para ambas estaciones de la quebrada La Congala, las cuales se encuentran dentro de los valores límites determinados en la Resolución para los diferentes parámetros.

Tabla 63. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Congala

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada La Congala (tramo25)		
		QLaCongala2	QLaCongala4	
pH	pH (UpH)	7,87	6,82	5,0-9,0

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada La Congala (tramo25)		
		QLaCongala2	QLaCongala4	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<20,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<25,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	15,00	16,00	<30,00
Grasas & Aceites (G&A) *	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	1,10	1,90	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0107	0,134	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58	<0,58	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	7.215	6.131	<35.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	52,80	22,60	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	5,70	5,90	>5,00

\*A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.12. Unidad hidrográfica quebrada La Española

La quebrada La Española nace en el municipio de Córdoba a 2758 (m.s.n.m.) en la vereda la española. El tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020 (Tramo 26) inicia aguas arriba del casco urbano de Córdoba entre las coordenadas latitud 976890,33 y longitud 1154962,85 (Magna SIRGAS Oeste) y finaliza en la confluencia con la quebrada El Jardín entre las coordenadas latitud 978935,40 y longitud 1154037,55 (Magna SIRGAS Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 26 se puede observar mapa de localización geográfica del tramo y las estaciones de monitoreo sobre la quebrada La Española.

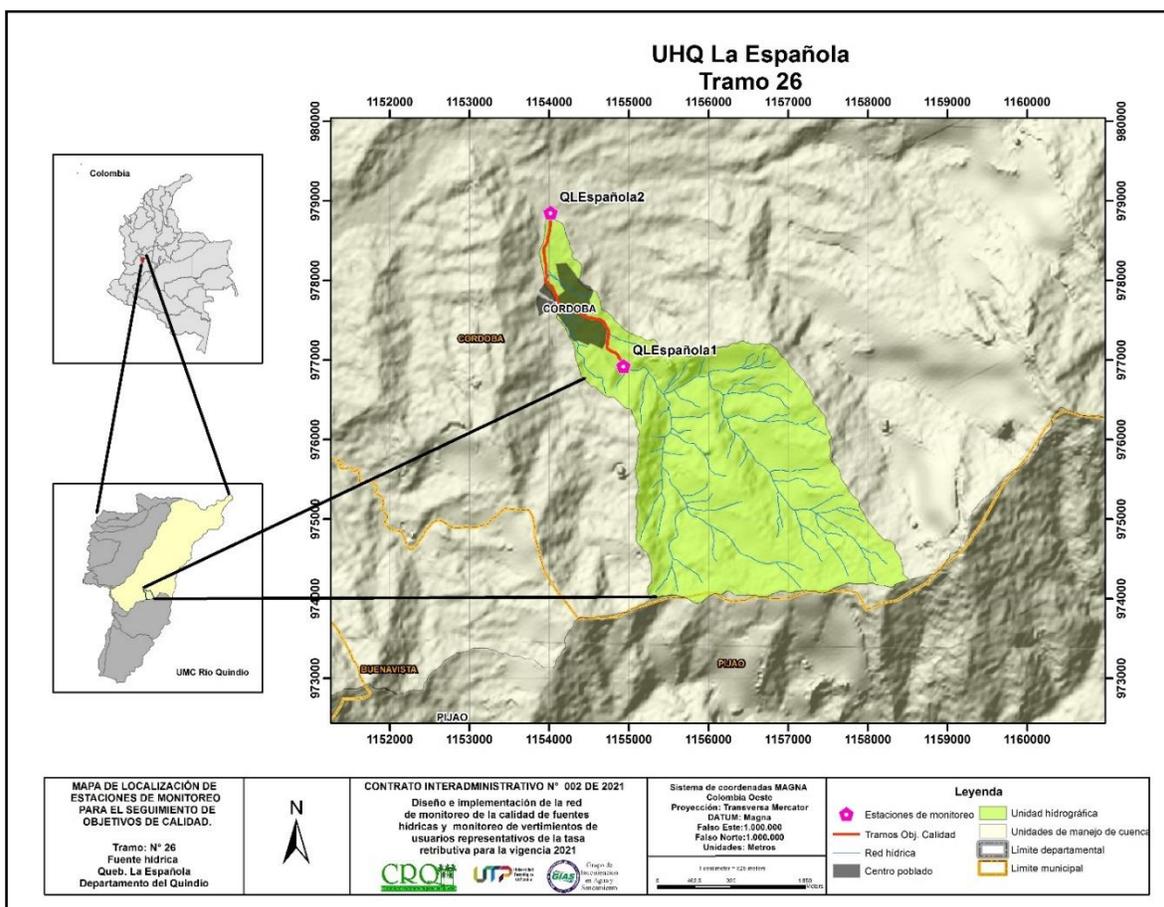


Figura 26. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Española

La toma de muestras para el monitoreo de la quebrada La Española se llevó a cabo el martes 07 de diciembre de 2021. En la Tabla 64 se muestra en detalle el sitio de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y coordenadas de localización.

Tabla 64. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Española

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
26	Quebrada La Española	QLEspañola1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Córdoba	Córdoba	Jardín Alto	-75,681781	4,386236	07/12/2021
		QLEspañola2	Final del tramo, antes de la confluencia con la quebrada El Jardín	Córdoba	Travesías	-75,689989	4,403675	

#### 4.1.12.1. Ensayos *in-situ* quebrada La Española

El pH registrado para las dos estaciones de monitoreo en la quebrada La Española está por encima de 7,0 UpH, con una tendencia a aumentar su valor entre las estaciones. Para el ensayo de conductividad eléctrica esta se encontraron valores superiores a 137  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , teniendo una diferencia de 1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , no presentando variaciones significativas entre las estaciones de monitoreo. Se observa un aumento en el caudal entre la estación, el cual puede estar asociado principalmente a los tributarios presentes en el trayecto del tramo. Los resultados de los ensayos realizados en campo (*in situ*) para cada una de las estaciones de la quebrada La Española se muestran a continuación (ver Tabla 65):

Tabla 65. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Española

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QLEspañola1	7,40	137,00	18,00	0,572
QLEspañola2	7,53	138,00	20,00	0,877

#### 4.1.12.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada La Española

En términos de concentración de los ensayos de  $\text{DBO}_5$ , DQO, SST, G&A, nitrógeno total, nitritos, fósforo total, plomo, mercurio, níquel y cromo reportada por el laboratorio, se encuentra inferior al límite de cuantificación del método empleado para su determinación en ambas estaciones, indicando que no hay afectaciones en estos ensayos por descargas de vertimientos o aportes de tributarios en el trayecto del tramo veintiséis (26) (Tabla 66).

Entre las estaciones se evidencia variabilidad en la concentración del oxígeno disuelto, obteniendo valores para la estación QLaEspañola1 de 7,20 mg O<sub>2</sub>/L y para la estación QLaEspañola2 de 6,40 mg O<sub>2</sub>/L, presentando una disminución de una estación a otra. Con respecto a los coliformes fecales y totales se puede notar un aumento en la concentración, entre las estaciones monitoreadas (Tabla 66).

Para el ensayo de nitrógeno amoniacal, las concentraciones tienen una tendencia disminuir entre las estaciones, lo anterior permite deducir que hay ausencia de fuentes nitrogenadas dentro de los aportes a la quebrada y que por procesos de oxidación biológica ayudan a la formación del nitrógeno amoniacal en nitritos (Tabla 66).

Tabla 66. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Española

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada La Española (tramo 26)	
			QLEspañola1	QLEspañola2
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,01720±0,0046	0,100±0,008
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,655±0,0223	<0,580±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	829,70	2.836,00
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	44,10	233,40
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,20	6,40

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.12.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada La Española

EL indicador ICA – IDEAM, arrojó resultados de calidad “Aceptable” para ambas estaciones de monitoreo de la quebrada La Española. En la siguiente tabla se encuentran los resultados del cálculo de los subíndices y resultado del ICA-IDEAM para las estaciones de la quebrada La Española (Tabla 67)

Tabla 67. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Española

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msn	Altitud	Temperatura del agua °C	pH	Conductividad eléctrica µs/c	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno %	Demanda química de oxígeno mg/L	Sólidos suspendidos totales mg/L	Nitrogeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA					ICA-IDEAM	
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA
26	Quebrada La Española	QLaEspañola1	1624	18,00	7,40	137,00	7,20	93,15008	2,00	10,00	4,00	0,050	80	0,1584	0,1683	0,1547	0,1018	0,1500	0,0255	0,7587	Aceptable
		QLaEspañola2	1412	20,00	7,53	138,00	6,40	84,12349	2,00	10,00	4,00	0,050	80	0,1430	0,1683	0,1547	0,1012	0,1500	0,0255	0,7427	Aceptable

En la siguiente figura (Figura 27), muestra que la estación QLaEspañola1 (E1) obtuvo un valor de 0,7587, presentando un leve descenso en la estación QLaEspañola2 (E2), donde se obtuvo un valor de ICA de 0,742, concluyendo que la concentración de oxígeno disuelto el cual fue de 6,40 mgO<sub>2</sub>/L influyo el valor del subíndice del % de saturación de oxígeno.

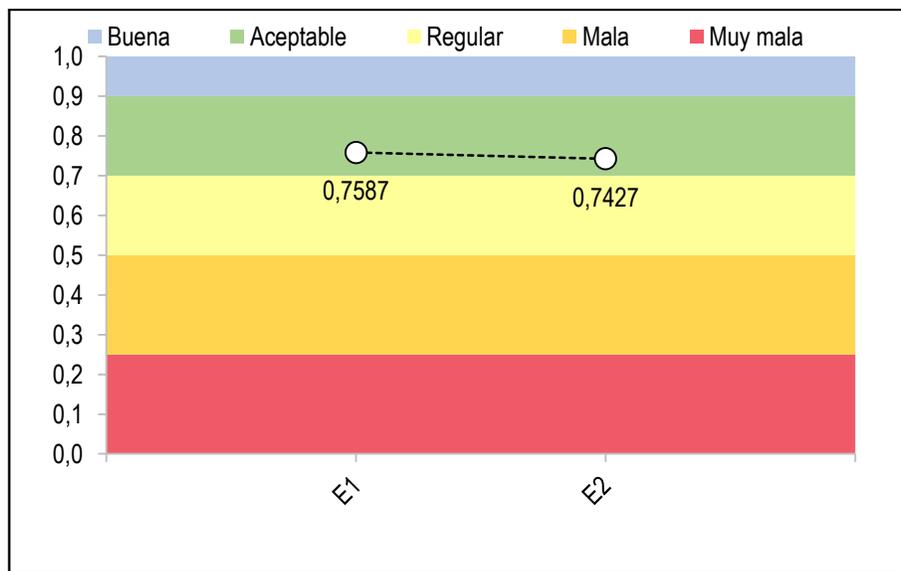


Figura 27. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Española

#### 4.1.12.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada La Española

Se comparó los valores obtenidos en campo y en laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual define los usos para preservación de flora y fauna, uso agrícola sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario y uso industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre para el tramo veintiséis (26), evidenciando que la estación QLEspañola1 cumple con los valores permisibles en la totalidad de los parámetros. Para el caso de la estación QLEspañola2 se cumple con los valores límites establecidos en la Resolución a excepción del parámetro de oxígeno disuelto que se encuentra por debajo de la concentración límite definido (Tabla 68).

Tabla 68. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Española

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada La Española (tramo26)		
		QLEspañola1	QLEspañola2	
pH	pH (UpH)	7,40	7,53	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,01720	0,100	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,655	<0,580	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada La Española (tramo26)		
		QLEspañola1	QLEspañola2	
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	829,70	2.836,00	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	44,10	233,40	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,20	6,40*	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.13. Unidad hidrográfica quebrada La Siberia

La quebrada La Siberia nace en la vereda Siberia Alta ubicada en el municipio de Córdoba, a una altura de 1803 m.s.n.m. y desemboca sobre la quebrada El Jardín a una altura 1174 m.s.n.m. (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo con objetivo de calidad dentro de la fuente superficial (Tramo 27) según la Resolución CRQ 1736 de 2020 está comprendido aguas arriba del casco urbano de Córdoba en las coordenadas latitud 977306,72 y longitud 1154056,48 (Magna SIRGAS Oeste) hasta la confluencia con la quebrada el Jardín entre las coordenadas latitud 979122,16 y longitud 1153808,86 (Magna SIRGAS Oeste). En la Figura 28 se presenta la ubicación de las dos estaciones de monitoreo de calidad del tramo veintisiete (27) quebrada La Siberia.

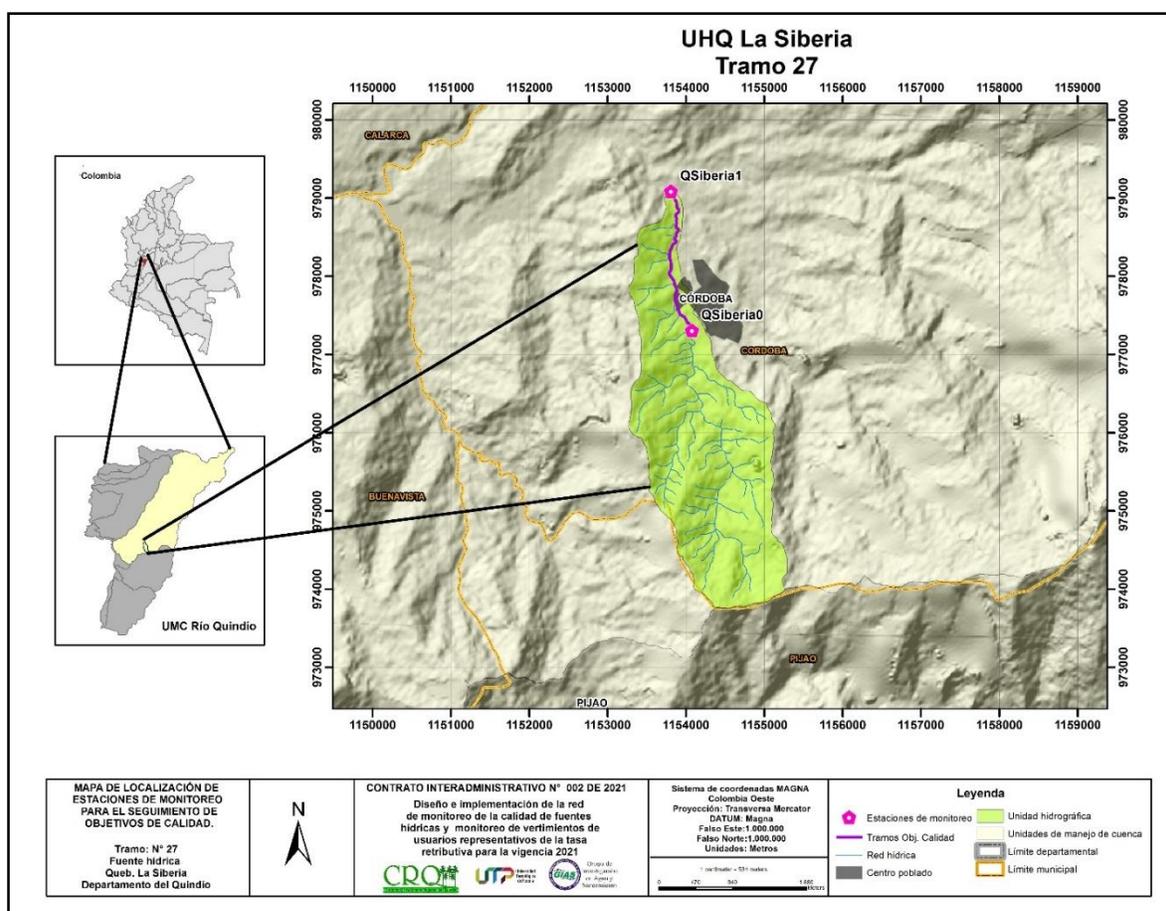


Figura 28. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad Quebrada La Siberia

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó jueves 07 de diciembre de 2021. En la Tabla 69 se presenta en detalle la localización de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y sitio de muestreo.

Tabla 69. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Siberia

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
27	Quebrada Siberia	QSiberia0	Inicio del tramo	Córdoba	Siberia Baja	-75,689679	4,389713	07/12/2021
		QSiberia1	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada El Jardín	Córdoba	Travesías	-75,691864	4,405806	

#### 4.1.13.1. Ensayos *in-situ* quebrada La Siberia

De acuerdo con la información tomada en campo, entre las estaciones QSiberia0 y QSiberia1 se observa un incremento en el caudal, sin diferencias significativas. Para los valores registrados de pH, se observó que están por encima 7,00 UpH, presentando un leve aumento de una estación a otra. La conductividad eléctrica encontrada no tuvo variaciones significativas entre las estaciones de monitoreo, teniendo una variación de 11  $\mu\text{S/cm}$  entre las dos estaciones. Los resultados de los ensayos realizados en campo (*in situ*) para cada una de las estaciones de la quebrada La Siberia se muestran a continuación (ver Tabla 70):

Tabla 70. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Siberia

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QSiberia0	7,21	147,00	20,00	0,359
QSiberia1	7,86	158,00	21,00	0,387

#### 4.1.13.2. Resultado ensayos de laboratorio quebrada La Siberia

Las concentraciones de  $\text{DBO}_5$  y DQO en ambas estaciones de monitoreo se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método empleado para su para determinación. En la Tabla 71 se pueden observar los reportes de todos los ensayos en las dos (2) estaciones de monitoreo.

Los valores de nitritos y nitratos tienden aumentar sus concentraciones, pero el incremento no presenta variación significativa de una estación a otra. De igual manera, los coliformes fecales tienen una tendencia a aumentar su concentración entre las estaciones, sin embargo, la concentración de los coliformes totales disminuye entre las estaciones. En cuanto a los valores reportados para los metales (plomo, mercurio, níquel y cromo), SST, G&A, fósforo total y nitrógeno amoniacal y total se encuentran debajo del valor límite de cuantificación del método para ambas estaciones (Tabla 71).

Tabla 71. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Siberia

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Siberia (27)	
			QSiberia0	QSiberia1
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,549±0,02	0,595±0,02
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0218 ±0,002	0,0278 ±0,002
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580 ±0,0197	<0,580 ±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Coliformes totales	NMP/100 mL	4.160,00	3.681,00
ANASCOL USA	Coliformes fecales	NMP/100 mL	126,70	330,00
	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,00	6,80

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.13.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada La Siberia

El análisis de la información obtenida para la campaña de monitoreo 2021, permitió realizar el cálculo del índice ICA – IDEAM, obteniéndose una clasificación para el tramo monitoreado de “Aceptable” para ambas estaciones. En las estaciones QSiberia0 (E1) y QSiberia1 (E2) el valor obtenido fue de 0,7519 y 0,7407 respectivamente.

Tabla 72. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Siberia

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	T/PPT	Subíndices ICA						ICA-IDEAM	Clasificación	
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NTPPT</sub>			ICA
27	Quebrada La Siberia	QSiberia0	1511		20,00	7,21	147,00	7,00	93,1160	2,00	10,00	4,00	0,050	80	0,1547	0,1583	0,1683	0,1547	0,0951	0,1500	0,0255	0,7519	Acceptable
		QSiberia1	1393		21,00	7,86	158,00	6,80	90,9987	2,00	10,00	4,00	0,050	80	0,1547	0,1683	0,1683	0,1547	0,0875	0,1500	0,0255	0,7407	Acceptable

En la siguiente figura se puede observar una leve tendencia a disminuir, lo cual refleja que los usuarios directos o descargas de tributarios contaminados no son representativos para llegar afectar la calidad fisicoquímica del agua en el tramo analizado (Figura 29).

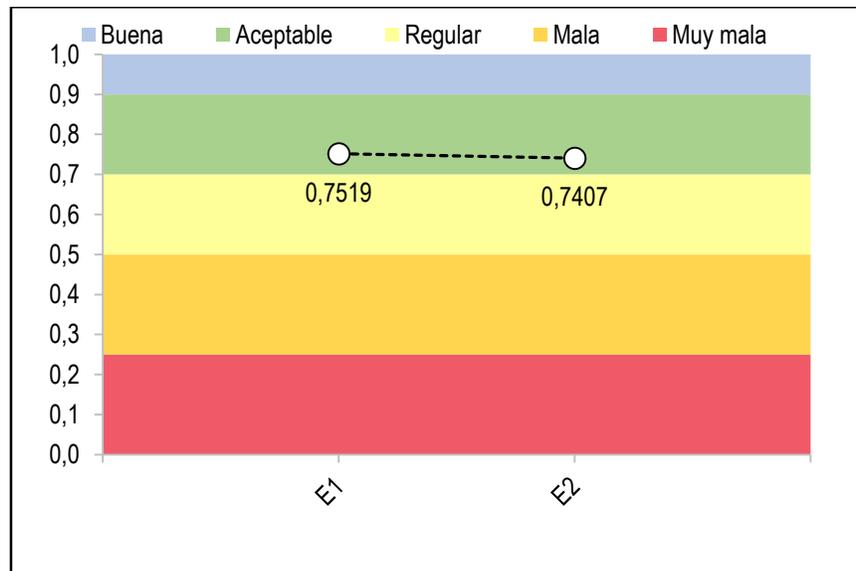


Figura 29. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Siberia

#### 4.1.13.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada La Siberia

Teniendo en cuenta los resultados en campo y en laboratorio, se realiza una comparación con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, allí se establecen usos correspondientes al consumo humano y doméstico (desinfección y tratamiento convencional), usos agrícolas con restricciones y uso recreativo con contacto primario para el tramo veintisiete (27), como resultado, se denota un total cumplimiento de los valores permisibles establecidos para este tramo (Tabla 73).

Tabla 73. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Siberia

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Siberia (tramo27)		
		QSiberia0	QSiberia1	
pH	pH (UpH)	7,21	7,86	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<20,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<25,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00	<30,00
Grasas & Aceites (G&A) *	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,549	0,595	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,02180	0,02780	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,580	0,580	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	4.160,00	3.681,00	<35.000,00
Coliformes fecales	NMP/100 mL	126,70	330,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,00	6,80	>5,00

\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.14. Unidad hidrográfica quebrada El Mudo

Localizada al noroeste del municipio de Salento. Su cauce principal nace a una altura de 2033 m.s.n.m. (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020 en la quebrada El Mudo (tramo 34), está comprendida desde aguas arriba del casco urbano entre las coordenadas latitud 1004838,59 y longitud 1167677,34 hasta la confluencia con el río Boquerón con coordenadas latitud 1003569,99 y longitud 1167224,83 (Magna SIRGAS Oeste). En la Figura 30 se puede observar la ubicación de las dos estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad del tramo con objetivo de calidad.

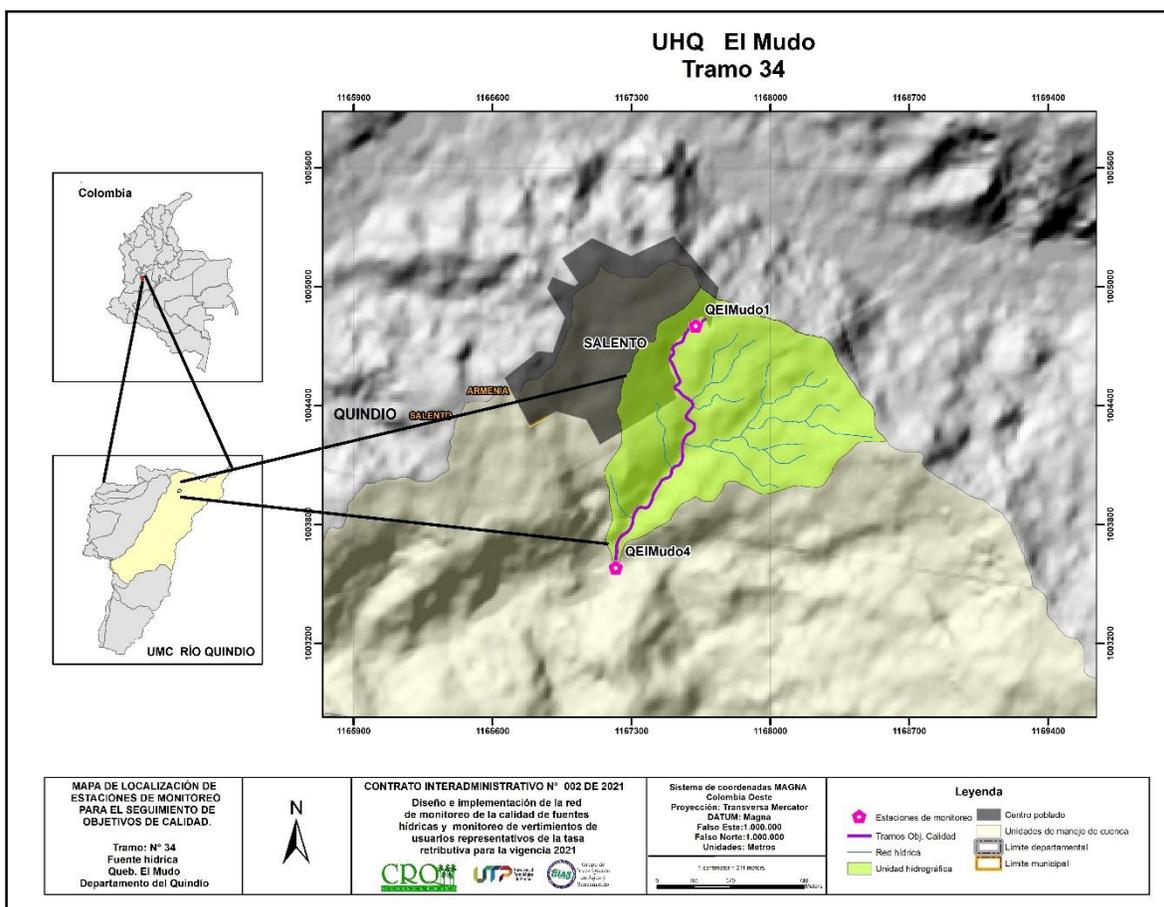


Figura 30. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada El Mudo

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 16 de diciembre de 2021. En la Tabla 74 se presenta en detalle las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y la fecha de recolección de las muestras.

Tabla 74. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada El Mudo

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
34	Quebrada El Mudo	QEIMudo1	Inicio del tramo	Salento	La Playa	-75,566964	4,638042	16/12/2021
		QEIMudo4	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Boquerón	Salento	Boquerón	-75,570614	4,627008	

#### 4.1.14.1. Ensayos *in-situ* quebrada El Mudo

El pH registrado para la estación QEIMudo1 fue de 5,90 UpH, con tendencia a ácido, presentando un aumento del valor del pH en la siguiente estación. Para el ensayo de conductividad eléctrica tiene una tendencia a disminuir, sin variaciones significativas entre las estaciones de monitoreo. Se observa un aumento en el caudal entre la estación QEIMudo1 y QEIMudo4, el cual puede estar asociado principalmente a los tributarios que se están presentando en el trayecto del tramo. Los resultados de los ensayos realizados en campo (*in situ*) para cada una de las estaciones de la quebrada El Mudo se muestran a continuación (Tabla 75):

Tabla 75. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada El Mudo

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QEIMudo1	5,90	95,00	19,60	0,000105
QEIMudo4	7,50	89,00	16,00	0,047

#### 4.1.14.2. Resultado ensayos de laboratorio quebrada El Mudo

Las concentraciones de  $\text{DBO}_5$  y DQO en la estación QEIMudo1, se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método empleado para su determinación. Con respecto al ensayo de  $\text{DBO}_5$  para la estación QEIMudo2, se puede evidenciar un aumento en la concentración presentando un valor de 2,0 mg  $\text{O}_2/\text{L}$  (Tabla 76).

Los valores de nitritos y nitratos tienden a aumentar sus concentraciones, pero el incremento no presenta variación significativa de una estación a otra. Los coliformes fecales y totales tienen una tendencia a disminuir su concentración entre las estaciones. En cuanto a los valores reportados para los metales (plomo, mercurio, níquel y cromo), SST, G&A y nitrógeno amoniacal y total se encuentran debajo del valor límite de cuantificación del método para ambas estaciones (Tabla 76).

Tabla 76. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada El Mudo

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada El Mudo (tramo 34)	
			QEIMudo1	QEIMudo4
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98±0,05	2,00±0,05
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50±1,54	<13,50±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<3,00±0,13	<3,00±0,13
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00±0,44	<10,00±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	1,58±0,05
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,0050	0,118±0,03
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58±0,0197	<0,58±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	<0,03±0,001	0,11±0,004
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06	<0,001±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40	6,10
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	5.099,00	435,20
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	76,30	17,50

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.14.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada El Mudo

El análisis de la información obtenida para la campaña de monitoreo 2021, permitió realizar el cálculo del índice ICA – IDEAM, obteniéndose una clasificación para el tramo monitoreado de “Aceptable” para las dos (2) estaciones de la quebrada El Mudo. En la siguiente tabla se puede observar los resultados de los cálculos de los índices de calidad (Tabla 77).

Tabla 77. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada El Mudo

Tramo		Corriente hídrica		Estación		Subíndices ICA										ICA-IDEAM							
34	Quebrada El Mudo	QEIMudo4	QEIMudo1	msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
				°C	UpH	µs/cm	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NA	I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación	
				1830	2013	16,00	5,90	89,00	6,40	77,5089	13,50	3,00	4,00	0,11	36	0,1318	0,1700	0,1547	0,1317	0,1500	0,0255	0,7637	Acceptable
																0,1525	0,1700	0,1547	0,1283	0,0848	0,0255	0,7157	Acceptable

En la Figura 31 se puede observar que para la estación QEIMudo1 (E1) el valor del ICA es menor al calculado para la estación QEIMudo4 (E2). De acuerdo con lo anterior, se evidencia una mejora en la calidad fisicoquímica en el tramo evaluado antes de su confluencia con el río Boquerón, después de recibir los vertimientos del casco urbano del municipio de Salento.

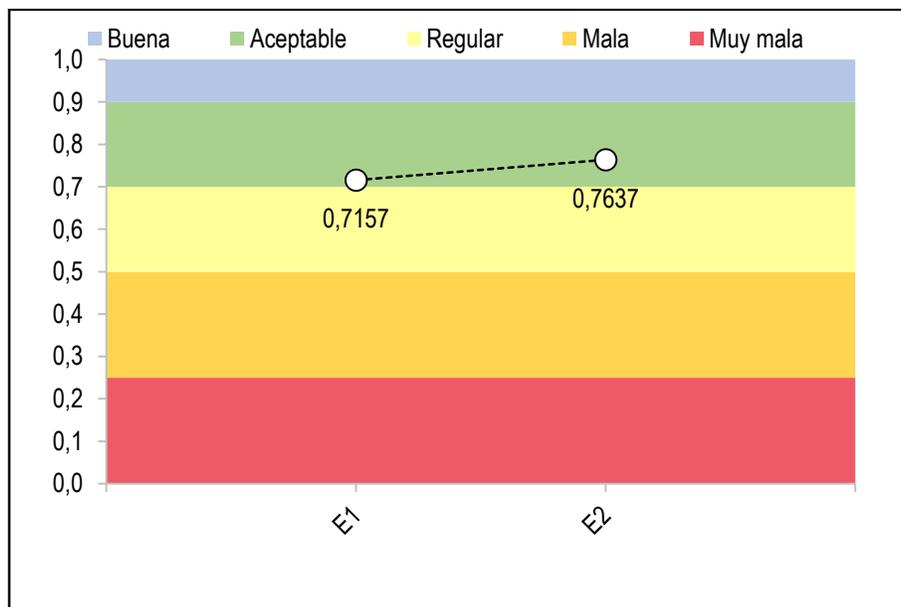


Figura 31. Resultado ICA-IDEAM quebrada El Mudo

#### 4.1.14.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada El Mudo

A partir de la información obtenida en el monitoreo de calidad año 2021, se realizó la comparación de las concentraciones de los parámetros con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual define el uso del tramo treinta y cuatro (34) para navegación y transporte acuático. En la siguiente tabla (Tabla 78) se muestra que las concentraciones reportadas están dentro de los valores límites permisibles para todos los parámetros en las estaciones QEIMudo1 y QEIMudo4.

Tabla 78. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada El Mudo

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada El Mudo (tramo34)		
		QEIMudo1	QEIMudo4	
pH	pH (UpH)	5,90	7,50	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	2,00	<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	<13,50	<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<3,00	<3,00	<50,00
Grasas & Aceites (G&A) *	mg/L	<10,00	<10,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	1,580	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005	0,118	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580	<0,580	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada El Mudo (tramo34)		
		QEIMudo1	QEIMudo4	
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,03	0,11	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	5.099,00	435,20	<50.000,00
Coliformes fecales	NMP/100 mL	76,30	17,50	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40	6,10	>5,00

\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.15. Unidad hidrográfica quebrada La Calzada

La quebrada La Calzada nace al oeste en la cabecera municipal de Salento a los 2000 m.s.n.m. (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020 en la quebrada La Calzada (tramo 35), está comprendida desde el casco urbano de Salento en las coordenadas latitud 1004746,99 y longitud 1167046,31 hasta la confluencia con el río Boquerón con coordenadas latitud 1003618,20 y longitud 1167101,80 (Magna SIRGAS Oeste). En la Figura 32 se puede observar la ubicación geográfica de la estación de monitoreo para la evaluación del tramo con objetivo de calidad.

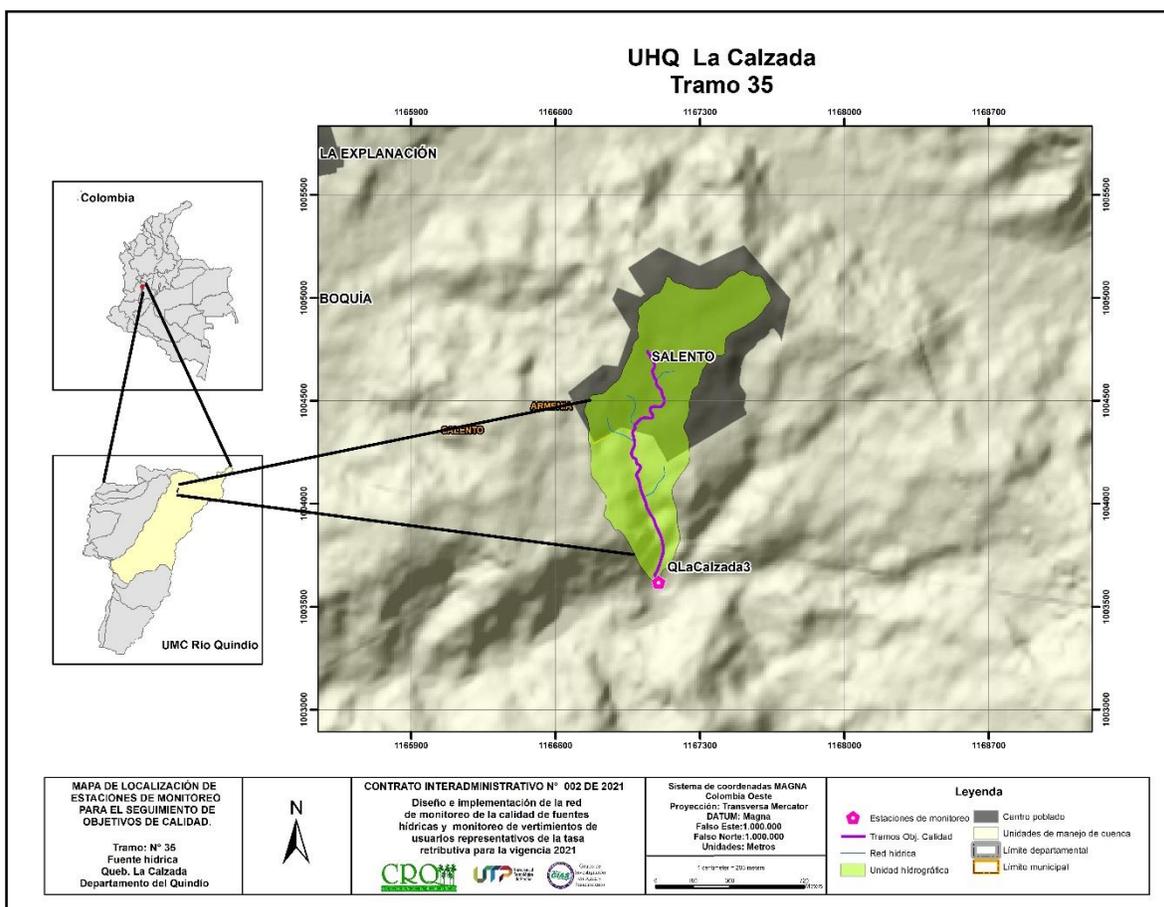


Figura 32. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Calzada

El tramo treinta y cinco (35) de la quebrada La Calzada cuenta con una estación de monitoreo para la evaluación de la calidad de la quebrada. La toma de muestra se realizó el día 16 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla se presenta en detalle la localización y sitio de muestreo de las estaciones de monitoreo (Tabla 79).

Tabla 79. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Calzada

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
35	Quebrada La Calzada	QLaCalzada3	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Boquerón	Salento	Boquerón	-75,571715	4,627325	16/12/2021

#### 4.1.15.1. Ensayos *in-situ* quebrada La Calzada

La quebrada La Calzada registró un pH neutro con valores por encima de 7,00 UpH y con una conductividad eléctrica de 273  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , los altos valores de conductividad eléctrica encontrados en la estación antes de la desembocadura al río Boquerón pueden estar relacionados con los aportes de aguas residuales domésticas aportando materia orgánica a la corriente hídrica. A continuación, se puede observar los resultados de los ensayos realizados en campo para la estación de monitoreo (Tabla 80).

Tabla 80. Ensayos determinados en campo, en la estación de monitoreo de la quebrada La Calzada

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QLaCalzada3	7,74	273,00	19,00	0,042

#### 4.1.15.2. Resultado ensayos de laboratorio quebrada La Calzada

En concordancia con los ensayos realizados en el laboratorio para la quebrada La Calzada, las concentraciones encontradas de  $\text{DBO}_5$  fue de 12,2  $\text{mg O}_2/\text{L}$ , de sólidos suspendidos totales de 6,8  $\text{mg}/\text{L}$  y de DQO fue de 28,3  $\text{mg O}_2/\text{L}$ ; por lo anterior, se puede inferir que las concentraciones altas tienen relación a los vertimientos o descargas residuales presentes en la quebrada. De igual manera, se pudo observar concentraciones significativas fósforo total, nitritos y nitratos, que también puede tener relación los aportes de las aguas residuales a la fuente superficial, contribuyendo así al aumento de la concentración de estos ensayos. Por su parte, las concentraciones reportadas de las grasas y aceites, nitrógeno total y los metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) se encuentran inferiores a los límites de cuantificación del método, representando concentraciones mínimas para su detección. En la Tabla 81 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo, donde también se especifican los laboratorios.

Tabla 81. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Calzada

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados
			Quebrada La Calzada (tramo 35)
			QLaCalzada3
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	12,20±0,28
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	28,30±3,23
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	6,88±0,029
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,633±0,02
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,207±0,06
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,9200±0,04
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,10
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	3.076,00
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	1.203,00

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.15.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada La Calzada

En la Tabla 82 se puede ver el resultado del cálculo del ICA-IDEAM para la campaña de monitoreo de calidad hídrica en la quebrada La Calzada en el año 2021; la fuente superficial antes de su desembocadura al río Boquerón se encuentra en la clasificación de "Regular".

Tabla 82. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Calzada

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA						ICA-IDEAM	
														I <sub>%sat</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
35	Quebrada La Calzada	QLaCalzada3	1821	19,00	7,74	273,00	6,10	82,5238	28,30	6,88	4,00	0,920	4	0,1403	0,1699	0,0867	0,0000	0,1500	0,0255	0,5724	Regular

El deterioro de la calidad de la corriente se presenta por la descarga directa de las aguas residuales que se dan desde el nacimiento de la quebrada en el casco urbano del municipio de Salento. En la Figura 33 se muestra el resultado del índice de calidad para la estación evaluada.

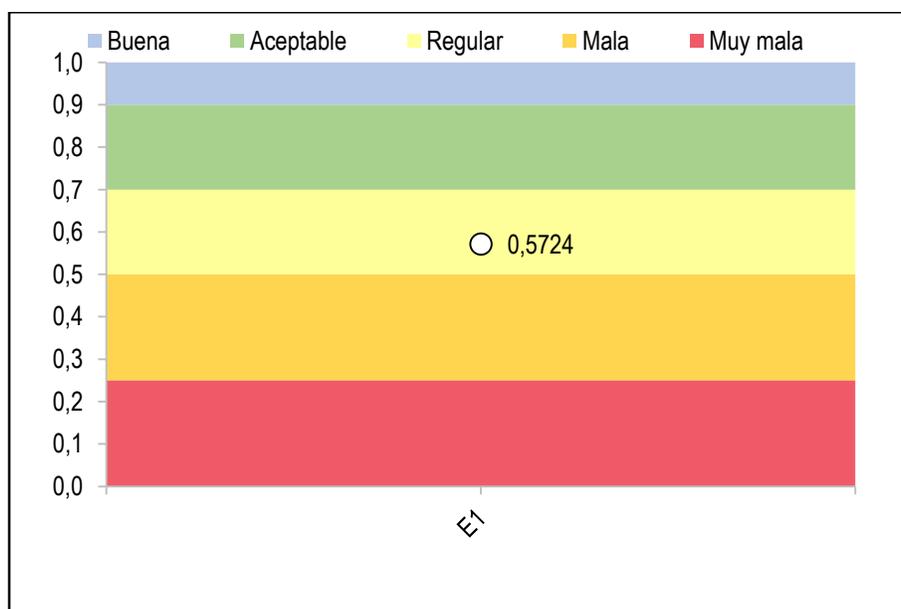


Figura 33. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Calzada

#### 4.1.15.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada La Calzada

A partir de la información hallada en campo y en laboratorio en el monitoreo de calidad 2021, se efectúa una comparación con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, estableciendo el uso para el tramo treinta y cinco (35) para la Navegación y Transporte Acuático, como resultado, se denota un total cumplimiento de los valores permisibles establecidos para este tramo según la Resolución, lo cual se puede apreciar en la siguiente tabla (Tabla 83).

Tabla 83. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Calzada

Parámetro (s)	Unidades	Resultados	
		Quebrada La Calzada (tramo35)	Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		QLaCalzada3	
pH	pH (UpH)	7,74	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	12,20	<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	28,30	<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	6,88	<50,00
Grasas & Aceites (G&A) *	mg/L	<10,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,633	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,207	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,9200	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	3.076,00	<50.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1.203,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,10	>5,00

\*A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.1.16. Unidad hidrográfica río Boquerón

El río Boquerón nace al sur del municipio de Salento en la vereda San Julián (UniTolima y CRQ, 2019a), el tramo con objetivo de calidad dentro de la fuente superficial (Tramo 36) según la Resolución CRQ 1736 de 2020 está comprendido desde aguas arriba de la confluencia de la quebrada El Mudo con las coordenadas latitud 1003602,86 y longitud 1167312,40 (Magna SIRGAS Oeste) hasta la confluencia con el río Navarco con coordenadas latitud 1002827,44 y longitud 1164962,55 (Magna SIRGAS Oeste). En la Figura 34 se muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo para el río Boquerón de igual manera el tramo con objetivo de calidad.

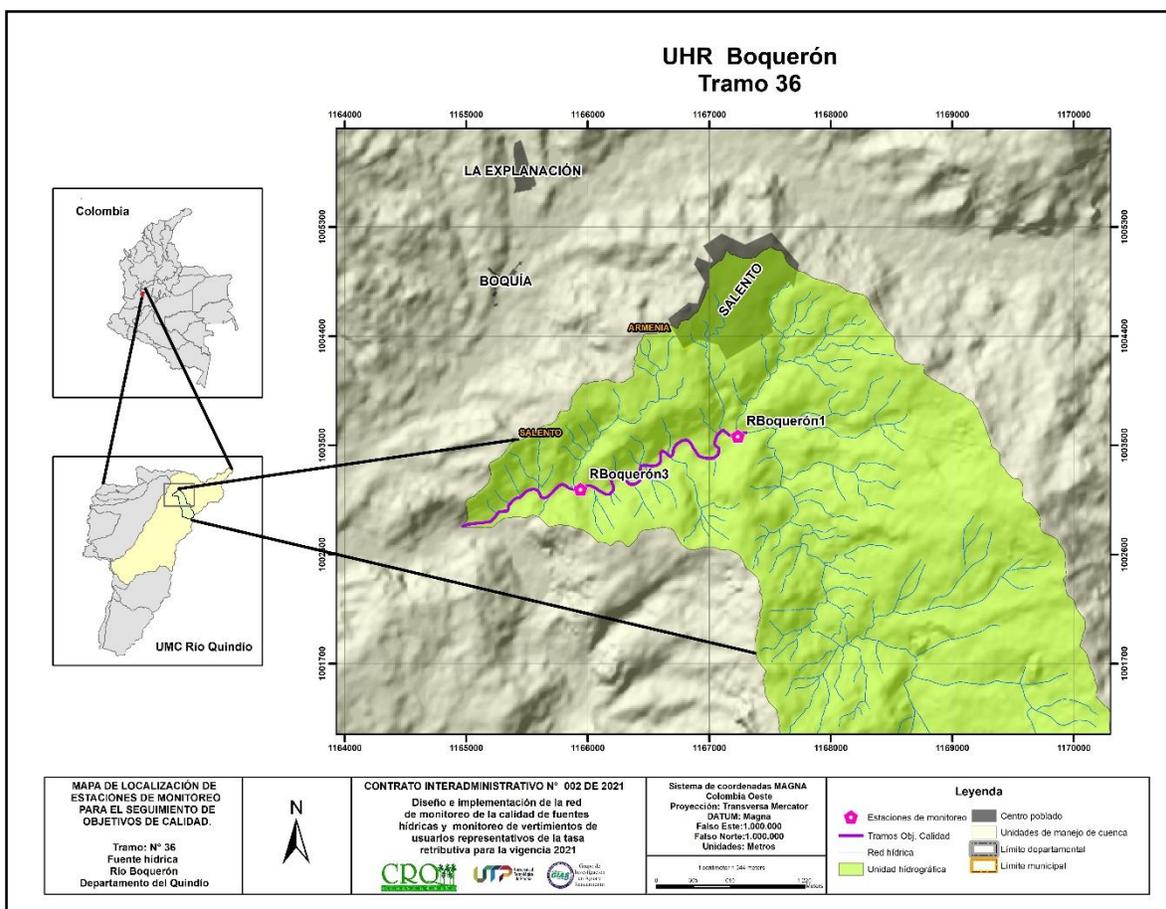


Figura 34. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Boquerón

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 16 de diciembre de 2021. En la Tabla 84 se presenta en detalle el nombre de la estación, las coordenadas de localización de las estaciones y sitio de muestreo.

Tabla 84. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Boquerón

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
36	Río Boquerón	RBoquerón1	Inicio del tramo, antes de la confluencia con la quebrada El Mudo	Salento	Boquerón	-75,570491	4,626928	16/12/2021
		RBoquerón3	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Navarco	Salento	Boquía	-75,582154	4,622989	

#### 4.1.16.1. Ensayos *in-situ* río Boquerón

El pH registrado para las dos estaciones de monitoreo en el río Boquerón está por encima de 6,50 UpH, con una tendencia aumentar su valor entre estas. Para el ensayo de conductividad eléctrica se encontraron valores superiores a 120  $\mu\text{S/cm}$ , teniendo una diferencia de 20  $\mu\text{S/cm}$ , presentando variaciones no significativas entre las estaciones. Se observa un aumento en el caudal entre la estación RBoquerón1 y RBoquerón3, el cual puede estar asociado principalmente a los tributarios, que en este caso serían las quebradas La Calzada y El Mudo, al igual que los vertimientos que se están presentando en el trayecto del tramo (Tabla 85).

Tabla 85. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Boquerón

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
RBoquerón1	6,85	122,00	14,70	1,339
RBoquerón3	7,60	142,00	17,00	2,236

#### 4.1.16.2. Resultado ensayos de laboratorio río Boquerón

En términos de concentración de los ensayos de  $\text{DBO}_5$ , DQO, NT, plomo, mercurio, níquel y cromo reportado por el laboratorio, se encuentra debajo del límite de cuantificación del método empleado para su determinación en ambas estaciones.

Los resultados de los sólidos suspendidos totales para las muestras recolectadas durante la jornada de monitoreo presentan un aumento en su concentración desde la primera estación hasta la segunda estación, donde la estación RBoquerón1 tiene una concentración 17,20 mg/L y la estación RBoquerón3 una

concentración 24,6 mg/L. Este comportamiento debe estar asociado a los vertimientos que ha recibido el río Boquerón del municipio de Salento, mostrando una variabilidad de una estación a otra (Tabla 86).

Para la estación RBoquerón1 obtuvo una concentración de oxígeno disuelto mayor a la estación RBoquerón3, infiriendo que los aportes de los vertimientos del municipio pueden llegar afectar la concentración de OD de la fuente superficial monitoreada. En cuanto al ensayo de los coliformes totales y fecales se puede notar una disminución en las concentraciones entre las estaciones monitoreadas, por lo que posiblemente los tributarios podrían tener un efecto principalmente disolutivo para esta variable.

En los ensayos nitritos y nitratos se observa un aumento en la concentración entre las estaciones, sin embargo, las diferencias no son significativas presentando concentraciones bajas, las cuales no llegan afectar su uso. A continuación, se puede observar los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio para cada una de las estaciones de monitoreo (Tabla 86).

Tabla 86. Resultados de los análisis de laboratorio río Boquerón

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Río Boquerón (tramo 36)	
			RBoquerón1	RBoquerón3
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98±0,05	<1,98±0,05
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50±1,54	<13,50±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	17,20±0,72	24,60±1,03
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00±0,44	<10,00±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	0,884±0,03
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,0050	0,0455±0,012
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580±0,0197	<0,580±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	<0,03±0,001	0,04±0,002
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06	<0,001±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,70	5,10
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	410,60	195,10
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	8,50	8,60

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.1.16.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) río Boquerón

Los resultados obtenidos del ICA-IDEAM para el año 2021 en el tramo treinta y seis (36) del río Boquerón se encuentran en la clasificación de “Aceptable”. A continuación, se presenta la tabla con los cálculos de los subíndices y el ICA-IDEAM para todas las estaciones de monitoreo del río Boquerón (ver Tabla 87).

Tabla 87. Cálculo del ICA-IDEAM río Boquerón

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud msnm	Temperatura del agua °C	pH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno %	Demanda química de oxígeno mg/L	Sólidos suspendidos totales mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA					ICA-IDEAM	Clasificación	
														I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>			I <sub>NT/PT</sub>
36	Río Boquerón	RBoquerón1	1836	14,70	6,85	122,00	6,70	82,7834	13,50	17,20	4,00	0,030	133	0,1407	0,1646	0,1547	0,1116	0,1389	0,0255	0,7361	Aceptable
		RBoquerón3	1749	17,00	7,60	142,00	5,10	65,5755	13,50	24,60	4,00	0,040	100	0,1115	0,1609	0,1547	0,0985	0,1500	0,0255	0,7010	Aceptable

El cálculo del ICA-IDEAM arrojó resultados de 0,7361 para la estación RBoquerón1 (E1) y de 0,7010 para la estación RBoquerón3 (E2) indicando condiciones de calidad “Aceptable” en ambas estaciones. No obstante, se puede observar una disminución de la calidad del agua que se ve reflejado en el valor obtenido del cálculo del índice para la estación RBoquerón3, esto puede estar relacionado a los vertimientos entregados al río Boquerón (Figura 35).

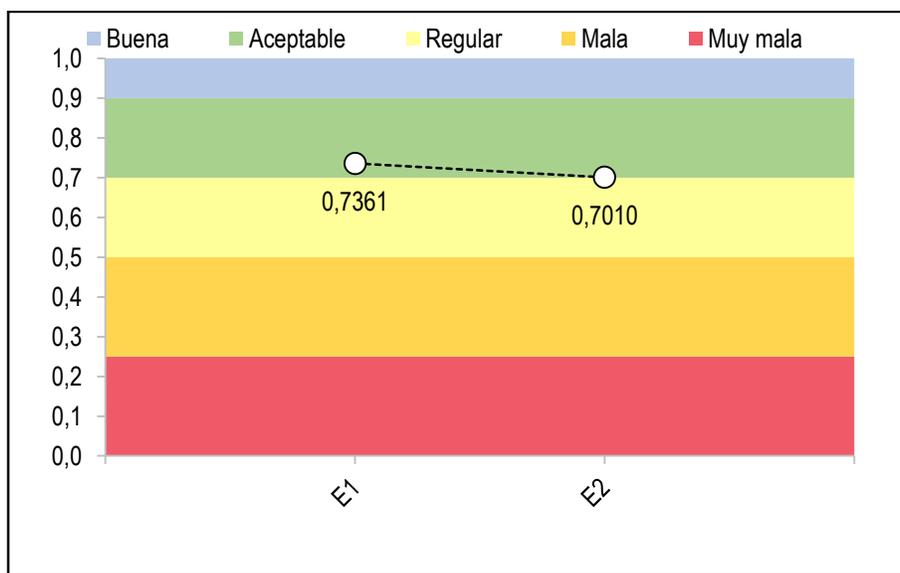


Figura 35. Resultado ICA-IDEAM río Boquerón

#### 4.1.16.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 río Boquerón

A partir de la comparación de los valores obtenidos en campo y en laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual define los usos para consumo humano y doméstico (desinfección y tratamiento convencional), uso agrícola con restricciones y uso recreativo con contacto primario para el tramo treinta y seis (36), se obtiene un cumplimiento total de los valores límites permisibles de todos los parámetros en las estaciones Boquerón1 y R Boquerón4 (Tabla 88).

Tabla 88. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Boquerón

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Río Boquerón (tramo36)		
		RBoquerón1	RBoquerón3	
pH	pH (UpH)	6,85	7,60	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	<1,98	<20,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	<13,50	<25,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	17,20	24,60	<30,00
Grasas & Aceites (G&A) *	mg/L	<10,00	<10,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	0,884	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,0050	0,0455	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580	<0,580	<1,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Río Boquerón (tramo36)		
		RBoquerón1	RBoquerón3	
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,03	0,04	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	410,60	195,10	<35.000,00
Coliformes fecales	NMP/100 mL	8,50	8,60	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,70	5,10	>5,00

\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

## 4.2. Unidad de Manejo de Cuenca-UMC Río Roble

La UMC del Río Roble tiene jurisdicción en los municipios de Circasia, Filandia, Montenegro y Quimbaya definidos en dieciséis (16) corrientes como el río Roble, las quebradas Cajones, Portachuelo, Cristales, Santa Rita, Hojas Anchas, Armenia, La Camelia, Quindos, Cajones (Montenegro), La Tulia, La Jaramilla, La Aldana, Las Yeguas, El Reposo y río Espejo. A continuación, se pueden identificar los tramos con objetivos de Calidad en estas corrientes hídricas y las estaciones analizadas:

### 4.2.1. Unidad hidrográfica Río Roble

El cauce principal del río Roble nace al noreste del municipio de Circasia a los 2137 m.s.n.m. en la vereda El Roble con coordenadas latitud 1008889,55 y longitud 1163816,35 y desemboca sobre el Río La Vieja a 1235 m.s.n.m. al suroeste del municipio de Quimbaya, en la vereda La Española entre las coordenadas latitud 997825,66 y longitud 1134254,87 (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 36 muestra la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo, con los respectivos tramos con objetivos de calidad según la Resolución CRQ 1844 de 2020.

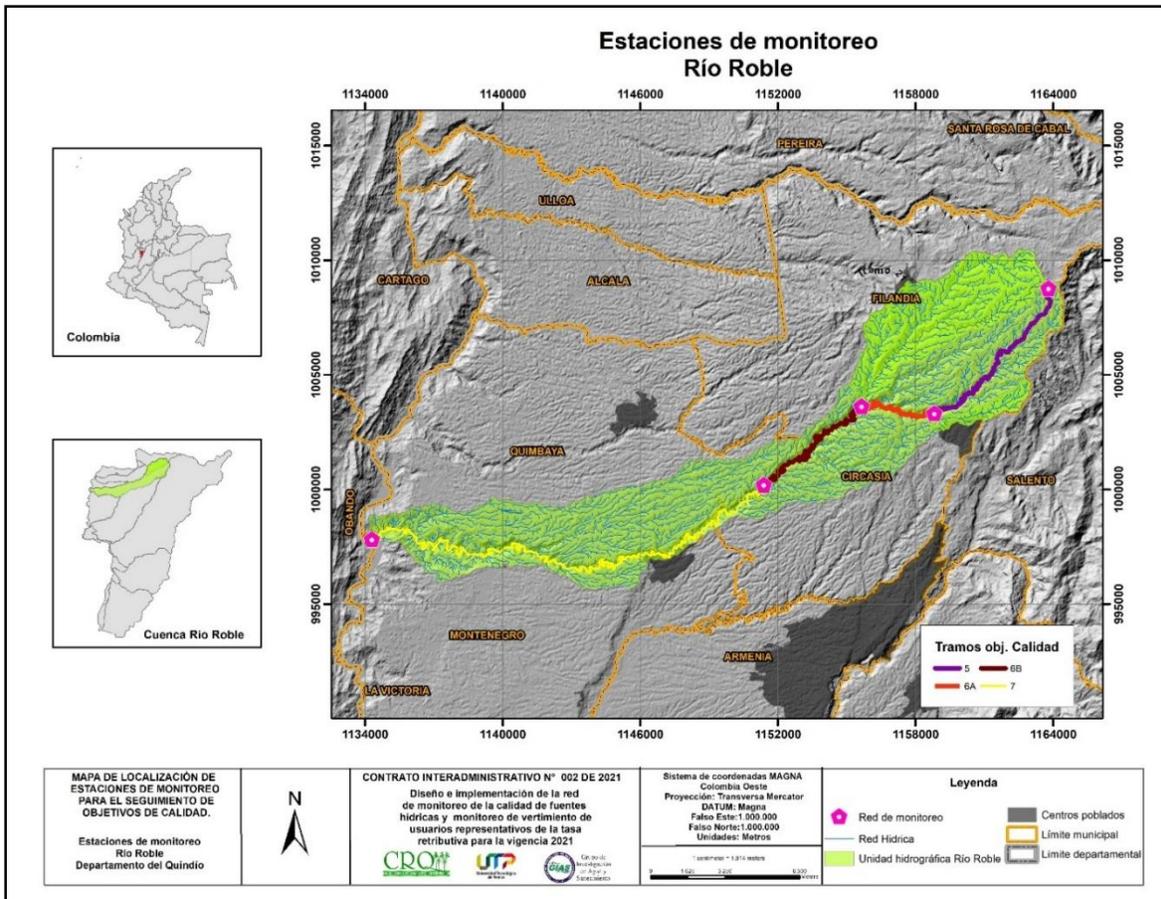


Figura 36. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Roble

La fuente superficial cuenta con cinco (5) estaciones de monitoreo de calidad que permiten evaluar las condiciones iniciales y finales de los tramos que cuentan con objetivos de calidad según la Resolución CRQ 1844 de 2020, las cuales se pueden identificar en la siguiente tabla (Tabla 89).

Tabla 89. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Roble

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
5	Río Roble	RRoble1	Estación antes al inicio del tramo (Nacimiento)	Circasia	El Roble	-75,60139	4,674026	14/12/2021
5		RRoble2	Estación antes de la confluencia con la quebrada Cajones	Circasia	Membrillal	-75,646336	4,624811	
6 <sup>a</sup>		RRoble3	Estación antes de la confluencia con la quebrada Portachuelo	Circasia	La Concha	-75,674717	4,627653	
6b		RRoble4	Estación antes de la bocatoma del municipio de Montenegro	Circasia	Barcelona Baja	-75,713367	4,596794	
7		RRoble5	Estación al final del tramo, antes de la desembocadura del río Roble en el río La Vieja	Quimbaya	La Española	-75,867243	4,57555	

#### 4.2.1.1. Ensayos *in-situ* río Roble

Se presentan los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo del río Roble, donde se observa un aumento del caudal entre las estaciones de monitoreo, lo cual puede estar relacionado a los tributarios que llegan al río. Cabe resaltar que por las condiciones del río en el momento de toma de muestra (aumento en los niveles de agua) no fue posible realizar la medición del caudal en las estaciones de monitoreo ubicadas antes de la bocatoma del municipio de Montenegro y antes de la desembocadura al río La Vieja.

Tabla 90. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Roble

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Temperatura (°C)	Caudal m <sup>3</sup> /s
RRoble1	6,04	28,00	16,00	0,008
RRoble2	6,69	38,00	21,00	1,537
RRoble3	6,71	33,00	21,00	3,179

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
RRoble4	5,48	53,00	21,00	ND*
RRoble5	5,78	76,00	24,00	ND*

\*ND: No determinado

Los valores de pH registrados para las estaciones RRoble2 y RRoble3, son superiores a 6,50 UpH, encontrándose dentro de los rangos aceptables para cuerpos de agua similares. De acuerdo con las estaciones RRoble1, RRoble3 y RRoble4 tuvieron valores de pH de 6,04 UpH, 5,48 UpH y 5,78 UpH respectivamente con tendencia a ácidos. Por lo anterior los valores encontrados de pH en las estaciones E1, E3 y E4 se encuentran por fuera del rango recomendado para un uso destinado al consumo humano según la OMS (2007) (Figura 37).

La disminución del pH en un cuerpo de agua puede estar relacionado a las prácticas agrícolas, que se dan cuando la lixiviación en el suelo elimina contenido de nitratos, como también bicarbonato, cloruros, sulfatos y aniones orgánicos, que en asociación con cationes (calcio, magnesio y potasio), dejan un exceso de iones  $\text{H}^+$  en la superficie del suelo, que luego por escurrimiento son transportados al flujo de agua, influyendo así en la disminución del pH (Beita y Barahona, 2010). Es preciso reconocer que este río entre las estaciones E4 y E5 recibe aproximadamente el 9,3% de los vertimientos de la zona urbana del municipio de Montenegro, así como la quebrada Cajones que, en su parte alta, es sujeto de entrega del 27,1% de los vertimientos domésticos del municipio de Circasia y la quebrada Portachuelo recibe el 81% de los vertimientos domésticos de la zona urbana de Filandia (CRQ, 2015a).

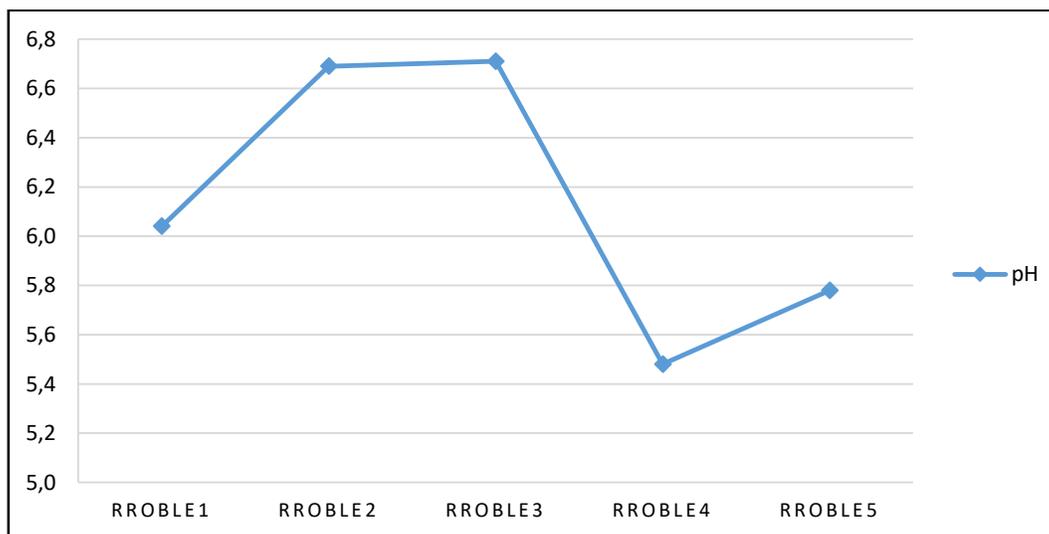


Figura 37. Variación de pH entre las estaciones del río Roble

Con relación a los valores obtenidos de la conductividad eléctrica, estos se encuentran entre 28,00 y 76,00  $\mu\text{S/cm}$ , encontrándose en un rango acorde a las características de la fuente superficial monitoreada. Entre las estaciones, los valores registrados de temperatura muestran una tendencia a aumentar aguas abajo,

presentando mayor temperatura la estación antes de la desembocadura al río La Vieja. Sin embargo, no se evidencia ningún tipo de afectación por factores antropogénicos sobre la temperatura del tramo de la fuente superficial.

#### 4.2.1.2. Resultados ensayos de laboratorio río Roble

A partir de los resultados de los análisis de laboratorio pudimos encontrar que para las concentraciones de DQO, DBO<sub>5</sub> y nitrógeno amoniacal encontradas son inferiores al límite de cuantificación del método, por lo cual se podría inferir que los aportes de las descargas municipales y de los tributarios no tienen un efecto tan marcado sobre estas variables (Tabla 91).

Los valores reportados de los sólidos suspendidos totales para la estación de monitoreo RRoble1 (Nacimiento) es elevado en comparación a las demás estaciones, lo anterior posiblemente esta atribuido a procesos erosivos y la presencia de la cubierta vegetativa que podría generar un incremento de la concentración de esta variable al inicio del tramo. Para las estaciones RRoble2 y RRoble3, disminuye su concentración volviendo a darse un leve aumento de la concentración para la estación antes de la desembocadura al río La Vieja (RRoble5) (Tabla 91).

En cuanto al ensayo del oxígeno disuelto se encontró que para la estación RRoble1 y RRoble2 presentaron una concentración 6,20 mg O<sub>2</sub>/L y 6,10 mg O<sub>2</sub>/L respectivamente, y para las estaciones de monitoreo RRoble3 y RRoble4, tuvieron concentraciones por encima de 7,0 mg O<sub>2</sub>/L. En el caso de la estación del RRoble5 fue la estación con menor concentración de OD con un valor registrado de 5,10 mg O<sub>2</sub>/L.

En el trayecto del río Roble se pudo encontrar concentraciones de coliformes totales y fecales fluctuantes entre la estación RRoble1 y RRoble2 presentan una tendencia a disminuir la concentración de los Coliformes fecales y totales, para a continuación tener un aumento en el ensayo de coliformes totales en las estaciones RRoble3 y RRoble4, esto posiblemente está relacionado con los vertimientos urbanos que se presenta los tramos (6A y 6B). Por otra parte, se puede observar que para la última estación (RRoble5) se presenta una reducción de los coliformes totales, posiblemente por los procesos naturales que se producen en el río que pueden permite la disminución de la concentración de este ensayo (Tabla 91).

Tabla 91. Resultados de los análisis de laboratorio río Roble

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados				
			Río Roble				
			RRoble1	RRoble2	RRoble3	RRoble4	RRoble5
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados				
			Río Roble				
			RRoble1	RRoble2	RRoble3	RRoble4	RRoble5
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	125,00 ±5,25	11,40 ±0,48	8,50±0,36	9,90±0,42	<28,30 ±1,19
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,501 ±0,017
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,00738 ±0,0062	0,00672 ±0,00018	0,00869 ±0,00023	0,00803 ±0,00067	0,00771 ±0,00065
QUIMICO NTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58 ±0,0197	<0,58 ±0,0197	<0,58 ±0,0197	<0,58 ±0,0197	<0,58 ±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
LQA	Fósforo Total	mg P - PO <sub>4</sub> /L	0,04 ±0,002	0,06 ±0,002	0,04 ±0,002	0,05 ±0,002	0,07 ±0,003
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	15.531	41,00	200,00	5.298,00	2.419,60
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	96,00	1,00	1,00	56,90	84,20
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,20	6,10	7,60	7,40	5,10

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.1.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) río Roble

Se realizó el cálculo del ICA-IDEAM para las estaciones de monitoreo ubicadas sobre el río Roble. La estación RRoble3 (E3) presentó el mayor valor (0,8080), encontrándose dentro del rango "Aceptable"; las estaciones RRoble2 (E2) y RRoble4 (E4) también presentaron la misma clasificación. Con relación a las estaciones RRoble1 (E1) y RRoble5 (E5) obtuvieron un menor valor del índice, obteniendo una clasificación de "Regular" (Tabla 92).

Tabla 92 Cálculo del ICA-IDEAM río Roble

Tramo 7		Tramo 6b	Tramo 6a	Tramo 5	Tramo 5	Tramo	
Río Roble						Corriente hídrica	
RRoble5	RRoble4	RRoble3	RRoble2	RRoble1	Estación	Estación	
1014	1377	1510	1661	2128	msnm	Altitud	
24,00	21,00	21,00	21,00	16,00	°C	Temperatura del agua	
5,78	5,48	6,71	6,69	6,04	UpH	pH	
76,00	53,00	33,00	38,00	28,00	µs/cm	Conductividad eléctrica	
5,10	7,40	7,60	6,10	6,20	mg/L	Oxígeno disuelto	
69,1619	98,8370	103,1507	84,3146	81,6644	%	% de Saturación de oxígeno	
13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	mg/L	Demanda química de	
28,30	9,90	8,50	11,40	125,00	mg/L	Sólidos suspendidos totales	
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	mg/L	Nitrógeno total	
0,070	0,050	0,040	0,060	0,040	mg/L	Fósforo total	
57	80	100	67	100	NA	NT/PT	
						Subíndices ICA	
						I <sub>%sat.</sub>	
						I <sub>SST</sub>	
						I <sub>DOO</sub>	
						I <sub>CE</sub>	
						I <sub>pH</sub>	
						I <sub>NT/PT</sub>	
						ICA	
						CALIDAD	
						Regular	Regular
						Acceptable	Acceptable
						Acceptable	Acceptable
						Acceptable	Acceptable
						Regular	Regular

En el caso de las estaciones RRoble1 (E1) y RRoble5 (E5) donde el valor en los ensayos de pH, conductividad eléctrica, SST y porcentaje de saturación de oxígeno varían afectando el índice de calidad ICA-IDEAM. Para este último tramo del río Roble la recepción de tributarios, en especial la quebrada Cajones-Circasia, puede estar afectando su calidad (Figura 38).

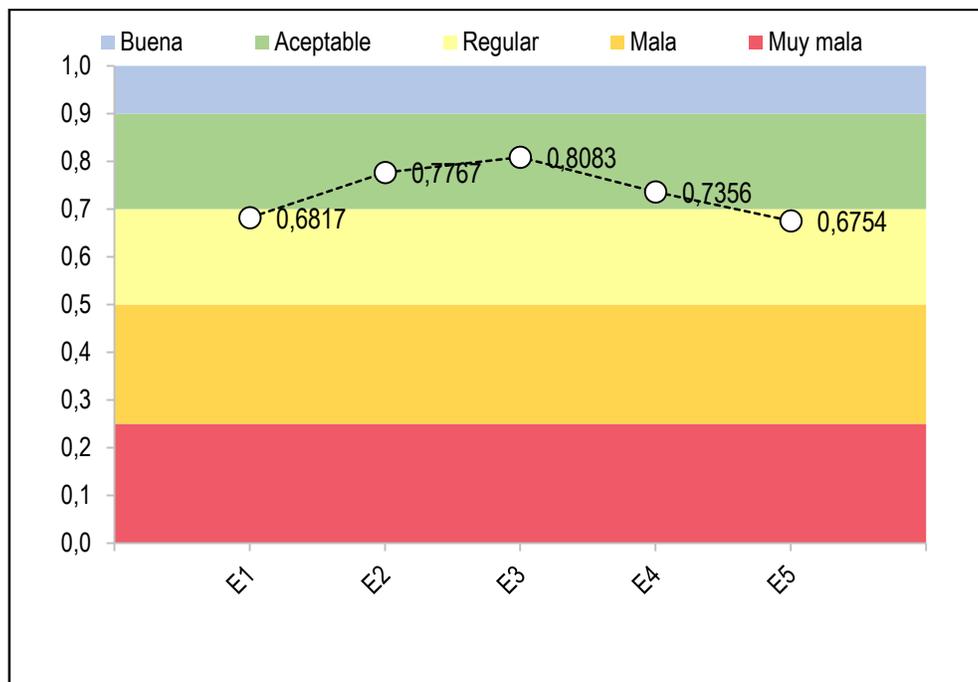


Figura 38. Resultado ICA-IDEAM río Roble

#### 4.2.1.4. Cumplimiento de los objetivos de calidad-Resolución 1844 de 2020 río Roble

En la verificación del cumplimiento de los objetivos de calidad según la Resolución CRQ 1844 de 2020 para el río Roble, se observa que para la estación RRoble1 no se cumplen con los parámetros de pH, sólidos suspendidos totales y coliformes totales, encontrándose por fuera de los rangos establecidos según la Resolución en el corto, mediano y largo plazo, según la categoría de uso correspondiente a las actividades de preservación de flora y fauna, recreativo con contacto secundario, agrícola sin restricciones y pesca.

Para el caso de las estaciones RRoble2 (tramo 5) y RRoble 3 (tramo 6A) los valores obtenidos en todos los parámetros analizados se encuentran dentro de los criterios de calidad fijados para los años 2022, 2025 y 2030, según los usos de preservación de flora y fauna, recreativo con contacto secundario, agrícola sin restricciones y pesca correspondiente al tramo 5, y la categoría de uso asimilación y transporte en el tramo 6A. Se precisa que el parámetro oxígeno disuelto en la estación de la confluencia con la quebrada Portachuelo (RRoble3) no presenta objetivos de calidad definidos y a pesar de ser medido en la corriente no es posible reconocer o no su cumplimiento, no obstante, su valor reportado fue de 7,6 mg O<sub>2</sub>/L para la estación RRoble3.

Con relación a la estación RRoble4 los valores de pH y coliformes fecales reportados no cumplen con los objetivos de calidad determinados en la misma Resolución para los plazos definidos (corto para el año 2022, mediano correspondiente al 2025 y largo al 2030). De otro lado, es importante mencionar que el mismo acto

administrativo identifica para el tramo 6B los usos potenciales asociados a consumo humano y doméstico con solo desinfección, consumo humano y doméstico con tratamiento convencional y agrícola con restricciones.

El tramo 7 tiene establecido una categoría de uso potencial relacionada a asimilación y transporte en los plazos corto y mediano, y uso pecuario, industrial (con restricción especial por parte de CRQ para la actividad de explotación manual de material de construcción y material de arrastre por tratarse de una actividad con contacto secundario y la calidad no lo permite) y estético en el largo plazo. Los valores reportados en los parámetros analizados evidenciaron el cumplimiento de los criterios de calidad establecidos mediante el acto administrativo. Particularmente para el ensayo de oxígeno disuelto no se cuenta con valores de referencia en el corto y mediano plazo, por lo cual no se puede determinar un cumplimiento o incumplimiento del objetivo de calidad.

En la siguiente tabla (Tabla 93) se puede observar los resultados obtenidos en los análisis y los criterios de calidad establecidos por la CRQ en el corto, mediano y largo plazo.

Tabla 93. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1844 de 2020 río Roble

Parámetro (s)	Unidades	Resultados					Resolución 1844 de 2020 objetivos de calidad											
		Río Roble					Tramo 5			Tramo 6A			Tramo 6B			Tramo 7		
		RRoble1 (tramo 5)	RRoble2 (tramo 5)	RRoble3 (tramo 6A)	RRoble4 (tramo 6B)	RRoble5 (tramo 7)	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030
pH	pH (UpH)	6,04**	6,69	6,71	5,48**	5,78	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	5,0-9,0	5,0-9,0	5,0-9,0	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	5,0-9,0*	5,0-9,0*	6,5-9,0*
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	<1,98	<1,98	<1,98	<1,98	<5,0	<5,0	<5,0	<60,0	<60,0	<60,0	<30,0	<30,0	<30,0	<60,0	<60,0	<30,0
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	<13,50	<13,50	<13,50	<13,50	<30,0	<30,0	<30,0	<180,0	<180,0	1<80,0	<90,0	<90,0	<90,0	<180,0	<180,0	<90,0
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	125,0**	11,40	8,50	9,90	28,30	<20,0	<20,0	<20,0	<1.000,0	<1.000,0	<1.000,0	<30,0	<30,0	<30,0	<1.000,0	<1.000,0	<1.000,0

Parámetro (s)	Unidades	Resultados					Resolución 1844 de 2020 objetivos de calidad											
		Río Roble					Tramo 5			Tramo 6A			Tramo 6B			Tramo 7		
		RRoble1 (tramo 5)	RRoble2 (tramo 5)	RRoble3 (tramo 6A)	RRoble4 (tramo 6B)	RRoble5 (tramo 7)	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030
Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,00738	0,00672	0,00869	0,00803	0,00771	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580	<0,58	<0,58	<0,58	<0,58	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<10,0
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,04	0,06	0,04	0,05	0,07	<0,50	<0,50	<0,50	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<0,50	<0,50	<0,50	<10,0	<10,0
Coliformes totales	NMP/100 mL	15.531**	41,0	200,0	5.298**	<2.419,6	<5.000	<5.000	<5.000	<1.000.000	<1.000.000	<1.000.000	<1.000.000	<5.000	<5.000	<5.000	<1.000.000	<1.000.000

Parámetro (s)	Unidades	Resultados					Resolución 1844 de 2020 objetivos de calidad											
		Río Roble					Tramo 5			Tramo 6A			Tramo 6B			Tramo 7		
		RRoble1 (tramo 5)	RRoble2 (tramo 5)	RRoble3 (tramo 6A)	RRoble4 (tramo 6B)	RRoble5 (tramo 7)	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030
Coliformes fecales	NMP/100 mL	96,00	1,00	1,00	56,90	84,20	<1.000	<1.000	<1.000	<200.000	<200.000	<200.000	<1.000	<1.000	<1.000	<200.000	<200.000	<5.000
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,20	6,10	7,60	7,40	5,10	>5,00	>5,00	>5,00	.	.	.	>4,00	>4,00	>4,00	.	.	>2,00

\*pH: El valor más restrictivo para el límite superior de pH en la categoría C, es de 8,5 unidades, correspondiente a su uso industrial y explotación manual de material de construcción y arrastre. Dado que actualmente no se desarrolla esa actividad de manera formal, se considera apropiado definir el límite superior de 9,0 unidades, correspondiente al uso pecuario. En caso de que a futuro se desarrolle de manera formal actividades industriales o de las extracciones anteriormente referidas, se debe restringir el rango de pH de 6,5 a 8,5 unidades. Se prohíbe el uso recreativo con contacto primario en todo el río Roble.

\*\*Concentraciones que se encuentran por encima del valor máximo de referencia según la Resolución CRQ 1844 de 2020

#### 4.2.2. Unidad hidrográfica quebrada Portachuelo

La quebrada Portachuelo nace en el municipio de Filandia a 2132 m.s.n.m. en la vereda Cruces entre las coordenadas latitud 1009336,68 y longitud 1163432,92 y desemboca sobre el río Roble a 1014 m.s.n.m. en la vereda La Concha (Paso de los Aguadeños) con coordenadas latitud 1003609,74 y longitud 1155686,78 (proyección Magna Colombia Oeste EPSG 3115 (UniTolima y CRQ, 2019a)). En la Figura 39 se muestra la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo, con los respectivos tramos con objetivos de calidad según la Resolución CRQ 1844 de 2020 para la quebrada Portachuelo.

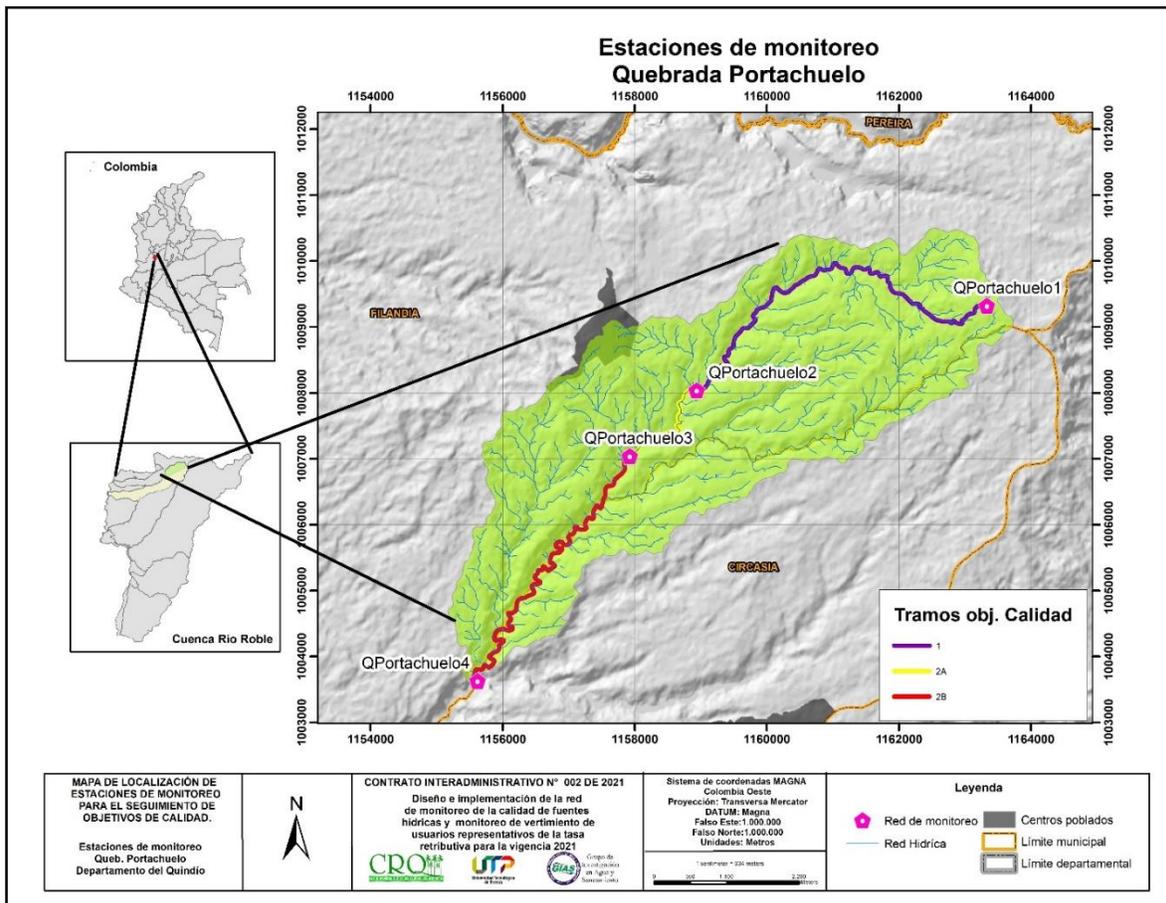


Figura 39. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Portachuelo

En la siguiente tabla (Tabla 94) se muestra las estaciones de monitoreo de la quebrada Portachuelo, georreferenciación y sitio de muestreo, que sirvieron como base para la evaluación de los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1844 de 2020 para la quebrada Portachuelo.

Tabla 94. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Portachuelo

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
1	Quebrada Portachuelo	QPortachuelo1	Estación al inicio del tramo (Nacimiento)	Filandia	Cruces	-75,605572	4,678933	14/12/2021
1		QPortachuelo2	Estación antes de la confluencia de la quebrada Chorro de las Madres	Filandia	Cruces	-75,645169	4,667417	
2a		QPortachuelo3	Estación Antes de la confluencia con la quebrada innominada receptora de vertimientos de Filandia	Filandia	Vergel	-75,654311	4,658422	
2b		QPortachuelo4	Estación al final del tramo, antes de la confluencia con el río Roble	Circasia	La Concha	-75,675131	4,627642	

#### 4.2.2.1. Ensayos *in-situ* quebrada Portachuelo

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo de la quebrada Portachuelo, permitiendo identificar un incremento del caudal entre las estaciones, lo cual se puede relacionar a los tributarios que llegan a la corriente hídrica que contribuye al incremento de su caudal.

Frente al comportamiento del pH en la quebrada Portachuelo, se presentó un aumento paulatino entre las estaciones QPortachuelo1 y QPortachuelo3 presentando valores entre 6,18 a 7,01 UpH respectivamente con una desviación estándar de 0,42 UpH. En la última estación (QPortachuelo4) se da una disminución del pH llegando a un valor 6,41 UpH. La anterior situación, puede ser asociada principalmente a los aportes de los vertimientos que pueden influenciar en la disminución del pH (Tabla 95).

Con respecto a la conductividad eléctrica, el menor valor se midió en la estación QPortachuelo3 (30,00  $\mu\text{S/cm}$ ), mientras el mayor valor fue en la estación QPortachuelo1 (75,00  $\mu\text{S/cm}$ ). Los valores de temperatura

muestran una tendencia a aumentar; este ensayo depende de factores ambientales tales como temperatura ambiente e intensidad de la radiación solar. De acuerdo con lo anterior, no se evidencia ningún tipo de afectación por factores antropogénicos sobre la temperatura del tramo de la fuente superficial (ver Tabla 95).

Tabla 95. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Portachuelo

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QPortachuelo1	6,18	75,00	17,00	0,000425
QPortachuelo2	6,52	28,00	17,00	1,216
QPortachuelo3	7,01	30,00	18,00	1,592
QPortachuelo4	6,41	34,00	21,00	4,586

#### 4.2.2.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Portachuelo

A través de los resultados del laboratorio se pudo encontrar que para los ensayos de DQO y  $\text{DBO}_5$  se obtuvieron valores inferiores al límite de cuantificación del método, por lo cual se podría deducir que los aportes de las descargas municipales no tienen un efecto tan marcado sobre estas variables. Con relación al ensayo de sólidos suspendidos totales (SST), estos presentan una tendencia a incrementar su concentración entre las estaciones, esto podría estar relacionado a los vertimientos presentes en el tramo estudiado que influye en este comportamiento.

En la Tabla 96 se muestra los resultados del muestreo, observando que para la estación de monitoreo QPortachuelo1 presenta concentraciones altas en los ensayos de nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y fósforo total en comparación a las otras estaciones, las cuales presentan una disminución de su concentración, encontrando en algunos casos valores inferiores al límite de cuantificación del método. Esta situación puede estar relacionada a la presencia de agentes nitrogenados que llegan a la fuente superficial por procesos de escorrentía como el fósforo y el nitrógeno. Se debe tener en cuenta que la estación QPortachuelo1 está ubicada dentro de un potrero, donde no hay cobertura boscosa alrededor de la quebrada.

Las concentraciones de coliformes fecales y totales tienden a aumentar entre la estación QPortachuelo1 y QPortachuelo2, esto puede atribuirse a los aportes directos de los vertimientos urbanos del municipio a la quebrada, sin embargo para las estaciones QPortachuelo3 y QPortachuelo4 presentan una disminución en la concentración de los ensayos microbiológicos, lo cual puede estar relacionado a la capacidad de asimilación y autodepuración natural de la quebrada que ayuda a la reducción de la concentración de estos ensayos (Tabla 96).

Entre las estaciones no se evidencia variabilidad en la concentración del oxígeno disuelto, obteniendo valores superiores a  $6,10 \text{ mg O}_2/\text{L}$ , sin embargo, para la última estación (QPortachuelo4) presenta un descenso en la concentración encontrando un valor de  $5,40 \text{ mg O}_2/\text{L}$ , esta situación posiblemente se da debido a la presencia de los vertimientos de usuarios directos presentes en el transcurso del tramo que influye en la concentración del OD (Tabla 96).

Tabla 96. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Portachuelo

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados			
			Quebrada Portachuelo			
			QPortachuelo1	QPortachuelo2	QPortachuelo3	QPortachuelo4
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	6,50 ±0,27	5,50 ±0,23	6,60 ±0,28	7,50 ±0,32
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,689 ±0,023	<0,500	<0,500	<0,500
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0360 ±0,0097	<0,0050	0,00738 ±0,0002	0,00869 ±0,00023
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,690 ±0,0573	<0,580 ±0,0197	<0,580 ±0,0197	<0,580 ±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,08 ±0,003	<0,03 ±0,001	<0,03 ±0,001	<0,03 ±0,001
ANASCOL USA	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40	6,40	6,10	5,40
	Coliformes totales	NMP/100 mL	135,40	547,50	202,90	100,00
ANASCOL S.A.S	Coliformes fecales	NMP/100 mL	9,70	17,10	4,10	1,00

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.2.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Portachuelo

Se estimó el ICA-IDEAM para cuatro (4) estaciones de monitoreo de la quebrada Portachuelo obteniendo valores que se encuentran en la clasificación de "Aceptable". En la siguiente tabla se puede observar el valor del cálculo de los subíndices y valor del ICA para cada una de las estaciones (ver Tabla 97).

Tabla 97. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Portachuelo

Tramo 2b	Tramo 2a	Tramo 1		Tramo
		Quebrada Portachuelo	Quebrada Portachuelo	
QPortachuelo4	QPortachuelo3	QPortachuelo2	QPortachuelo1	Estación
1509	1705	1760	2129	msnm
21,00	18,00	17,00	17,00	Temperatura del agua
6,41	7,01	6,52	6,18	pH
34,00	30,00	28,00	75,00	Conductividad eléctrica
5,40	6,10	6,40	6,40	Oxígeno disuelto
73,2825	79,6941	82,4002	86,1526	% de Saturación de oxígeno
13,50	13,50	13,50	13,50	Demanda química de oxígeno
7,50	6,60	5,50	6,50	Sólidos suspendidos totales
4,00	4,00	4,00	4,00	Nitrógeno total
0,030	0,030	0,030	0,080	Fósforo total
133	133	133	50	NT/PT
0,1246	0,1355	0,1401	0,1465	$I_{\%sat}$
0,1696	0,1700	0,1706	0,1701	$I_{SST}$
0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	$I_{DOO}$
0,1595	0,1611	0,1619	0,1396	$I_{CE}$
0,1105	0,1500	0,1170	0,0981	$I_{pH}$
0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	$I_{NT/PT}$
0,7443	0,7968	0,7698	0,7344	ICA
Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Clasificación

Las estaciones QPortachuelo2 (E2) y QPortachuelo3 (E3) presentan un aumento en el valor del índice en comparación con la primera estación QPortachuelo1 (E1), principalmente se presenta por los valores obtenidos en los parámetros de pH y conductividad eléctrica. En contraste, la última estación de monitoreo QPortachuelo4 (E4) presenta una disminución en el valor del índice; esta estación está ubicada aguas abajo

de la confluencia con la corriente hídrica donde se descarga el alcantarillado del municipio de Filandia, explicando así la disminución en el valor del índice de calidad de agua (Figura 40).

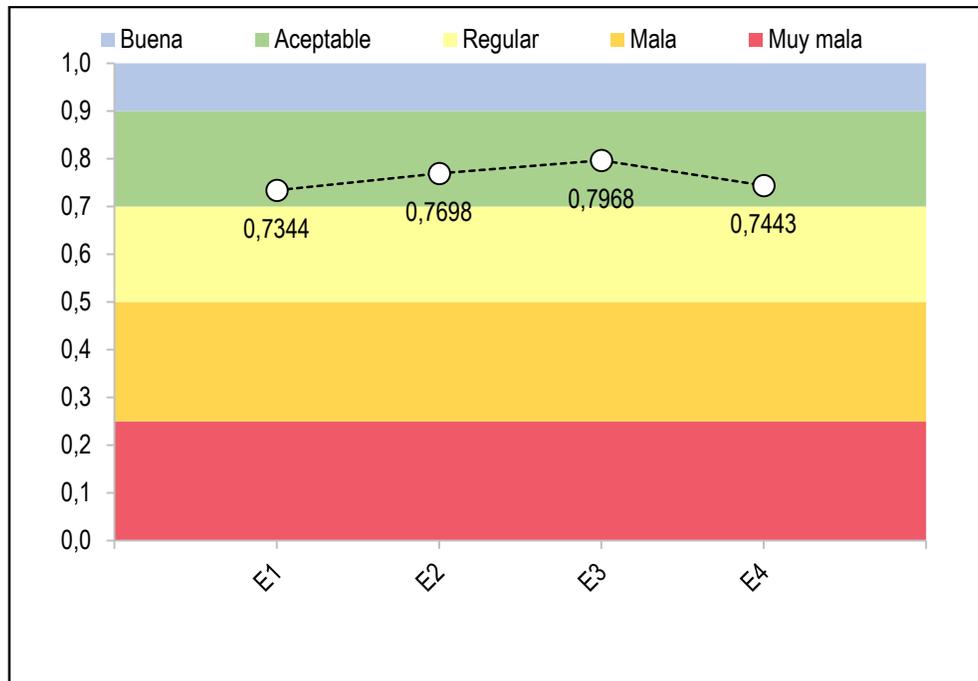


Figura 40. Resultado ICA-IDEAM quebrada Portachuelo

#### 4.2.2.4. Cumplimiento de los objetivos de calidad-Resolución 1844 de 2020 quebrada Portachuelo

Teniendo en cuenta los valores obtenidos en campo y laboratorio del monitoreo de calidad de la quebrada Portachuelo 2021, se realiza la comparación con los valores permisibles establecidos en la Resolución CRQ 1844 de 2020 para el corto plazo correspondiente al año 2022 en la fuente superficial objeto de estudio, y se presentan como referencia los objetivos de calidad en el mediano y largo plazo (ver Tabla 98).

Para el tramo 1 de la quebrada Portachuelo se estableció una categoría de uso asociada a la preservación de fauna y flora, recreativo con contacto secundario, agrícola sin restricciones y pesca, para todos los plazos fijados (años 2022, 2025 y 2030). En relación con los resultados en los ensayos analizados, la estación QPortachuelo2 da cumplimiento a los objetivos de calidad evaluados para el año 2022 e incluso en los valores de referencia para el mediano y largo plazo, de otro lado, la estación QPortachuelo1 no da cumplimiento a los parámetros de pH y nitrógeno amoniacal en todos los plazos establecidos.

Con relación al tramo 2A los resultados del análisis de los ensayos se encuentran dentro los rangos establecidos en la Resolución 1844 de 2020 para la calidad de la corriente hídrica, en el corto, mediano y largo plazo. Dentro de este mismo acto administrativo, se establecen los objetivos de calidad en el corto plazo con respecto al uso potencial de asimilación y transporte, para el mediano plazo se definió el uso

relacionado con el consumo humano y doméstico con solo desinfección, consumo humano y doméstico con tratamiento convencional y agrícola con restricciones; y para el largo plazo, los usos potenciales de preservación de fauna y flora, recreativo con contacto secundario, agrícola sin restricciones y pesca.

En el caso del tramo 2B los resultados de los ensayos analizados cumplen totalmente los rangos establecidos de objetivos de calidad en el corto y mediano plazo, donde los usos potenciales establecidos fueron asimilación y transporte. Para los valores de referencia establecidos en el largo plazo se relacionan con el uso del agua pecuaria, industrial y estético, en donde el valor del pH se encuentra por debajo del rango establecido, no obstante, los demás ensayos darían cumplimiento a los objetivos de calidad.

Tabla 98. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1844 de 2020 quebrada Portachuelo

Parámetro (s)	Unidades	Resultados				Resolución 1844 de 2020 objetivos de calidad								
		Quebrada Portachuelo				Tramo 1			Tramo 2A			Tramo 2B		
		QPortachuelo1 (tramo 1)	QPortachuelo2 (tramo 1)	QPortachuelo3 (tramo 2A)	QPortachuelo4 (tramo 2B)	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030
pH	pH (UpH)	6,18**	6,52	7,01	6,41	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	5,0-9,0	6,5-8,5	6,5-8,5	5,0-9,0	5,0-9,0	6,5-9,0*
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	<1,98	<1,98	<1,98	<5,00	<5,00	<5,00	<60,00	<30,0	<5,00	<60,00	<60,00	<30,0
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	<13,50	<13,50	<13,50	<30,00	<30,00	<30,00	<180,00	<90,0	<30,00	<180,00	<180,00	<90,0
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	6,50	5,50	6,60	7,50	<20,00	<20,00	<20,00	<1.000,00	<30,0	<20,00	<1.000,00	<1.000,00	<1.000,00
Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte

Parámetro (s)	Unidades	Resultados				Resolución 1844 de 2020 objetivos de calidad								
		Quebrada Portachuelo				Tramo 1			Tramo 2A			Tramo 2B		
		QPortachuelo1 (tramo 1)	QPortachuelo2 (tramo 1)	QPortachuelo3 (tramo 2A)	QPortachuelo4 (tramo 2B)	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,689	<0,500	<0,500	<0,500	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0360	<0,0050	0,00738	0,00869	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,690**	<0,580	<0,580	<0,580	<1,00	<1,00	<1,00	<10,00	<1,00	<1,00	<10,00	<10,00	<3,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,08	<0,03	<0,03	<0,03	0,50	0,50	0,50	10,00	0,50	0,50	10,00	10,00	0,50
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40	6,40	6,10	5,40	5,00	5,00	5,00	-	4,00	5,00	-	-	2,00
Coliformes totales	NMP/100 mL	135,40	547,50	202,90	100	5.000	5.000	5.000	1.000.000	5.000	5.000	1.000.000	1.000.000	20.000

Parámetro (s)	Unidades	Resultados				Resolución 1844 de 2020 objetivos de calidad								
		Quebrada Portachuelo				Tramo 1			Tramo 2A			Tramo 2B		
		QPortachuelo1 (tramo 1)	QPortachuelo2 (tramo 1)	QPortachuelo3 (tramo 2A)	QPortachuelo4 (tramo 2B)	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030
		Coliformes fecales	NMP/100 mL	9,70	17,10	4,10	1,00	1.000	1.000	1.000	200.000	1.000	1.000	200.000

\*pH: El valor más restrictivo para el límite superior de pH en la categoría C, es de 8,5 unidades, correspondiente a su uso industrial y explotación manual de material de construcción y arrastre. Dado que actualmente no se desarrolla esa actividad de manera formal, se considera apropiado definir el límite superior de 9,0 unidades, correspondiente al uso pecuario. En caso de que a futuro se desarrolle de manera formal actividades industriales o de las extracciones anteriormente referidas, se debe restringir el rango de pH de 6,5 a 8,5 unidades. Se prohíbe el uso recreativo con contacto primario en todo el río Roble.

\*\* Concentraciones que se encuentran por fuera del valor de referencia según la Resolución CRQ 1844 de 2020

### 4.2.3. Unidad hidrográfica quebrada Cajones (Circasia)

La quebrada Cajones nace al oeste del municipio de Salento en la vereda El Agrado a 1938 m.s.n.m. con coordenadas latitud 1004672,21 y longitud 1162638,63 y desemboca sobre el Río Roble, al noroeste del casco urbano del municipio de Circasia a los 1661 m.s.n.m. en la vereda Membrillal entre las coordenadas latitud 1003297,08 y longitud 1158792,56 (proyección Magna Colombia Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 41 se muestra la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo, con los respectivos tramos con objetivos de calidad según la Resolución CRQ 1844 de 2020 para la quebrada Cajones (Circasia).

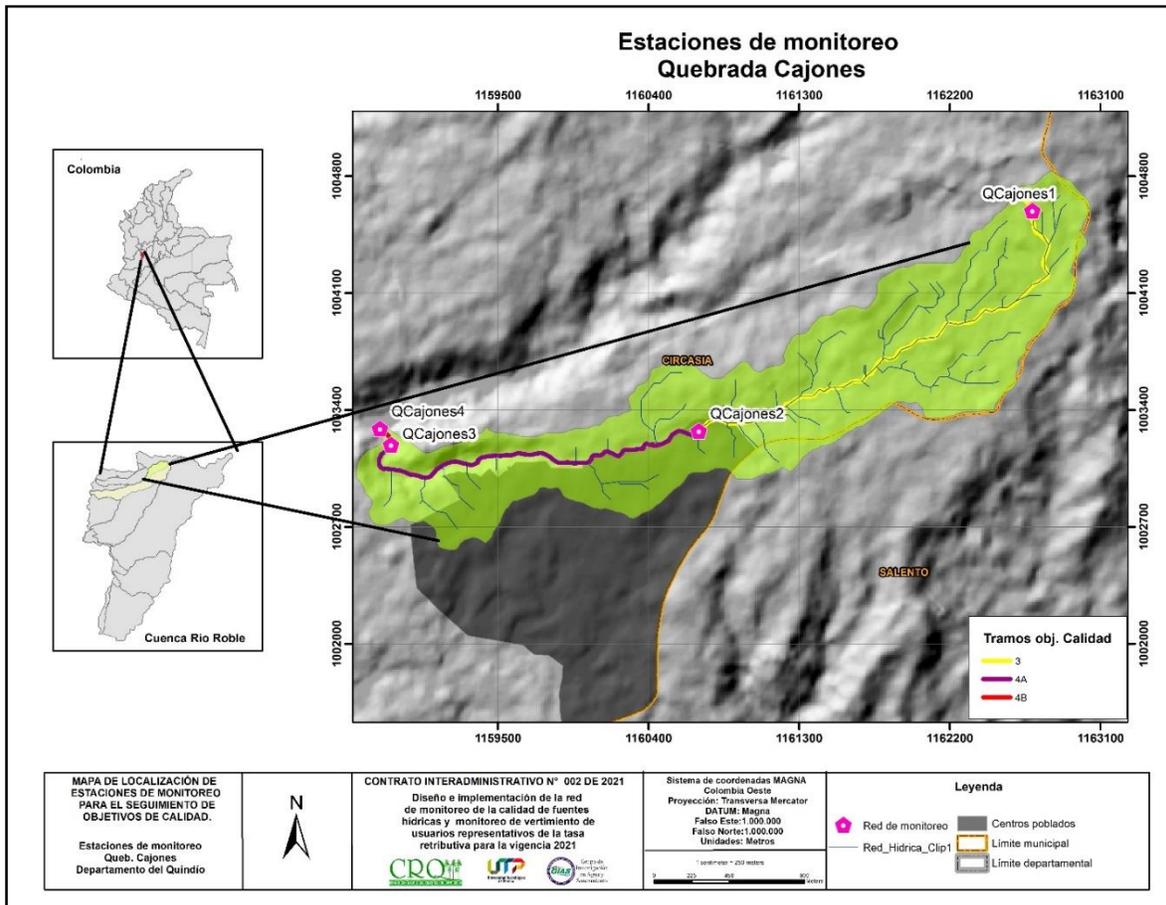


Figura 41. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Cajones (Circasia)

A continuación, se da a conocer las cuatro (4) estaciones de monitoreo que permiten evaluar las condiciones iniciales y finales de los tramos con objetivo de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1844 de 2020 para la quebrada Cajones (Tabla 99).

Tabla 99. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Cajones (Circasia)

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
3	Quebrada Cajones	QCajones1	Nacimiento	Salento	El Agrado	-75,611396	4,636206	01/12/2022
3	Quebrada Cajones	QCajones2	Aguas arriba del inicio del casco urbano de Circasia	Circasia	San Antonio	-75,629372	4,624329	
4a	Quebrada Cajones	QCajones3	Aguas arriba de la descarga municipal QCD_09	Circasia	Barcelona Alta	-75,645946	4,623612	
4b	Quebrada Cajones	QCajones4	Antes de la desembocadura de la quebrada Cajones en el río Roble	Circasia	Membrillal	-75,646537	4,624492	

#### 4.2.3.1. Ensayos *in-situ* quebrada Cajones (Circasia)

A partir de los ensayos *in situ* se puede encontrar que el pH para las estaciones de monitoreo en la quebrada Cajones fue superior a 6,00 UpH, sin variación significativas de una estación a otra. De igual manera, para el ensayo de conductividad eléctrica estuvo dentro del rango de 37 a 112  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con una tendencia aumentar su valor entre las estaciones. Los valores de temperatura aumentan entre las estaciones de monitoreo, sin evidenciar algún tipo de afectación por factores antropogénicos del tramo de la fuente superficial que altere el valor de este ensayo. A continuación, se presentan los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo de la quebrada Cajones, donde también se observa un incremento del caudal entre las estaciones, lo cual puede estar relacionado a los tributarios que llegan a la quebrada (Tabla 100).

Tabla 100. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Cajones (Circasia)

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QCajones1	6,18	37	19,00	0,000583
QCajones2	6,07	52	19,00	0,208
QCajones3	6,23	105	21,00	0,413
QCajones4	6,13	112	20,00	0,511

#### 4.2.3.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Cajones (Circasia)

En la Tabla 101 se puede contemplar las concentraciones de DBO<sub>5</sub> y DQO encontradas en las estaciones de monitoreo QCajones1 y QCajones2, las cuales son inferiores al límite de cuantificación del método empleado para su para determinación. Con respecto a la estación QCajones3 se encontraron concentraciones de 5,0 mg O<sub>2</sub>/L para DBO<sub>5</sub> y 22,40 mg O<sub>2</sub>/L para DQO y para la estación de monitoreo QCajones4 las concentraciones fueron de 18 mg O<sub>2</sub>/L DBO<sub>5</sub> y 52,20 mg O<sub>2</sub>/L para la DQO, observando un aumento en las concentraciones para estas últimas estaciones, lo cual puede ser el reflejo de los vertimientos domésticos entregados por el municipio de Circasia.

Los valores de nitritos, nitratos, nitrógeno total y fósforo total presentan variaciones significativas con tendencia aumentar sus concentraciones de una estación a otra. Por lo anterior, se puede inferir la posibilidad de la presencia de fuentes nitrogenadas dentro de los aportes de la quebrada que contribuyen al incremento en las concentraciones. Con relación al ensayo de nitrógeno amoniacal, la concentración para la estación QCajones1 es alta en comparación a las demás estaciones ubicadas en la misma quebrada, lo anterior puede estar relacionado a la cercanía de la estación a una vía principal y la ubicación dentro de un potrero, que por procesos de escorrentía puedan llegar a incrementar las concentraciones de este ensayo, de igual manera, las aguas con procesos de aireación no favorables tienden a presentar concentraciones de amonio altas (Tabla 101).

Las concentraciones de oxígeno disuelto varían entre las estaciones de monitoreo encontrando valores mínimos de 6,20 mgO<sub>2</sub>/L correspondiente a la estación QCajones4 y valores máximos de 7,2 mgO<sub>2</sub>/L en la estación QCajones2. Con relación a los coliformes fecales tienen una tendencia a aumentar su concentración entre las estaciones QCajones1 y QCajones3, lo cual se puede atribuir a los aportes de los vertimientos urbanos del municipio de Circasia, para luego tener una disminución en su concentración en la última estación (Tabla 101).

Tabla 101. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Cajones (Circasia)

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados			
			Quebrada Cajones			
			QCajones1	QCajones2	QCajones3	QCajones4
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	5,00 ±1,0	18,00 ±2,0
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<20,00	<20,00	22,40 ±1,40	52,20 ±3,26
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	10,00 ±1,0

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados			
			Quebrada Cajones			
			QCajones1	QCajones2	QCajones3	QCajones4
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,6020 ±0,02	0,8560 ±0,03	2,23 ±0,08	1,16 ±0,04
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,011 ±0,001	0,035 ±0,003	0,0205 ±0,002	0,131 ±0,011
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	37,3 ±1,2679	1,17 ±0,04	3,32 ±0,1127	3,00 ±0,102
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	4,03±0,20	<4,00	<4,00	40,70 ±2,04
	Nitrógeno total	mg N/L	4,64±0,50	<4,00	5,50 ±0,830	42,00 ±4,37
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	0,256 ±0,02	0,271 ±0,02
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	84.000	36.300	91.300	80.500
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	35,50	151,50	12.997	920,80
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,25	7,20	6,29	6,23

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.3.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Cajones (Circasia)

Se realizaron las estimaciones del ICA-IDEAM de la quebrada Cajones (Circasia) para cuatro (4) estaciones de monitoreo ubicados en el tramo entre el nacimiento, antes y después del casco urbano del municipio de Circasia, y antes de su desembocadura en el río Roble. A continuación, se muestra la tabla de los resultados del cálculo del ICA-IDEAM para las diferentes estaciones de monitoreo de la quebrada Cajones (Circasia) (ver Tabla 102).

Tabla 102. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Cajones (Circasia)

Tramo 4b		Tramo 4a		Tramo 3		Tramo	
QCajones4		QCajones3		Quebrada Cajones		Corriente hídrica	
QCajones1		QCajones2		QCajones1		Estación	
msnm		msnm		msnm		Altitud	
°C		°C		°C		Temperatura del agua	
UpH		UpH		UpH		pH	
µs/cm		µs/cm		µs/cm		Conductividad eléctrica	
mg/L		mg/L		mg/L		Oxígeno disuelto	
%		%		%		% de Saturación de oxígeno	
mg/L		mg/L		mg/L		Demanda química de	
mg/L		mg/L		mg/L		Sólidos suspendidos totales	
mg/L		mg/L		mg/L		Nitrógeno total	
mg/L		mg/L		mg/L		Fósforo total	
NA		NA		NA		NT/PT	
I <sub>%sat.</sub>		I <sub>%sat.</sub>		I <sub>%sat.</sub>		Subíndices ICA	
I <sub>SS</sub> T		I <sub>SS</sub> T		I <sub>SS</sub> T		I <sub>SS</sub> T	
I <sub>DQO</sub>		I <sub>DQO</sub>		I <sub>DQO</sub>		I <sub>DQO</sub>	
I <sub>CE</sub>		I <sub>CE</sub>		I <sub>CE</sub>		I <sub>CE</sub>	
I <sub>pH</sub>		I <sub>pH</sub>		I <sub>pH</sub>		I <sub>pH</sub>	
I <sub>NT/PT</sub>		I <sub>NT/PT</sub>		I <sub>NT/PT</sub>		I <sub>NT/PT</sub>	
ICA		ICA		ICA		ICA-IDEAM	
CALIDAD		CALIDAD		CALIDAD		CALIDAD	
1661	1799	1932	1932	1932	1932	1932	1932
20,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
6,13	6,07	6,18	6,18	6,18	6,18	6,18	6,18
112,00	52,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00
6,23	7,20	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
84,3871	97,1469	85,6934	85,6934	85,6934	85,6934	85,6934	85,6934
52,20	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
42,00	4,00	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64
0,271	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
155	80	93	93	93	93	93	93
0,1435	0,1651	0,1457	0,1457	0,1457	0,1457	0,1457	0,1457
0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683	0,1683
0,0442	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547
0,1180	0,1514	0,1582	0,1582	0,1582	0,1582	0,1582	0,1582
0,0955	0,0926	0,0981	0,0981	0,0981	0,0981	0,0981	0,0981
0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255
0,5950	0,6856	0,7504	0,7504	0,7504	0,7504	0,7504	0,7504
Regular	Regular	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable

La estación con mayor valor en el índice de calidad fue QCajones2 (E2), con un valor ubicado en la clasificación de "Aceptable". Con respecto a las estaciones QCajones3 (E3) y QCajones4 (E4) los valores del índice se reducen teniendo una clasificación "Regular", observando una influencia por los valores obtenidos en los parámetros de pH, conductividad eléctrica, DQO y porcentaje de saturación de oxígeno, disminuyendo el valor del índice de calidad en la última estación después del vertimiento municipal de Circasia (Figura 42).

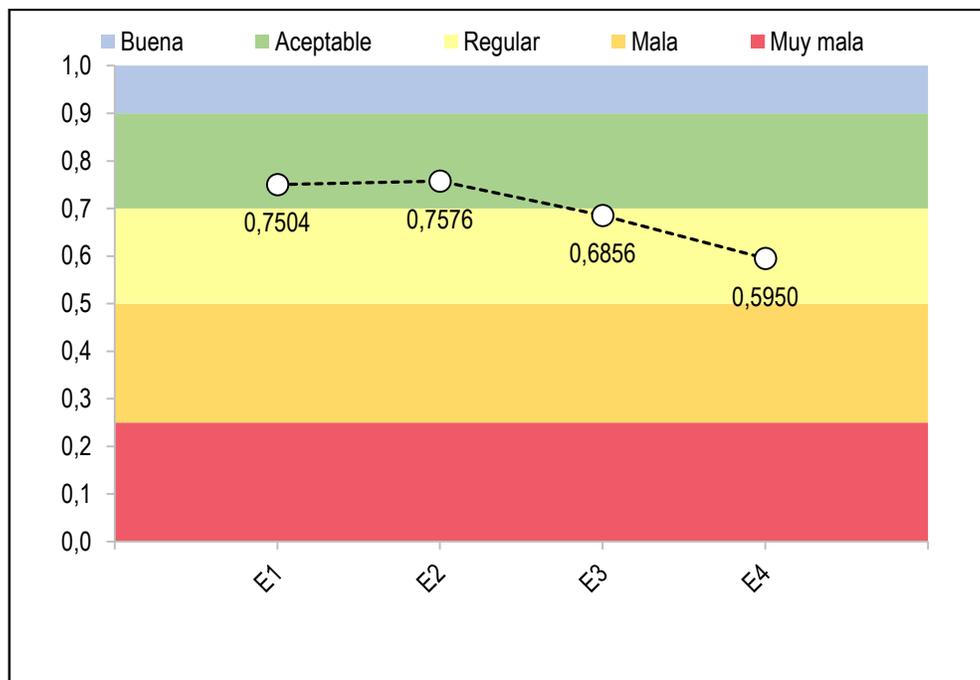


Figura 42. Resultado ICA-IDEAM quebrada Cajones (Circasia)

#### 4.2.3.4. Cumplimiento de los objetivos de calidad-Resolución 1844 de 2020 quebrada Cajones (Circasia)

Para la quebrada Cajones se verificó el cumplimiento de los objetivos de calidad según la Resolución CRQ 1844 de 2020 con los resultados de la campaña de monitoreo realizada el año 2021, donde se evaluó el cumplimiento de los valores de referencia fijados para el corto plazo correspondiente al año 2022, y se comparó con los valores para mediano (2025) y largo (2030) plazo (ver Tabla 103).

En lo relacionado con el tramo 3, las estaciones Qcajones1 y QCajones2 obtuvieron valores en los ensayos de nitrógeno amoniacal y coliformes totales mayores a los valores de referencia tanto para el corto plazo como para el mediano y largo plazo. Es importante mencionar que la categoría de uso identificada para el tramo corresponde a preservación de fauna y flora, recreativo con contacto secundario, agrícola sin restricciones y pesca.

Para el caso del tramo 4A la estación Qcajones3 da cumplimiento a todos los objetivos de calidad en el corto plazo donde se estableció una categoría de uso de asimilación y transporte. No obstante, para los plazos mediano y largo, en donde se adoptó la categoría de uso de preservación de fauna y flora, recreativo con contacto secundario, agrícola sin restricciones y pesca, los resultados obtenidos en la campaña 2021 no darían cumplimiento en los parámetros de pH, nitrógeno amoniacal y coliformes totales.

El tramo 4B en la estación QCajones4 da cumplimiento a los objetivos de calidad en los diferentes plazos fijados en el acto administrativo, en donde se definió una categoría de uso de asimilación y transporte para todos los horizontes de tiempo.

Tabla 103. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1844 de 2020 quebrada Cajones

Parámetro (s)	Unidades	Resultados				Resolución 1844 de 2020 objetivos de calidad								
		Quebrada Cajones				Tramo 3			Tramo 4A			Tramo 4B		
		Qcajones1 (tramo)	Qcajones2 (tramo)	Qcajones3 (tramo)	Qcajones4 (tramo)	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030
pH	pH (UpH)	6,18	6,07	6,23	6,13	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	5,0-9,0	6,5-8,5	6,5-8,5	5,0-9,0	5,0-9,0	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<5,00	18,00	<5,00	<5,00	<5,00	<60,00	<5,00	<5,00	<60,00	<60,00	<60,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<20,00	<20,00	22,40	52,20	<30,00	<30,00	<30,00	<180,00	<30,00	<30,00	<180,00	<180,00	<180,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<20,00	<20,00	<20,00	<1.000,00	<20,00	<20,00	<1.000,00	<1.000,00	<1.000,00
Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,6020	0,8560	2,23	1,16	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,011	0,035	0,0205	0,131	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados				Resolución 1844 de 2020 objetivos de calidad								
		Quebrada Cajones				Tramo 3			Tramo 4A			Tramo 4B		
		Qcajones1 (tramo)	Qcajones2 (tramo)	Qcajones3 (tramo)	Qcajones4 (tramo)	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	37,3*	1,17*	3,32	3,00	<1,00	<1,00	<1,00	<10,00	<1,00	<1,00	<10,00	<10,00	<10,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	4,03	<4,00	<4,00	40,70	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	4,64	<4,00	5,50	42,00	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	0,256	0,271	<0,50	<0,50	<0,50	<10,00	<0,50	<0,50	<10,00	<10,00	<10,00
Coliformes totales	NMP/100 mL	84.000*	36.300*	91.300	80.500	<5.000,00	<5.000,00	<5.000,00	<1.000.000,00	<5.000,00	<5.000,00	<1.000.000,00	<1.000.000,00	<1.000.000,00
Coliformes fecales	NMP/100 mL	35,50	151,50	12.997,0	920,80	1.000,00	1.000,00	1.000,00	200.000,	1.000,00	1.000,00	200.000,	200.000,	200.000,
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,25	7,20	6,29	6,23	>5,00	>5,00	>5,00	-	>5,00	>5,00	-	-	-

\*Concentraciones que se encuentran por fuera del valor de referencia según la Resolución CRQ 1844 de 2020.

#### 4.2.4. Unidad hidrográfica quebrada Cristales

La quebrada Cristales está localizada entre los municipios de Armenia y La Tebaida, su nacimiento está ubicado en el casco urbano de la ciudad de Armenia en las coordenadas Magna SIRGAS Oeste latitud 991414,70 y longitud 1153950,62 (1462 m.s.n.m.), y desemboca en el río La Vieja al suroeste del municipio de La Tebaida en la vereda Pisamal en las coordenadas latitud 979720,04 y longitud 1136768,39 (1062 m.s.n.m.) (UniTolima y CRQ, 2019a). La quebrada Cristales cuenta con objetivos de calidad establecidos mediante la Resolución CRQ 1736 de 2020 para las cuatro (4) estaciones de monitoreo presentadas en la Figura 43

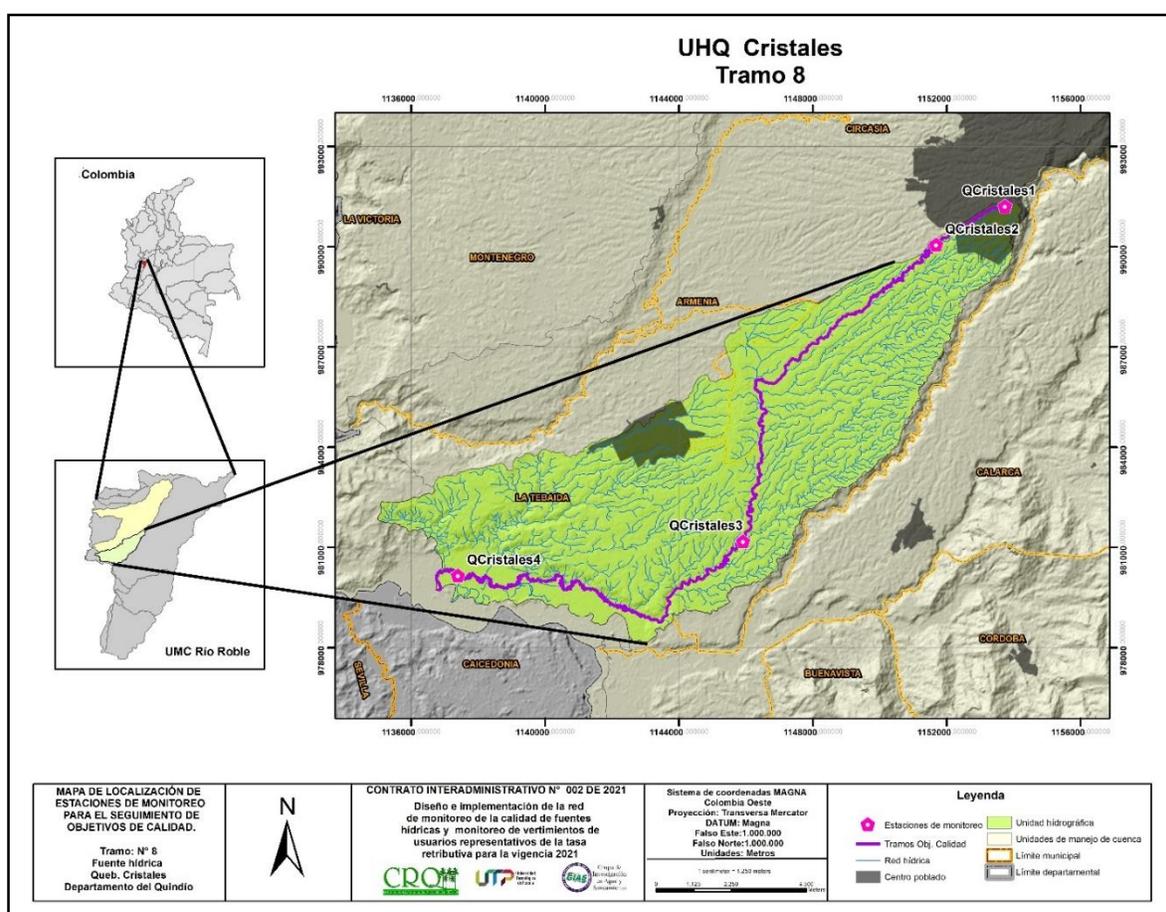


Figura 43. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Cristales

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 27 de diciembre de 2021. En la Tabla 104 se presenta en detalle la localización de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y sitio de muestreo.

Tabla 104. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Cristales

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
8	Quebrada Cristales	QCristales1	Inicio del tramo	Calarcá	Buenos Aires	-75,641325	4,543678	27/12/2021
		QCristales2	Después del casco urbano de Armenia	Calarcá	La Bella	-75,687198	4,501972	
		QCristales3	Punto sobre la quebrada Cristales	La Tebaida	Palo Negro	-75,762908	4,424906	
		QCristales4	Final del tramo	La Tebaida	Pisamal	-75,83965	4,415792	

#### 4.2.4.1. Ensayos *in-situ* quebrada Cristales

Los resultados de los parámetros que se midieron *in situ* durante la campaña de monitoreo son presentados en la Tabla 105. Según la información obtenida, los valores de pH, conductividad eléctrica y temperatura no presentan diferencias significativas entre las estaciones, por el contrario, se observa que el caudal tiende a aumentar registrando un valor de 0,001 m<sup>3</sup>/s en la estación QCristales1, hasta alcanzar 4,057 m<sup>3</sup>/s en QCristales4.

Tabla 105. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Cristales

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica (μS/cm)	Temperatura (°C)	Caudal m <sup>3</sup> /s
QCristales1	7,10	187,00	22,00	0,001376
QCristales2	6,31	282,00	21,00	0,064
QCristales3	8,12	119,00	21,00	1,351
QCristales4	6,33	148,00	23,00	4,057

#### 4.2.4.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Cristales

Las concentraciones de DBO<sub>5</sub> y DQO en la estación QCristales1 se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método empleado para su determinación. Con respecto a estos mismos ensayos, en la estación QCristales2 se puede observar un aumento en las concentraciones con valores de 42,00 mg O<sub>2</sub>/L de DBO<sub>5</sub> y 109 mg O<sub>2</sub>/L de DQO, la estación QCristales3 presenta una disminución en los valores, registrando 8,00 mg O<sub>2</sub>/L de DBO<sub>5</sub> y 28,90 mg O<sub>2</sub>/L de DQO, y manteniendo concentraciones similares para la estación QCristales4 con valores de 10,00 mg O<sub>2</sub>/L de DBO<sub>5</sub> y 24,00 mg O<sub>2</sub>/L de DQO.

Las concentraciones de SST no presentan fluctuaciones significativas entre las estaciones de monitoreo. La estación QCristales2 presenta los mayores valores de nitritos, nitrógeno amoniacal y nitrógeno total y los más bajos para los nitratos. Los parámetros de Grasas y Aceites, Cromo, Níquel, Mercurio y Plomo se mantuvieron por debajo del límite de cuantificación del método para todas las estaciones.

El parámetro de coliformes totales presenta una tendencia a disminuir a lo largo de las estaciones. Los coliformes fecales presentan su mayor concentración para la estación QCristales1 de 10030 NMP/100 mL que disminuye para las estaciones QCristales2 y QCristales3 y finalmente aumenta de nuevo para la estación QCristales4 hasta 1334 NMP/100 mL. En la Tabla 106 se presentan las concentraciones de los ensayos realizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo de la quebrada Cristales.

Tabla 106. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Cristales

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados			
			Quebrada Cristales (tramo 8)			
			QCristales1	QCristales2	QCristales3	QCristales4
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,0	42,0±6,0	8,0±1,0	10,0±1,0
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<20,0	109,0±7,0	28,9±1,8	24,0±1,5
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,0	11,0±1,0	<10,0	15,0±2,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	2,12±0,07	<0,50	2,14±0,07	2,02±0,07
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,058 ±0,005	0,0623 ±0,005	0,0363 ±0,003	0,0327 ±0,003
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,74 ±0,0591	123,9 ±4,2126	<0,72 ±0,0245	3,03 ±0,103
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	6,26±0,31	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	6,32 ±0,059	4,02 ±0,36	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	0,054 ±0,0038	0,830 ±0,059	0,106 ±0,007	0,162 ±0,011
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados			
			Quebrada Cristales (tramo 8)			
			QCristales1	QCristales2	QCristales3	QCristales4
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,10	6,20	6,60	6,60
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	68.670	37.840	32.550	15.531
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	10.030,0	131,40	343,60	1.334,00

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.4.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Cristales

Se realizó el cálculo del ICA-IDEAM con base en los datos obtenidos en la campaña de monitoreo de la corriente hídrica en el año 2021, donde se calcularon los subíndices para la estimación del ICA en cada una de las estaciones de la quebrada Cristales (ver Tabla 107).

Tabla 107. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Cristales

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud msnm	Temperatura del agua °C	pH UpH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno %	Demanda química de mg/L	Sólidos suspendidos totales mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
														I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
8	Quebrada Cristales	QCristales1	1451	22,00	7,10	187,00	7,10	97,6071	20,00	10,00	4,00	0,054	74	0,1659	0,1683	0,1547	0,0666	0,1500	0,0255	0,7310	Aceptable
		QCristales2	1355	21,00	6,31	282,00	6,20	82,5898	109,00	11,00	6,32	0,830	8	0,1404	0,1678	0,0213	0,0000	0,1049	0,0595	0,4939	Mala



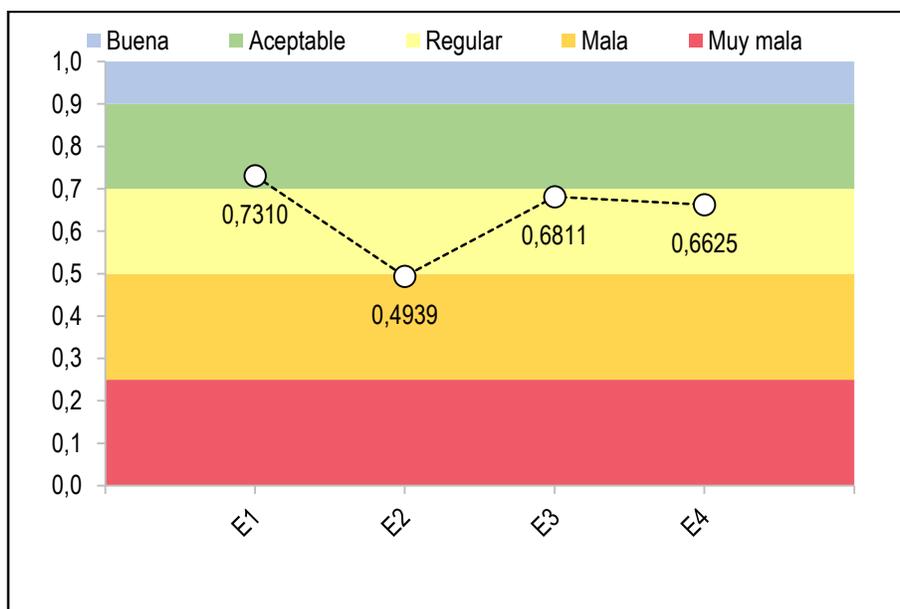


Figura 44. Resultado ICA-IDEAM quebrada Cristales

#### 4.2.4.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Cristales

A partir de los valores obtenidos en campo y en laboratorio se realiza la comparación con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual se define el uso para la corriente, para la navegación y transporte acuático para el tramo ocho (8), evidenciando que en la estación QCristales1 se supera el valor del parámetro de coliformes totales, además, la estación QCristales2 no cumple con los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y nitrógeno amoniacal. En cuanto a los valores de los demás parámetros de todas las estaciones se obtiene el cumplimiento de los valores límites establecidos en la Resolución (Tabla 108).

Tabla 108. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Cristales

Parámetro (s)	Unidades	Resultados				Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Cristales (tramo 8)				
		QCristales1	QCristales2	QCristales3	QCristales4	
pH	pH (UpH)	7,10	6,31	8,12	6,33	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	42,00*	8,00	10,00	<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<20,00	109,00*	28,90	24,00	<30,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados				Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Cristales (tramo 8)				
		QCristales1	QCristales2	QCristales3	QCristales4	
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	11,00	<10,00	15,00	<50,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	2,12	<0,50	2,14	2,02	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0580*	0,0623*	0,0363*	0,0327*	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,74	123,9*	0,72	3,03	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	6,26	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	6,32	4,02	<4,00	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,054	0,830	0,106	0,162	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	68.670*	37.840	32.550	15.531	<50.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	10.030,0	131,40	343,60	1.334,00	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,10	6,20	6,60	6,60	>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.2.5. Unidad hidrográfica quebrada Santa Rita

La unidad hidrográfica de la quebrada Santa Rita está ubicada en el sector urbano de la ciudad de Armenia, su nacimiento está localizado en el punto entre la carrera 19 y la calle 50A del centro urbano con coordenadas Magna SIRGAS Oeste latitud 991664,69 y longitud 1153873,29 (1469 m.s.n.m.), y desemboca en el punto con coordenadas planas latitud 991235,97 y longitud 1152041,31 (1165 m.s.n.m.) (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 45 se presentan las dos (2) estaciones de monitoreo ubicadas en la quebrada Santa Rita.

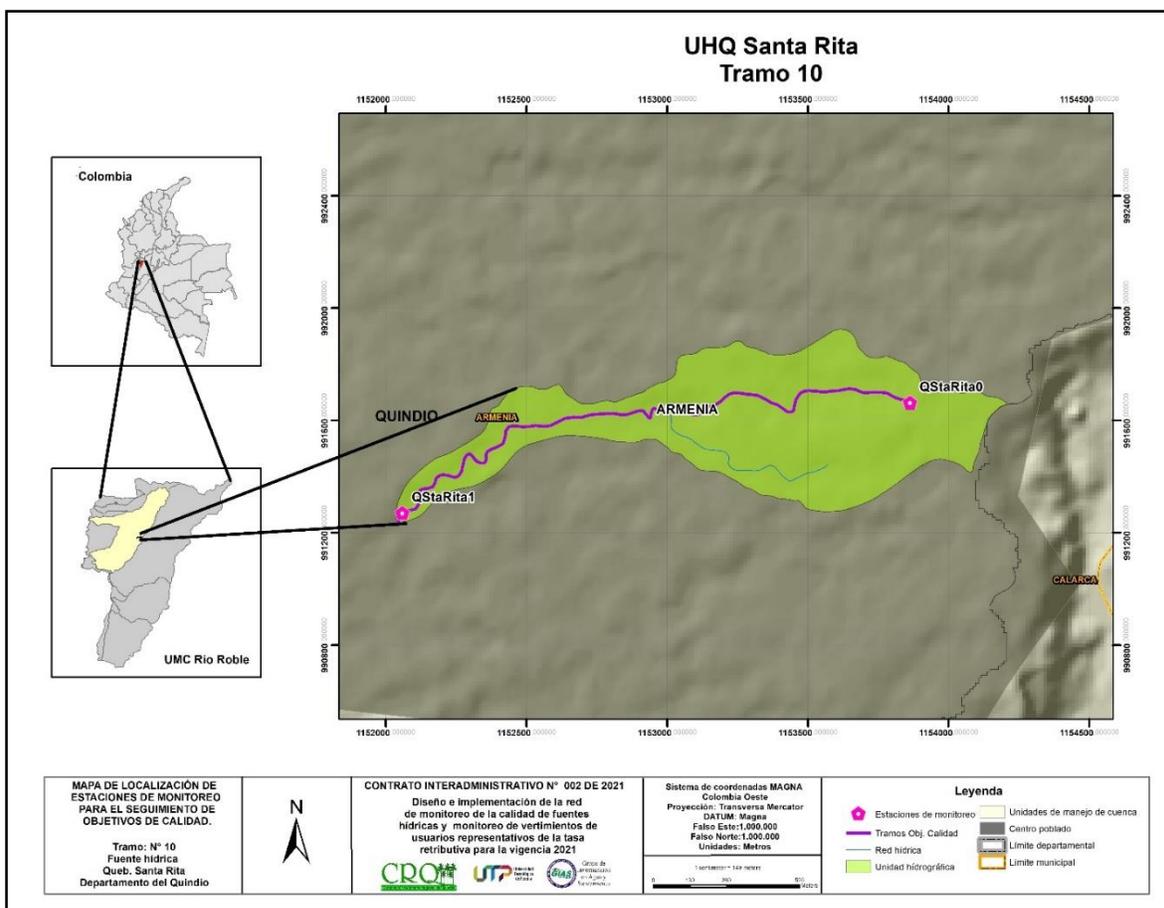


Figura 45. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Santa Rita

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 02 de diciembre de 2021. En la Tabla 109 se presenta en detalle el nombre de la estación, las coordenadas de localización de las estaciones y sitio de muestreo.

Tabla 109. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo quebrada Santa Rita

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
10	Quebrada Santa Rita	QStaRita0	Inicio del tramo	Armenia	Casco urbano	-75,691176	4,519494	02/12/2021
		QStaRita1	Final del tramo	Armenia	Casco urbano	-75,707441	4,515972	

#### 4.2.5.1. Ensayos *in-situ* quebrada Santa Rita

Los valores obtenidos en campo para los parámetros de pH, conductividad y temperatura no presentaron diferencias significativas en las estaciones QStaRita0 y QStaRita1. El valor del pH se registró en 5,42 UpH para la estación QStaRita0 y aumenta hasta 6,60 UpH para la estación QStaRita1, la conductividad presentó una disminución de 58  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y la temperatura de 2°C en la estación QStaRita1 con respecto a la estación QStaRita0. El valor de caudal presentó un aumento de 0,000099  $\text{m}^3/\text{s}$  hasta 0,052  $\text{m}^3/\text{s}$  en la estación QStaRita1 (Tabla 110).

Tabla 110. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Santa Rita

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura (°C)	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QStaRita0	5,42	253,00	23,00	0,000099
QStaRita1	6,60	195,00	21,00	0,052

#### 4.2.5.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Santa Rita

En los resultados reportados por los laboratorios se evidenció que para los valores de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST y Grasas y Aceites en ambas estaciones de monitoreo se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método empleado para su determinación. (ver Tabla 111).

Los valores de nitritos y nitratos aumentan en la estación QStaRita1 con respecto a la estación QStaRita0. Los valores de nitrógeno y fósforo totales registran para la estación QStaRita0 valores por debajo del límite de cuantificación del método, y presentan aumentos poco significativos para la estación QStaRita1.

Los parámetros de los metales (Cromo, Níquel, Mercurio y Plomo) se mantuvieron por debajo del límite de cuantificación del método para ambas las estaciones. Los coliformes totales aumentan 13.732 NMP/100 mL para la estación QStaRita1, por el contrario, para el ensayo de coliformes fecales se disminuye en 97 NMP/100 mL en esta misma estación de monitoreo (Tabla 111).

Tabla 111. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Santa Rita

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Santa Rita (Tramo 10)	
			QStaRita0	QStaRita1
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	2,55±0,090	3,21±0,11
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0376±0,003	0,188±0,01
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,99 ±0,0677	1,21 ±0,0413
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	4,91±0,31
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	0,101±0,03
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	6.131	19.863
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	242,0	145,0
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,27	6,26

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.5.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Santa Rita

Se obtuvo el valor del ICA-IDEAM para las dos (2) estaciones de monitoreo ubicadas sobre la quebrada Santa Rita, dando como resultado para ambas una calificación "Regular", donde se obtuvo un valor de 0,5792 para la estación QStaRitaE0 y 0,6733 QStaRita1. En la Tabla 112 se encuentran los valores de los cálculos de los subíndices y el valor resultante del índice de calidad para cada una de las estaciones de la quebrada Santa Rita.

Tabla 112. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Santa Rita

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua °C	pH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno %	Demanda química de mg/L	Sólidos suspendidos mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
10	Quebrada Santa Rita	QStaRita0	1469		23,00	5,42	253,00	6,27	88,0997	2,00	10,00	4,00	0,050	80	0,1498	0,1683	0,1547	0,0149	0,0660	0,0255	0,5792	Regular
		QStaRita1	1379		21,00	6,60	195,00	6,26	83,6310	2,00	10,00	4,91	0,101	49	0,1422	0,1683	0,1547	0,0606	0,1220	0,0255	0,6733	Regular

En la Figura 46 se muestra una leve tendencia al mejoramiento de la calidad asociada principalmente al parámetro de pH en la estación de monitoreo QStarita1 (E1), sin embargo, se conserva en la clasificación de “Regular” para ambas estaciones.

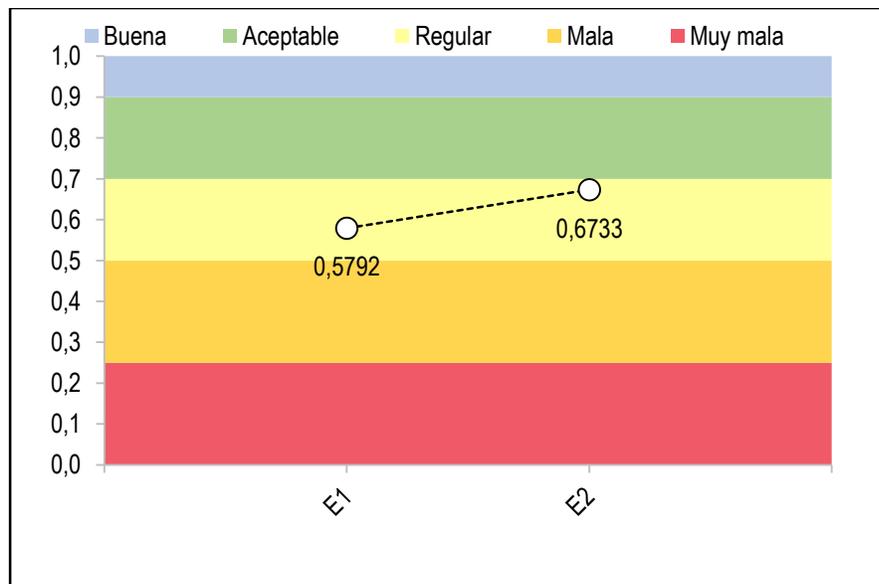


Figura 46. Resultado ICA-IDEAM quebrada Santa Rita

#### 4.2.5.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Santa Rita

Comparando los valores obtenidos en las jornadas de campo y laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual se define los usos correspondientes a consumo humano doméstico (desinfección y tratamiento convencional), agrícola con restricciones y recreativo con contacto primario para el tramo diez (10), se evidencia que para la estaciones QStaRita0 y QStaRita1 superan los valores límites en los parámetros de nitrógeno amoniacal, coliformes totales y oxígeno disuelto, además, el no cumplimiento del parámetro de pH en la estación QStaRita0. En cuanto a los demás parámetros se obtiene el cumplimiento de los valores límites permisibles (Tabla 113).

Tabla 113. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Santa Rita

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Santa Rita (tramo10)		
		QStaRita0	QStaRita1	
pH	pH (UpH)	5,42*	6,60	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<5,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<10,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	2,55	3,21	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0376	0,188	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,99*	1,21*	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	4,91	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	0,101	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	6.131*	19.863*	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	242,00	145,00	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,27*	6,26*	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.



Tabla 114. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Hojas Anchas

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
11	Quebrada Hojas Anchas	QHAnchas0	Inicio del tramo	Circasia	Barcelona Alta	-75,646465	4,615735	03/12/2021
		QHAnchas1	Antes del casco urbano de Armenia	Circasia	Hojas Anchas	-75,66471	4,566515	
		QHAnchas2	Antes de la confluencia con la quebrada Zanjón Hondo	Circasia	Villarazo	-75,711311	4,547103	

#### 4.2.6.1. Ensayos *in-situ* quebrada Hojas Anchas

La información tomada en campo registró valores de pH, conductividad eléctrica y temperatura con variaciones poco significativas para las tres (3) estaciones de monitoreo de calidad de agua ubicadas sobre la quebrada Hojas Anchas. El ensayo de pH se presenta en un rango entre 6,43 y 7,03 UpH presentando su menor valor en la estación QHAnchas1 y el mayor valor en QHAnchas2. El valor de conductividad presenta valores en un rango entre 44,00 y 84,00  $\mu\text{S/cm}$  y la temperatura entre 20,00 y 21,00  $^{\circ}\text{C}$ . Las medidas de caudal tienden a aumentar a lo largo de las estaciones, obteniendo un valor mínimo de 0,0021  $\text{m}^3/\text{s}$  en la estación QHAnchas0 y máximo de 5,465  $\text{m}^3/\text{s}$  en la estación QHAnchas2 (ver Tabla 115).

Tabla 115. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Hojas Anchas

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QHAnchas0	6,90	44,00	21,00	0,002142
QHAnchas1	6,43	84,00	21,00	2,634
QHAnchas2	7,03	77,00	20,00	5,465

#### 4.2.6.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Hojas Anchas

Los valores reportados por el laboratorio para los ensayos de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST y Grasas y Aceites para las estaciones de monitoreo QHAnchas0 y QHAnchas1 presentan valores por debajo del límite de cuantificación del método. La estación de monitoreo QHAnchas2 registró valores de 10,00 mg O<sub>2</sub>/L de DBO<sub>5</sub> y 36,50 mg O<sub>2</sub>/L de DQO, para los ensayos de SST y Grasas y Aceites igualmente se mantuvieron por debajo de los límites de cuantificación (ver Tabla 116).

El ensayo de nitratos se registró por debajo de los límites de cuantificación del método en la estación QHAnchas0 y para las estaciones de monitoreo QHAnchas1 y QHAnchas2 mantuvieron un valor de 1,420 mg N-NO<sub>3</sub>/L, mientras que el ensayo de nitritos aumentó a lo largo de las estaciones obteniendo un valor mínimo en QHAnchas0 de 0,0264 mg N-NO<sub>2</sub>/L y el máximo en QHAnchas2 de 0,615 mg N-NO<sub>2</sub>/L. El nitrógeno total presenta un aumento en las estaciones QHAnchas1 y QHAnchas2 con respecto a la estación QHAnchas0 que registró un valor por debajo del límite de cuantificación del método (Tabla 116).

En la Tabla 116 se puede observar que los ensayos de Fósforo Total, Cromo, Níquel, Mercurio y Plomo se mantuvieron por debajo del límite de cuantificación del método para todas las estaciones. Los coliformes totales registran un valor máximo para la estación QHAnchas0 de 7.556 NMP/100 mL y se reduce para las demás estaciones, los coliformes fecales presentan un aumento para la estación QHAnchas1 en comparación con la estación de monitoreo QHAnchas0 de 1396,6 NMP/100 mL donde se puede inferir la descarga de vertimientos de tipo domésticos, no domésticos o tributarios que pudieron aumentar la presencia de coliformes fecales para esta estación de monitoreo.

Tabla 116. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Hojas Anchas

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada Anchas (tramo 11)		
			QHAnchas 0	QHAnchas 1	QHAnchas 2
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	10,00±1,30
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<20,00	<20,00	36,50±2,28
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	1,42±0,050	1,420±0,050
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,02640 ±0,0020	0,120 ±0,0101	0,615 ±0,0101
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,709 ±0,0241	0,941 ±0,0320	0,662 ±0,0225
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	4,06±0,37	4,58±0,41
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada Anchas (tramo 11)		
			QHAnchas 0	QHAnchas 1	QHAnchas 2
	Coliformes totales	NMP/100 mL	7.556	6.910	4.884
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	156,50	1.553,1	42,50
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,20	6,30	7,40

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.6.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Hojas Anchas

Con base en los resultados de la campaña de monitoreo realizada en las estaciones ubicadas sobre la quebrada Hojas Anchas, se estimó el ICA-IDEAM, donde las tres (3) estaciones de monitoreo obtuvieron una clasificación "Aceptable". A continuación, se muestra que la estación QHAnchas0 obtuvo un valor de 0,8162, la estación QHAnchas1 un valor de 0,7402 y la estación QHAnchas2 un ICA de 0,7329 (ver Tabla 117).

Tabla 117. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Hojas Anchas

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DSO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
11	Quebrada Hojas Anchas	QHAnchas0	1763	21,00	6,90	44,00	7,20	85,5272	100,7515	20,00	10,00	4,00	0,050	80	0,1700	0,1683	0,1547	0,1551	0,1426	0,0255	0,8162	Aceptable
		QHAnchas1	1512	21,00	6,43	84,00	6,30	85,5272	100,7515	20,00	10,00	4,06	0,050	81	0,1454	0,1683	0,1547	0,1346	0,1117	0,0255	0,7402	Aceptable

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
														I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SSr</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
		QHAnchas2	1338	20,00	7,03	77,00	7,40	96,4030	36,50	10,00	4,58	0,050	92	0,1639	0,1683	0,0867	0,1385	0,1500	0,0255	0,7329	Aceptable

En la siguiente figura (Figura 48) se puede observar una disminución del índice de calidad agua entre las estaciones, el cual está asociado al aumento de la DQO, indicando posiblemente la existencia de vertimientos directos durante el trayecto o la afectación por algún tributario que influye en la disminución de la calidad.

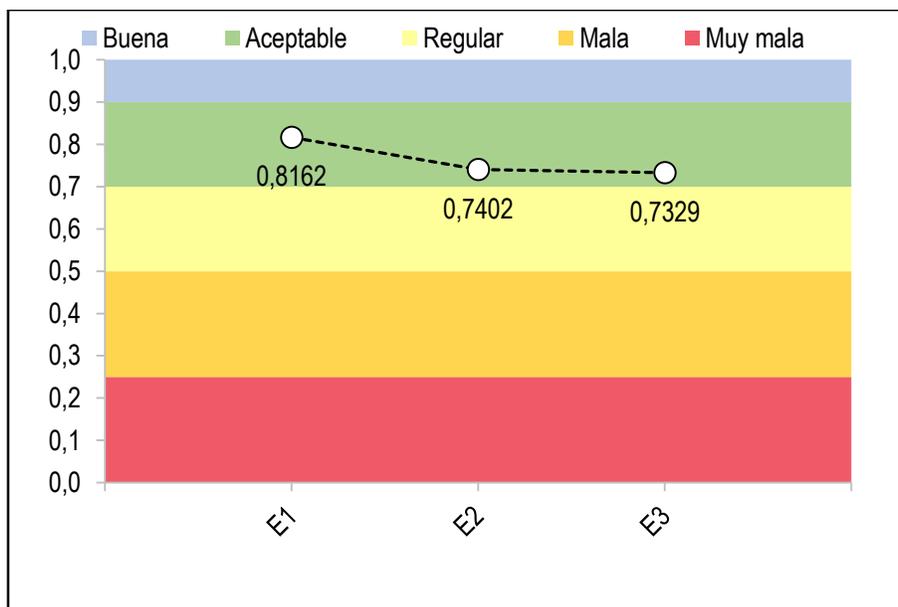


Figura 48. Resultado ICA-IDEAM quebrada Hojas Anchas

#### 4.2.6.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Hojas Anchas

A partir de los valores obtenidos en campo y en laboratorio se realizó la comparación con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual se define los usos correspondientes a la navegación y transporte acuático para el tramo once (11), se obtiene que en las estaciones QHAnchas0 y QHAnchas1 se cumplen los valores límites en la totalidad de los parámetros medidos, sin embargo, para el caso de la estación QHAnchas2 el parámetro de Demanda química de oxígeno supera el valor establecido en la Resolución, en el caso de los demás parámetros se cumple con los valores estipulados (Tabla 118).

Tabla 118. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Hojas Anchas

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Anchas (tramo11)			
		QHAnchas0	QHAnchas1	QHAnchas2	
pH	pH (UpH)	6,90	6,43	7,03	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	10,00	<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<20,00	<20,00	36,50*	<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	<50,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	1,42	1,420	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,02640	0,120	0,615	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,709	0,941	0,662	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	4,06	4,58	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	<0,05	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	7.556	6.910	4.884	<50.000

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Anchas (tramo11)			
		QHAnchas0	QHAnchas1	QHAnchas2	
Coliformes fecales	NMP/100 mL	156,50	1.553,1	42,50	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,20	6,30	7,40	>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.2.7. Unidad hidrográfica quebrada Armenia

La quebrada Armenia es un tributario del río Espejo, y está localizada en la ciudad de Armenia. Nace en el sector urbano en las coordenadas Magna SIRGAS Oeste latitud 993142,16 y longitud 1154864,34 y desemboca en el río Espejo al noroeste del municipio en la vereda La Patria en el punto ubicado en las coordenadas planas latitud 993800,48 y longitud 1148344,84 (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 49 se puede observar la ubicación de la estación de monitoreo para la evaluación de la calidad del tramo con objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020.

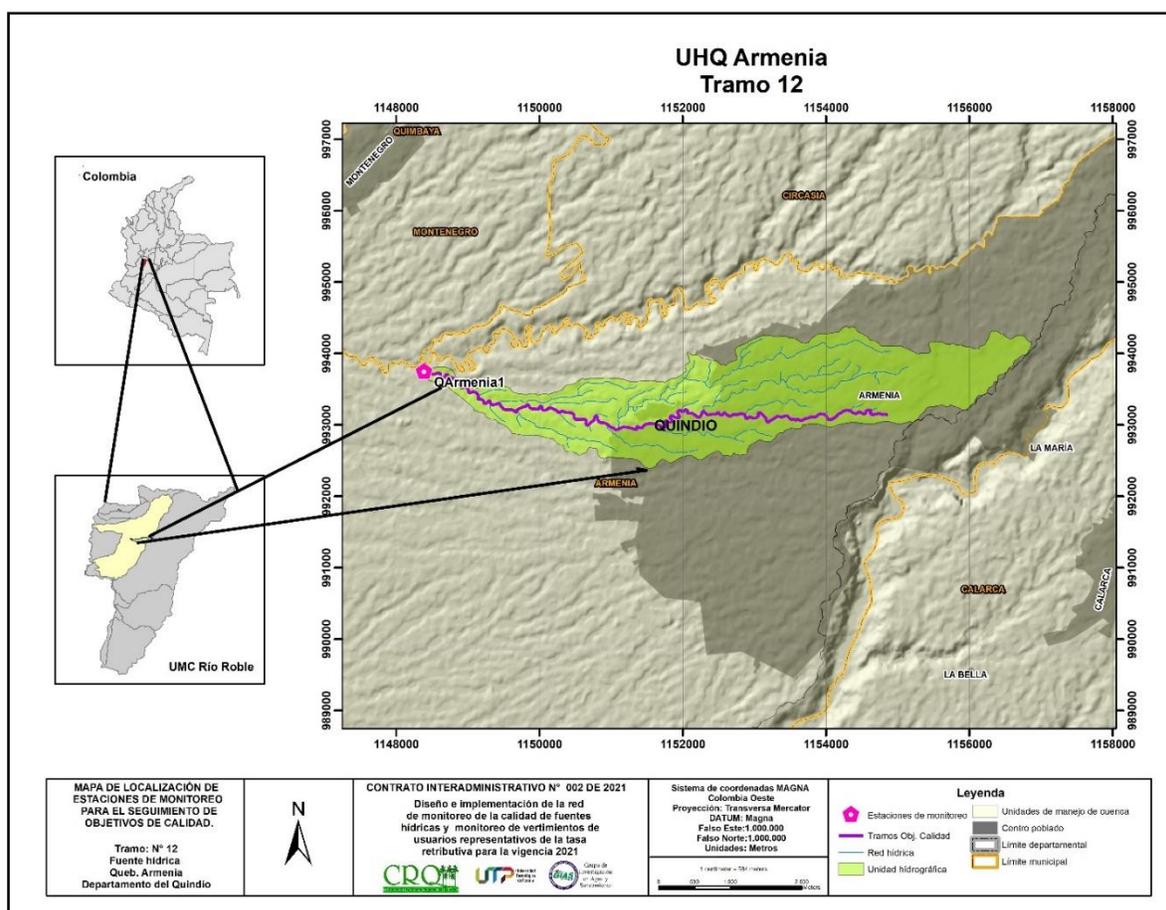


Figura 49. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Armenia

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 20 de diciembre de 2021. En la Tabla 119 se presenta en detalle la localización de la estación de monitoreo, el nombre de la estación y sitio de muestreo.

Tabla 119. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Armenia

Tramo	Fuente Hídrica	Nombre estación de Monitoreo	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
12	Quebrada Armenia	QArmenia1	Final del tramo, antes de la desembocadura al Río Espejo	Armenia	La Patria	-75,740476	4,538498	20/12/2022

#### 4.2.7.1. Ensayos *in-situ* quebrada Armenia

La medición de los ensayos en campo determinó un valor de pH de 8,30 UpH y la conductividad eléctrica presenta un valor alto que puede relacionarse con aportes de materia orgánica por descargas de aguas residuales domésticas en la corriente hídrica. A continuación, se puede observar los resultados de los ensayos realizados en campo para la estación de monitoreo de la quebrada Armenia (Tabla 120).

Tabla 120. Ensayos determinados en campo, en la estación de monitoreo de la quebrada Armenia

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu$ S/cm)	Temperatura ( $^{\circ}$ C)	Caudal m <sup>3</sup> /s
QArmenia1	8,30	244,00	21,00	0,476

#### 4.2.7.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Armenia

El reporte de los ensayos analizados en laboratorio para la quebrada Armenia determinó concentraciones de DBO<sub>5</sub> de 16,80 mg O<sub>2</sub>/L, DQO de 23,7 mg O<sub>2</sub>/L y de sólidos suspendidos totales de 3,7 mg/L lo que permite inferir una relación entre los valores y vertimientos o descargas en la corriente hídrica. De otro lado, las concentraciones de nitritos, nitratos y nitrógeno total son considerablemente altas, lo que también puede tener relación con descargas de aguas residuales como fuentes de compuestos nitrogenados.

Por su parte para los metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) se determinó que los valores son inferiores a los límites de cuantificación del método. A continuación, en la Tabla 121 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo, donde también se especifican los laboratorios.

Tabla 121. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Armenia

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados
			Quebrada Armenia (tramo 12)
			QArmenia1
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	16,80±2,70
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	23,70±2,70
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	3,70±0,16
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	10,0±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	1,81±0,06
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	1,13±0,09
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	7,89±0,2683
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	12,9±0,60
	Nitrógeno total	mg N/L	15,8±1,60
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,59±0,02
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,90
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	79.150*
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	1.299,7

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.7.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Armenia

En la siguiente tabla se presentan el resultado del cálculo del ICA-IDEAM para la campaña de monitoreo de la calidad de la quebrada Armenia realizada en el año 2021, donde se muestra los subíndices y la clasificación del ICA para la estación de la quebrada Armenia el cual dio un valor de 0,6338 (ver Tabla 122).

Tabla 122. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Armenia

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Subíndices ICA													ICA-IDEAM					
			msnm	°C	pH	µs/cm	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NA	$I_{\%sat.}$	$I_{SST}$	$I_{DOO}$	$I_{CE}$	$I_{pH}$	$I_{NT/PT}$	ICA
12	Quebrada Armenia	QArmenia1	1261	21,00	8,30	244,00	7,90	104,0483	23,70	3,70	15,80	0,590	27	0,1700	0,1700	0,1207	0,0222	0,1284	0,0255	0,6368	Regular

En la Figura 50 muestra la clasificación del índice de calidad del agua, en la cual se ubicó la estación de monitoreo de la quebrada Armenia, teniendo una clasificación de “Regular”, donde podría inferir que la fuente hídrica es receptora de vertimientos o tributarios que actualmente afectan su calidad.

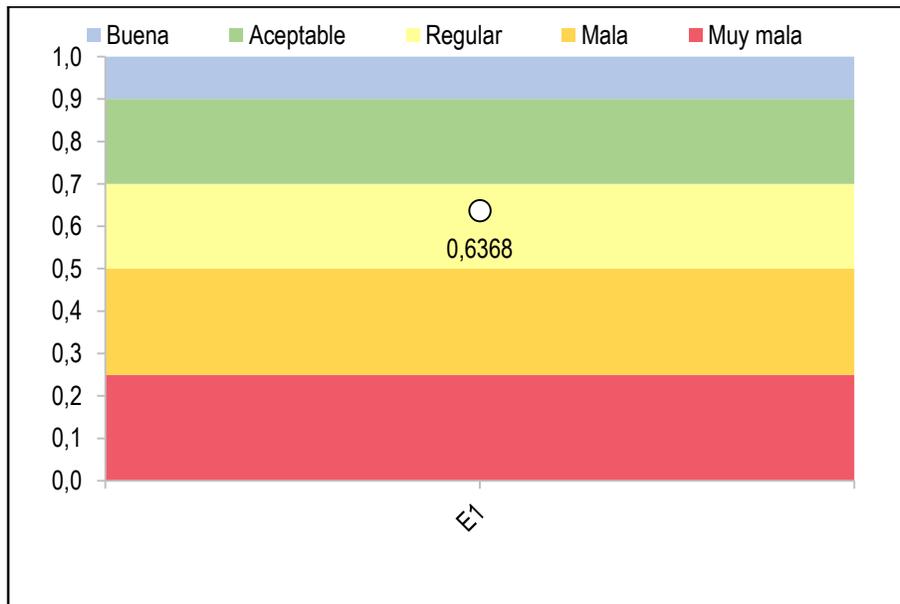


Figura 50. Resultado ICA-IDEAM quebrada Armenia

#### 4.2.7.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Armenia

Dada la comparación de los valores obtenidos en campo y en laboratorio frente a los objetivos de calidad establecidos en la Resolución 1736 CRQ de 2020, en la cual se define los usos del tramo doce (12) para la preservación de flora y fauna, uso agrícola sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre, se obtuvo que para la estación QArmenia1 no se cumple con los parámetros de Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno, Nitrógeno amoniacal y coliformes totales ya que excede los valores máximos definidos (Tabla 123).

Tabla 123. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Armenia

Parámetro (s)	Unidades	Resultados	Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada El Armenia (tramo12)	
		QArmenia1	
pH	pH (UpH)	8,30	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	16,80*	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	23,70*	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	3,70	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,0	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	1,81	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	1,13	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	7,89*	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	12,9	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	15,8	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,59	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	79.150*	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1.299,7	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,90	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.2.8. Unidad hidrográfica quebrada La Camelia

La unidad hidrográfica de la quebrada La Camelia está localizada en el municipio de Armenia, su cauce principal nace por la confluencia de las quebradas Las Yeguas y Zuldemayda a los 1343 m.s.n.m, y desemboca al río Espejo en la zona noroeste del municipio en la vereda la India sobre los 1219 m.s.n.m. (UniTolima y CRQ, 2019a). Los objetivos de calidad para esta corriente hídrica se establecieron mediante Resolución CRQ 1736 de 2020.

En la siguiente figura (Figura 51) se muestra la georreferenciación de las estaciones de monitoreo de la calidad de la quebrada La Camelia.

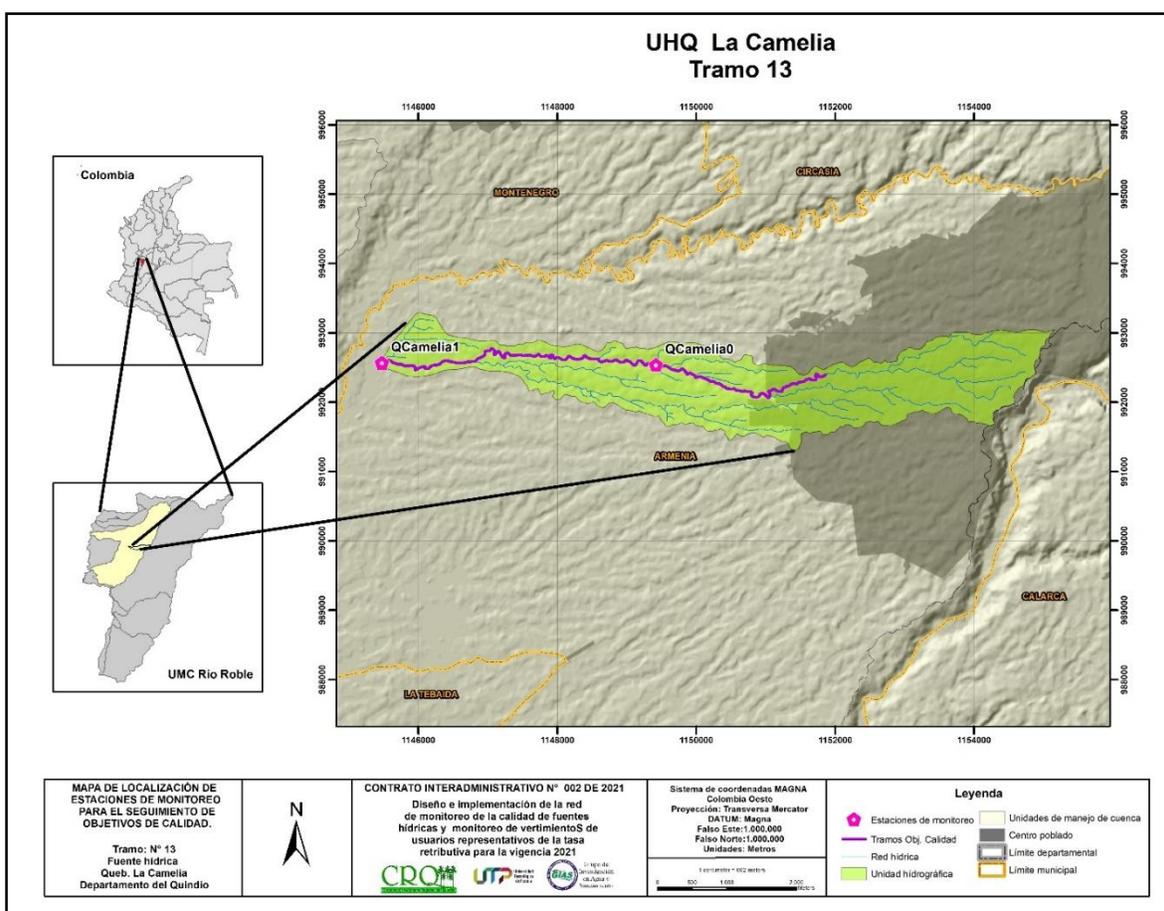


Figura 51. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Camelia

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 20 de diciembre de 2021. En la Tabla 124 se presenta en detalle la localización de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y sitio de muestreo.

Tabla 124. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Camelia

Tramo	Fuente Hídrica	Nombre estación de Monitoreo	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
13	Quebrada La Camelia	QCamelia0	Después del casco urbano de Armenia	Armenia	Pantanillo	-75,731164	4,5275	20/12/2021
		QCamelia1	Final del tramo, antes de la desembocadura al Río Espejo	Armenia	La India	-75,766706	4,527831	

#### 4.2.8.1. Ensayos *in-situ* quebrada La Camelia

La información recopilada en campo registra para las dos (2) estaciones de monitoreo ubicadas en la quebrada La Camelia valores de pH por debajo de 6,00 UpH y conductividad eléctrica de 337  $\mu\text{S/cm}$  para la estación de monitoreo QCamelia0 y 255  $\mu\text{S/cm}$  para QCamelia1, estos valores pueden estar relacionados con la descarga de aguas residuales domésticas y no domésticas causando un pH bajo y alta conductividad eléctrica. La temperatura presenta una variación de 3 °C entre las dos estaciones de monitoreo, y el caudal aumenta a la altura de la estación QCamelia1 hasta 0,568 m<sup>3</sup>/s al final del tramo, antes de la desembocadura en el río Espejo (ver Tabla 125).

Tabla 125. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Camelia

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura (°C)	Caudal m <sup>3</sup> /s
QCamelia0	5,66	337,00	20,00	0,325
QCamelia1	5,63	255,00	23,00	0,568

#### 4.2.8.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada La Camelia

A partir de los datos reportados se evidencia que para la estación QCamelia0 se registraron mayores valores de DBO<sub>5</sub> y DQO, en 12,10 mg O<sub>2</sub>/L y 31,6 mg O<sub>2</sub>/L respectivamente, en contraste con la estación QCamelia1, que presento disminución en las concentraciones. Por su parte los sólidos suspendidos totales aumentan 5,5 mg/L para la estación QCamelia1, mientras que los valores de Grasas y Aceites para ambas estaciones se encuentran por debajo del límite mínimo de cuantificación del método.

En cuanto a los compuestos nitrogenados, los nitritos y nitratos presentan una mayor concentración en la estación QCamelia1, mientras que los parámetros de nitrógeno amoniacal y nitrógeno total registran mayores valores para la estación QCamelia0 lo que puede relacionarse con la capacidad de oxidación de la corriente hídrica obteniendo mayores concentraciones de nitritos y nitratos en la última estación.

Los valores de concentración del cromo, níquel, mercurio y plomo se encontraron por debajo de los límites de cuantificación de los métodos. En la Tabla 126 se presentan las concentraciones reportadas para los ensayos de laboratorio en cada una de las estaciones de monitoreo.

Tabla 126. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Camelia

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Camelia (tramo 13)	
			QCamelia0	QCamelia1
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	12,10±0,28	7,18±0,17
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	31,60±3,60	18,10±2,06
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	4,20±0,18	9,70±0,41
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00±0,44	<10,00±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,678±0,023	1,800±0,06
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,09380 ±0,0252	0,3930 ±0,033
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	12,30±0,4196	5,07±0,1230
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	14,80±0,70	7,15±0,36
	Nitrógeno total	mg N/L	15,60±4,26	9,34±0,91
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,49±0,02	<0,30±0,010
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06	<0,001±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,90	8,60
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	34.480	96.060
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	16.900	49.700

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.8.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada La Camelia

Se realizó la estimación del ICA-IDEAM para las estaciones de monitoreo sobre la quebrada La Camelia, la estación QCamelia0 (E1) ubicada posterior al casco urbano de la ciudad de Armenia se encuentra en la clasificación "Regular" la cual también se mantiene para la estación QCamelia1 (E2), a pesar de presentar una tendencia al aumento en el valor del índice debido a la reducción del valor en los parámetros de DQO y conductividad eléctrica (ver Tabla 127).

Tabla 127. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Camelia

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de	Sólidos suspendidos	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
														$I_{p/sat}$	$I_{SST}$	$I_{DOO}$	$I_{CE}$	$I_{pH}$	$I_{NT/PT}$	ICA	Clasificación
13	Quebrada La Camelia	QCamelia0	1298	20,00	5,66	337,00	6,90	89,4564	31,60	4,20	15,60	0,490	32	0,1521	0,1700	0,0867	0,0000	0,0748	0,0255	0,5091	Regular
		QCamelia1	1219	23,00	5,63	255,00	8,60	117,2470	18,10	9,70	9,34	0,300	31	0,1700	0,1685	0,1547	0,0132	0,0737	0,0255	0,6056	Regular

En la Figura 52 corrobora lo indicado en la tabla anterior, donde el resultado del cálculo del ICA-IDEAM para las estaciones ubicadas en la quebrada La Camelia, tiene una tendencia a aumentar su calidad entre la estación QCamelia0 y QCamelia1.

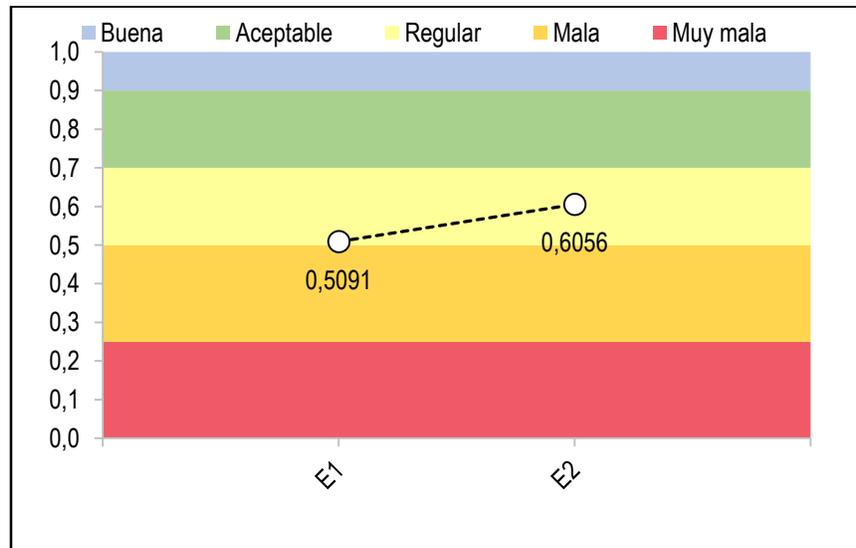


Figura 52. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Camelia

#### 4.2.8.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada La Camelia

Se llevó a cabo la comparación de los valores obtenidos en campo y en laboratorio frente a los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual se define los usos para el tramo trece (13), correspondientes a preservación de flora y fauna, uso agrícola sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre. Se obtuvo que para la estación QCamelia0 no cumple con varios de los valores límite de la Resolución, para los parámetros de pH, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno amoniacal, coliformes totales y oxígeno disuelto. Además, para la estación QCamelia1 se presenta la misma situación para los parámetros de pH, Demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno amoniacal y coliformes totales, el resto de los parámetros para las dos estaciones anteriormente mencionadas cumplen con los valores límites (Tabla 128).

Tabla 128. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Camelia

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Camelia (tramo13)		
		QCamelia0	QCamelia1	
pH	pH (UpH)	5,66*	5,63*	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	12,10*	7,18	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	31,60*	18,10*	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	4,20	9,70	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,00	<10,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,678	1,800	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,09380	0,3930	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	12,30*	5,07*	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	14,80	7,15	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	15,60	9,34	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,49	0,30	Análisis y Reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	34.480*	96.060*	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	16.900	49.700	Análisis y Reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,90*	8,60	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.2.9. Unidad hidrográfica quebrada Los Quindos

La quebrada Los Quindos nace en la zona urbana de la ciudad de Armenia en las coordenadas Magna SIRGAS Oeste latitud 991821,56 y longitud 1152703,32 y es tributaria de la quebrada La Orlanda. Su desembocadura se ubica en la vereda Puerto Espejo en las coordenadas planas latitud 991792,52 y longitud 1150073,14 (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 53 se muestra la localización geográfica de la quebrada Los Quindos y la estación de monitoreo de la calidad.

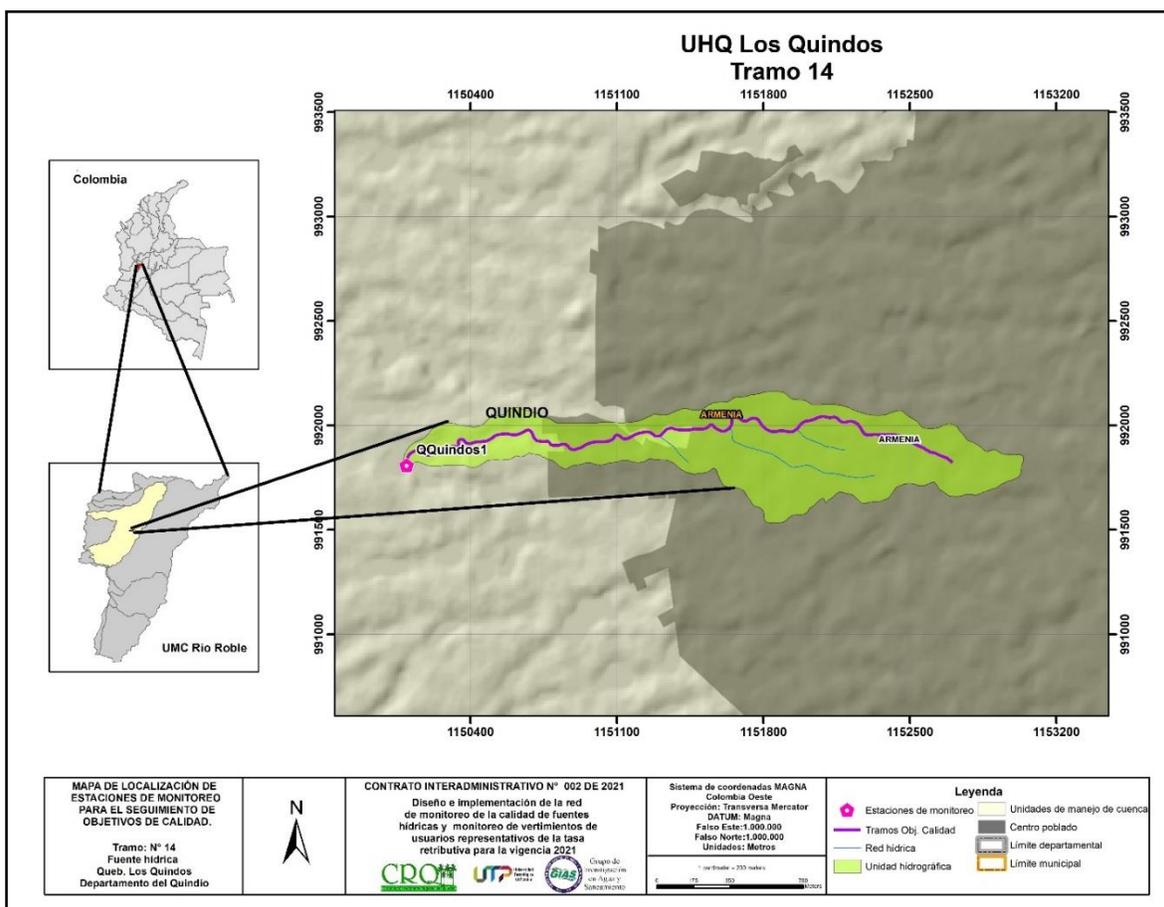


Figura 53. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Los Quindos

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 02 de diciembre de 2021. En la Tabla 129 se presenta en detalle la localización de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y sitio de muestreo.

Tabla 129. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Los Quindos

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
14	Quebrada Los Quindos	QQuindos1	Final del tramo, antes de la confluencia con la quebrada Orlanda	Armenia	Puerto Espejo	-75,725115	4,520865	02/12/2021

#### 4.2.9.1. Ensayos *in-situ* quebrada Los Quindos

Los datos de ensayos tomados en campo para la estación QQuindos1 registran un valor de pH por encima de 6,00 UpH, un valor de conductividad de 302  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; lo anterior podría indicar descargas de aguas residuales con cargas orgánicas. En la Tabla 130 se presentan los valores determinados en campo para todos los ensayos realizados en la estación de monitoreo de la quebrada Los Quindos.

Tabla 130. Ensayos determinados en campo, en la estación de monitoreo de la quebrada Los Quindos

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QQuindos1	6,50	302,00	26,00	0,062

#### 4.2.9.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Los Quindos

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos realizados en el laboratorio para la quebrada Los Quindos, se evidenciaron valores significativos en la concentración reportada para nitritos, nitratos, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y fósforo total, que se podría relacionar con la presencia de fuentes nitrogenadas vertidas al tramo estudiado.

Por su parte, los ensayos de  $\text{DBO}_5$ , grasas y aceites, y los metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) presentaron valores inferiores a los límites de cuantificación del método. En la Tabla 131 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para la estación de monitoreo QQuindos1, donde también se especifican los laboratorios.

Tabla 131. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Los Quindos

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados
			Quebrada Quindos (tramo 14)
			QQuindos1
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ )	$\text{mg O}_2/\text{L}$	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	$\text{mg O}_2/\text{L}$	6,00

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados
			Quebrada Quindos (tramo 14)
			QQQuindos1
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	54,00±6,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,867±0,02
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	1,29±0,108
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	9,06±0,3079
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	6,55±0,33
	Nitrógeno total	mg N/L	8,71±0,87
	Fósforo Total	mg P/L	0,586±0,03
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	24.196
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	2.258
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.9.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Los Quindos

Se realizó el análisis del índice de calidad de agua (ICA-IDEAM) para la quebrada Los Quindos a partir de los resultados del monitoreo calidad año 2021, observado en la siguiente tabla (Tabla 132) los resultados de los subíndices para la sumatoria del ICA y su clasificación para cada una de las estaciones monitoreadas.

Tabla 132. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Los Quindos

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Subíndices ICA											ICA-IDEAM							
			msnm	°C	UpH	µs/cm	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NA	I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
14	Quebrada Los Quindos	QQuindos1	1318	26,00	6,50	302,00	6,40	93,5497	6,00	54,00	8,71	0,586	15	0,1590	0,1459	0,1547	0,0000	0,1158	0,1020	0,6774	Regular

A partir del cálculo del ICA para la estación de monitoreo QQuindos1 (E1) ubicado sobre la quebrada Los Quindos permitió conocer que este presenta una clasificación de “Regular” en el tramo ubicado antes de la confluencia con la quebrada La Orlanda, esto puede relacionarse con la presencia de vertimientos o tributarios que afecten la calidad de la fuente hídrica (Figura 54).

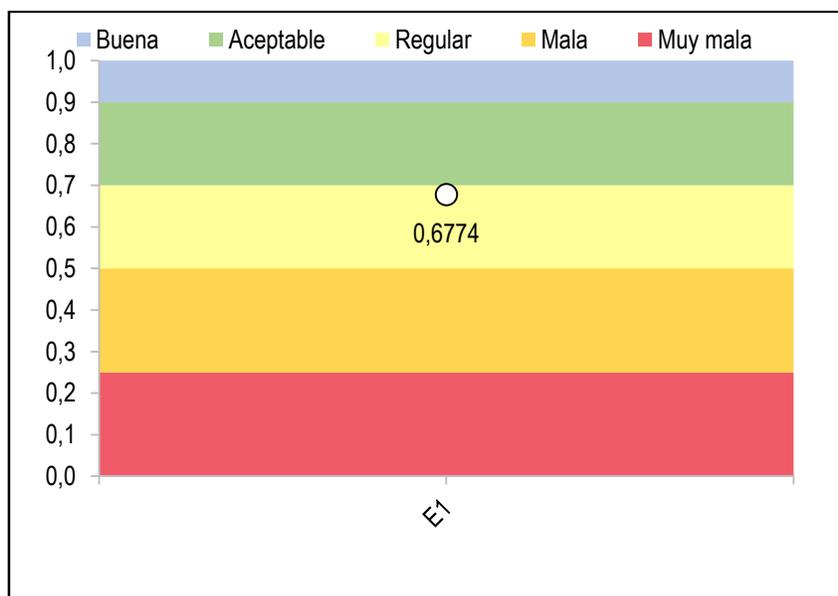


Figura 54. Resultado ICA-IDEAM quebrada Los Quindos

#### 4.2.9.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Los Quindos

Se realizó la comparación de los valores obtenidos en campo y en laboratorio frente a los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual se define usos para el tramo catorce (14) para la preservación de flora y fauna, uso agrícola sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre, observando que en la estación QQuindos1 no cumple con los valores límites para los parámetros de Sólidos suspendidos totales, Nitrógeno amoniacal, coliformes totales y oxígeno disuelto, para el resto de parámetros se cumple con los valores establecidos en la Resolución (Tabla 133).

Tabla 133. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Los Quindos

Parámetro (s)	Unidades	Resultados	Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Quindos (tramo14)	
		QQuindos1	
pH	pH (UpH)	6,50	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	6,00	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	54,00*	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,867	<10,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Quindos (tramo14)		
		QQuindos1		
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	1,29		
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	9,06*		<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	6,55		Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	8,71		Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,586		Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02		<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05		<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001		<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10		<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	24.196*		<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	2.258		Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40*		>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.2.10. Unidad hidrográfica río Espejo

El río Espejo es un tributario del río La Vieja que nace a los 1294 m.s.n.m. por la confluencia de las quebradas Hojas Anchas y Zanjón en la vereda La Patria, y desemboca a la altura de la vereda San Pablo en el municipio de Montenegro (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo con objetivo de calidad según Resolución CRQ 1736 de 2020 en el río Espejo está comprendido desde la estación REspejo1\_S2 ubicada antes de la confluencia con la quebrada Armenia hasta la estación REspejo5 antes de la desembocadura en el río La Vieja. En la Figura 55 se puede observar la ubicación de las estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad en el Tramo 15 ubicado sobre el río Espejo.

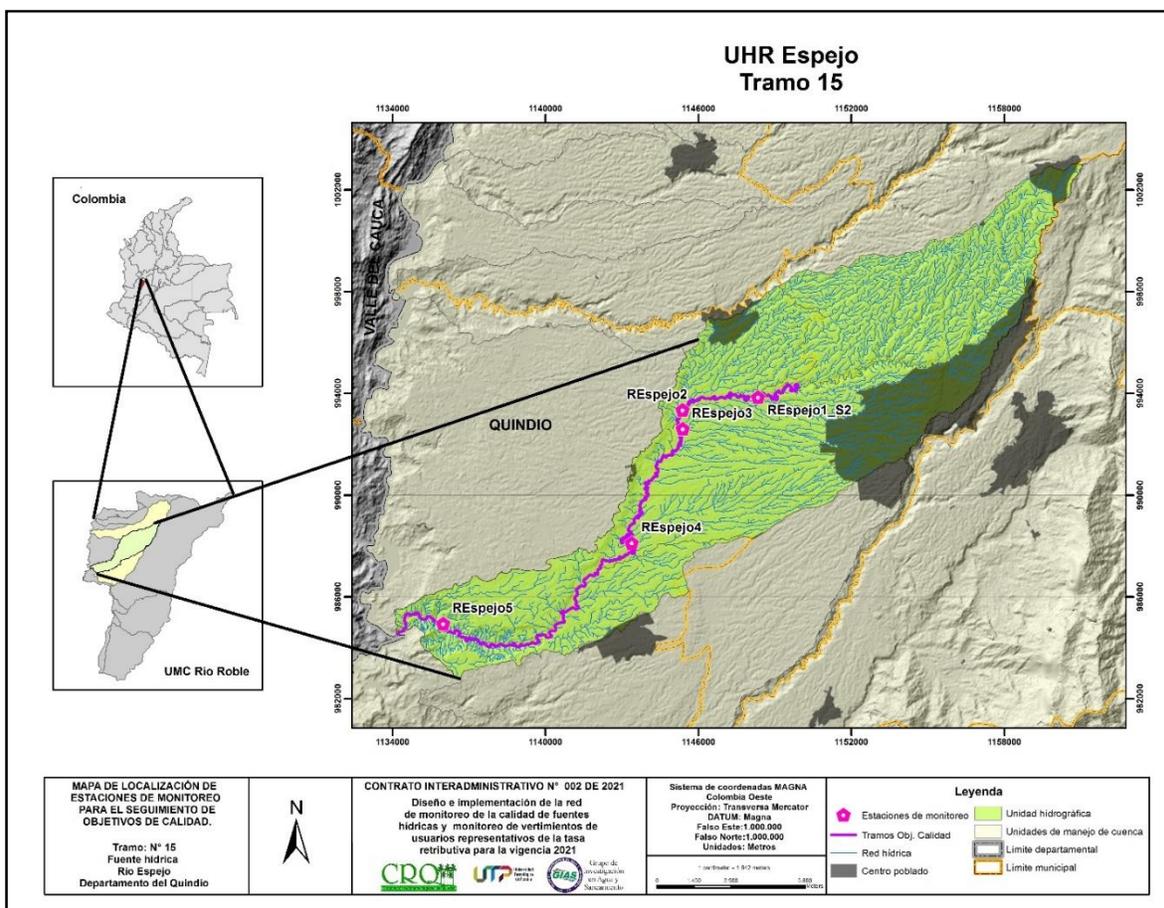


Figura 55. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Espejo

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 20 de diciembre de 2021. En la Tabla 134 se presenta en detalle la localización de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y sitio de muestreo.

Tabla 134. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo río Espejo

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
15	Río Espejo	REspejo1_S2	Inicio del tramo, antes de la confluencia con la quebrada Armenia	Montenegro	Santa Rita	-75,740871	4,539393	20/12/2021
		REspejo2	Antes de la confluencia con la quebrada Cajones (Montenegro)	Montenegro	Risaralda	-75,767574	4,534964	
		REspejo3	Antes de la confluencia con la quebrada La Camelia	Armenia	Pueblo Tapao	-75,767471	4,528222	
		REspejo4	Antes de la confluencia con la quebrada El Reposo	Montenegro	Platanillal	-75,785563	4,487689	
		REspejo5	Final del tramo, antes de la desembocadura al Río La Vieja	Montenegro	Guaico	-75,852273	4,459183	

#### 4.2.10.1. Ensayos *in-situ* río Espejo

A partir de los ensayos *in situ* tomados en el río Espejo, se pudo determinar que los valores de pH se encontraron en un rango entre 7,38 y 7,97 UpH, a excepción de la estación REspejo3 que presentó un valor menor de 6,11 UpH. Esta disminución de pH registrado en la estación de monitoreo REspejo3 es asociada principalmente al aporte realizado por los tributarios en especial la quebrada Cajones (Montenegro) (Tabla 135).

Los valores de conductividad eléctrica se mostraron constantes, presentando el mayor incremento en la estación REspejo2 con respecto a la estación REspejo1\_S2 con una diferencia de 43,00  $\mu$ S/cm. Los valores de temperatura medidos en cada una de las estaciones de monitoreo presentaron el mayor incremento para la estación REspejo3 alcanzando los 23,00 °C (Tabla 135).

La medida del parámetro de caudal se realizó para las estaciones REspejo1\_S2 y REspejo4, evidenciando un aumento de caudal hacia la parte baja del tramo, debido a tributarios o descargas sobre la corriente hídrica. En las demás estaciones no se realizó el aforo de caudal, debido a que el día programado para el monitoreo se presentaron altas precipitaciones que provocaron la crecida del cauce, lo que impidió que el equipo técnico y los equipos contaran con las condiciones para realizar la medición.

Tabla 135. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Espejo

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
REspejo1_S2	7,97	92,00	20,00	3,933
REspejo2	7,38	135,00	20,00	ND*
REspejo3	6,11	100,00	23,00	ND*
REspejo4	7,42	129,00	22,00	9,708
REspejo5	7,72	124,00	22,00	ND*

\*ND: No determinado

#### 4.2.10.2. Resultados ensayos de laboratorio río Espejo

Conforme a los resultados reportados para los ensayos realizados en los laboratorios, se evidenciaron mayores valores en los parámetros de  $\text{DBO}_5$ , DQO y sólidos suspendidos totales para las estaciones REspejo3, obteniendo 37,00  $\text{mg O}_2/\text{L}$  de  $\text{DBO}_5$ , 83,40  $\text{mg O}_2/\text{L}$  de DQO y 428,00  $\text{mg/L}$  de SST. Esta estación está ubicada aguas abajo de la confluencia con la quebrada Cajones (Montenegro), además de otros tributarios que estarían afectando la calidad del río Espejo. El parámetro de Grasas y Aceites se mantuvo en un valor de 10  $\text{mg/L}$  para todas las estaciones (Tabla 136).

Los valores reportados para los parámetros de nitritos, nitratos y nitrógeno amoniacal fluctúan a lo largo de las estaciones de monitoreo. Los valores de nitratos se registraron por debajo de 2,69  $\text{mg N-NO}_3/\text{L}$  presentando su mayor valor en la estación REspejo5. Los valores de nitritos determinados en laboratorio se encontraron en un rango entre 0,102 y 0,312  $\text{mg N-NO}_2/\text{L}$ , y el nitrógeno amoniacal entre 0,72 y 2,50  $\text{mg N-NH}_3/\text{L}$  (Tabla 136).

Los parámetros asociados a metales medidos en los laboratorios presentaron valores inferiores del límite de cuantificación de los métodos para cada una de las estaciones de monitoreo ubicadas en el río Espejo. Por su parte, los parámetros de coliformes totales y coliformes fecales presentaron los máximos valores para la estación REspejo1\_S2 en 48.840 NMP/100 mL y 9.340 NMP/100 mL respectivamente, lo que permite inferir que para estas variables podrían tener un efecto disolutivo principalmente en la fuente hídrica.

Tabla 136. Resultados de los análisis de laboratorio río Espejo

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados				
			Río Espejo (tramo 15)				
			REspejo1_S2	REspejo2	REspejo3	REspejo4	REspejo5
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	7,33 ±0,17	18,7 ±0,43	37,40 ±0,86	17,30 ±0,40	20,80 ±0,48
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50 ±1,54	38,20 ±0,43	83,40 ±9,51	27,50 ±3,14	31,60 ±3,60
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	24,90 ±1,05	362,00 ±4,35	428,00 ±18,0	125,00 ±5,25	172,00± 7,22
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	2,32 ±0,08	2,58 ±0,09	1,59 ±0,05	2,50 ±0,09	2,69 ±0,009
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,255 ±0,02	0,16 ±0,013	0,312 ±0,026	0,246 ±0,02	0,102 ±0,009
QUIMICONTR OL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,72 ±0,024 5	1,09 ±0,0371	1,54 ±0,0522	2,50 ±0,0849	1,49 ±0,0508
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	15,50 ±0,78	5,25 ±0,26	14,40 ±0,70	9,23 ±0,46	9,88 ±0,102
	Nitrógeno total	mg N/L	18,10 ±1,87	7,99 ±0,83	16,30 ±1,70	12,00 ±1,24	12,00 ±1,24
LQA	Fósforo Total	mg P - PO <sub>4</sub> /L	0,2400 ±0,01	0,73 ±0,03	0,71 ±0,03	0,08 ±0,03	0,46 ±0,02
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001 ±0,06	<0,001 ±0,06	<0,001 ±0,06	<0,001 ±0,06	<0,001 ±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	8,90	8,90	7,40	8,00	8,50
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	48.840	17.329	41.060	3.448	8.664
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	9.340	860	960	84	613

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.10.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) río Espejo

Se realizó el cálculo de los índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) para el río Espejo teniendo en cuenta los resultados del monitoreo año 2021. En la Tabla 137 se observa el resultado del análisis del ICA-IDEAM para las distintas estaciones de monitoreo, encontrando el mayor valor en la estación REspejo1\_S2 ubicada al inicio del tramo antes de la desembocadura de la quebrada Armenia con un valor de 0,7909 y el menor valor se presentó en la estación REspejo3 antes de la confluencia con la quebrada La Camelia con un índice de calidad de 0,4366, obteniendo una clasificación de “Mala”, donde el parámetro de sólidos suspendidos totales influyo en el bajo índice de calidad. Las demás estaciones se ubicaron en el rango de 0,60 a 0,65 ubicándose en la clasificación de “Regular”.

Tabla 137. Cálculo del ICA-IDEAM río Espejo

Tramo		Corriente hídrica										Subíndices ICA						ICA-IDEAM												
Estación	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de	Demanda química de	Sólidos suspendidos	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación											
																				msnm	°C	UpH	µs/cm	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NA
15	Río Espejo	REspejo4	1211	1219	1220	REspejo1_S2	1258	22,00	23,000	6,11	100,00	7,40	7,42	129,00	8,00	106,8400	27,50	125,00	12,00	0,080	150	0,1700	0,1097	0,0867	0,1071	0,1500	0,0255	0,6490	Regular	
		REspejo3	1219	23,000	6,11	100,00	7,40	7,42	129,00	8,00	106,8870	27,50	125,00	12,00	0,080	150	0,1700	0,0000	0,0213	0,1253	0,0946	0,0255	0,1700	0,0000	0,0867	0,1032	0,1500	0,0255	0,4366	Mala
		REspejo2	1220	20,00	7,38	135,00	8,90	7,97	92,00	8,90	114,3047	38,20	362,00	7,99	0,730	11	0,1700	0,0000	0,0867	0,1032	0,1500	0,1020	0,1700	0,0000	0,0867	0,1032	0,1500	0,0255	0,6119	Regular
		REspejo1_S2	1258	20,00	7,97	92,00	8,90	7,97	92,00	8,90	114,8301	13,50	24,90	18,10	0,240	75	0,1700	0,1607	0,1547	0,1300	0,1500	0,0255	0,1700	0,1607	0,1547	0,1300	0,1500	0,0255	0,7909	Aceptable



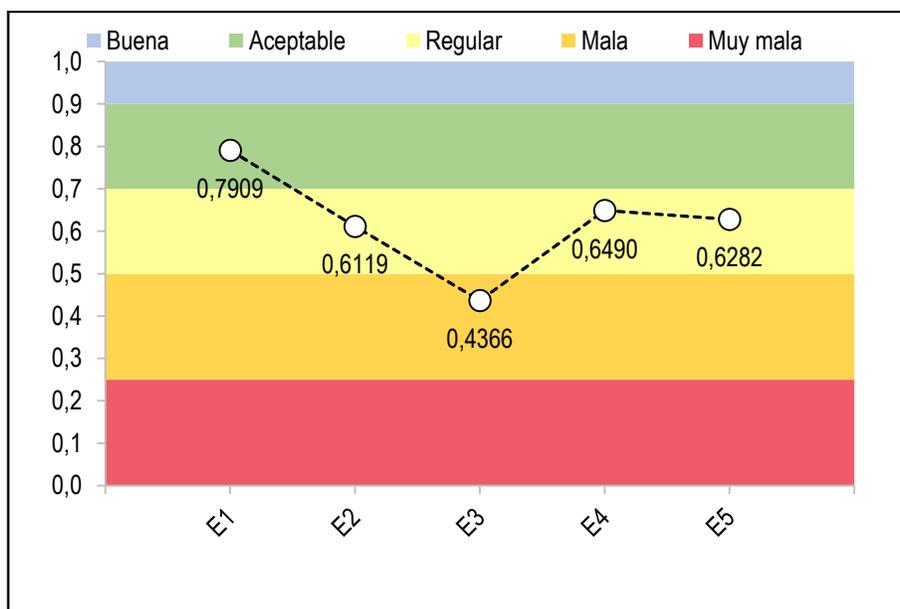


Figura 56. Resultado ICA-IDEAM río Espejo

#### 4.2.10.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 río Espejo

A partir de los valores obtenidos en campo y en laboratorio se realiza la comparación con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual se define los usos para el tramo quince (15) correspondientes a navegación y transporte acuático; se observa que para la estación REspejo1\_S2 se cumple con todos los valores límites de los parámetros, en el caso de la estación REspejo2 y REspejo5 no se cumple con los valores límites en los parámetros de Demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales. Para la estación REspejo3 los parámetros de Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno y Sólidos suspendidos totales se encuentran por fuera de los valores límites establecidos. Por último, en la estación REspejo4 se cumple con los valores de la Resolución a excepción de los sólidos suspendidos totales (Tabla 138).

Tabla 138. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Espejo

Parámetro (s)	Unidades	Resultados					Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Río Espejo (tramo15)					
		REspejo1_S2	REspejo2	REspejo3	REspejo4	REspejo5	
pH	pH (UpH)	7,97	7,38	6,11	7,42	7,72	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	7,33	18,7	37,40*	17,30	20,80	<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	38,20*	83,40*	27,50	31,60*	<30,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados					Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Río Espejo (tramo15)					
		REspejo1_S2	REspejo2	REspejo3	REspejo4	REspejo5	
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	24,90	362,00*	428,00*	125,00*	172,00*	<50,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	2,32	2,58	1,59	2,50	2,69	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,255	0,16	0,312	0,246	0,102	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,72	1,09	1,54	2,50	1,49	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	15,50	5,25	14,40	9,23	9,88	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	18,10	7,99	16,30	12,00	12,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,2400	0,73	0,71	0,08	0,46	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,100
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,200
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,100
Coliformes totales	NMP/100 mL	48.840	17.329	41.060	3.448	8.664	<50.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	9.340	860	960	84	613	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	8,90	8,90	7,40	8,00	8,50	>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.



Tabla 139. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Cajones (Montenegro)

Tramo	Fuente Hídrica	Nombre estación de Monitoreo	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
16	Quebrada Cajones	QCajMont1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Montenegro	Montenegro	La Cabaña	-75,740211	4,571575	20/12/2021
		QCajMont2	Después del casco urbano de Montenegro	Montenegro	Baraya	-75,761675	4,549663	
		QCajMont3	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Espejo	Montenegro	Baraya	-75,768904	4,535241	

#### 4.2.11.1. Ensayos *in-situ* quebrada Cajones (Montenegro)

En la Tabla 140 se presentan los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo de la quebrada Cajones Montenegro, observando que los valores de pH se encuentran en un rango entre 7,02 y 7,33 UpH, lo que indica que la presencia de los tributarios o descargas provenientes de actividades antrópicas no afectan de manera significativa los valores de este ensayo; de otro lado, la conductividad presentó una tendencia aumentar registrando un valor máximo de 166  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la estación QCajMont2, para posteriormente disminuir su valor a 132  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en su última estación.

La temperatura presenta una disminución para la estación QCajMont2 registrando 21,00 °C y para las demás estaciones se obtuvo un valor de 23,00 °C; esta variación puede responder a la cobertura y uso del suelo correspondiente a la estación de monitoreo QCajMont2, que impide que la radiación solar llegue directamente al cauce por la presencia de cobertura boscosa.

Por su parte, el caudal tuvo una fluctuación a lo largo del tramo monitoreado. El valor medido para la estación QCajMont2 fue de 1,269  $\text{m}^3/\text{s}$  y aguas abajo en la estación QCajMont3 se obtuvo 0,602  $\text{m}^3/\text{s}$ ; se puede inferir que se realizan derivaciones del recurso para diferentes usos.

Tabla 140. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Cajones (Montenegro)

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura (°C)	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QCajMont1	7,02	82,00	23,00	0,034
QCajMont2	7,33	166,00	21,00	1,269
QCajMont3	7,30	132,00	23,00	0,602

#### 4.2.11.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Cajones (Montenegro)

Los resultados reportados por los laboratorios para el monitoreo de la calidad de la corriente hídrica evidencian que para los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO, sólidos suspendidos totales y coliformes fecales se presentaron los máximos valores en la estación QCajMont2. Teniendo en cuenta que la estación está ubicada aguas abajo del tramo urbano del municipio de Montenegro, la existencia de descargas de aguas residuales domésticas y no domésticas podrían causar variaciones en los parámetros indicados. El ensayo de grasas y aceites se mantuvo por debajo del límite cuantificación del método para todas las estaciones de monitoreo.

Las mediciones de nitratos para las estaciones de QCajMont1 y QCajMonte3 evidenciaron una alta concentración de estos compuestos, lo que indica que la corriente hídrica puede ser receptora de fertilizantes usados en cultivos aledaños o de aguas residuales domésticas. Los ensayos de nitritos y nitrógeno amoniacal presentaron una tendencia a incrementarse a lo largo de las estaciones.

Las concentraciones registradas para los metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) se encontraron por debajo del límite de cuantificación de los métodos. En la siguiente Tabla 141 se muestran las concentraciones reportadas para todos los parámetros en las estaciones de monitoreo de la quebrada Cajones Montenegro.

Tabla 141. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Cajones (Montenegro)

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada Cajones (Montenegro) (tramo 16)		
			QCajMont1	QCajMont2	QCajMonte3
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98±0,05	28,30±0,65	5,11±0,12
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50±1,54	48,20±4,59	13,50±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	7,60±0,32	31,80±1,34	12,40±0,52
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00±0,44	<10,00±0,44	<10,00±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	3,03±0,10	<0,500	2,67±0,09
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0166 ±0,0014	0,265±0,022	0,566±0,047
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,72±0,0245	0,982±0,334	1,29±0,0438
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	12,30±0,60	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	6,80±0,62	12,70±1,20	5,14±0,46
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	<0,03±0,001	0,73±0,03	0,16±0,01
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06	<0,001±0,06	<0,001±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada Cajones (Montenegro) (tramo 16)		
			QCajMont1	QCajMont2	QCajMonte3
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	8,80	7,40	8,20
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	48.840	77.010	92.080
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	42,60	4.786	298,10

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.11.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Cajones (Montenegro)

La estimación del ICA-IDEAM para la quebrada Cajones (Montenegro) se realizó para los tres (3) estaciones de monitoreo ubicadas entre las zonas aguas arriba del municipio de Montenegro y antes de su desembocadura en el río Espejo, pasando por el casco urbano de Montenegro. Para todos los puntos se obtuvieron valores ubicados en el rango de "Aceptable". En la siguiente tabla (Tabla 142) se puede observar los resultados de los subíndices del ICA-IDEAM y la clasificación para cada una de las estaciones de la quebrada Cajones (Montenegro).

Tabla 142. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Cajones (Montenegro)

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud msnm	Temperatura del agua °C	pH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno %	Demanda química de mg/L	Sólidos suspendidos mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA						ICA-IDEAM	
														I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
16	Quebrada Cajones	QCajMont	1336	23,00	7,02	82,00	8,80	121,6798	13,50	7,60	6,80	0,03	227	0,1700	0,1695	0,1547	0,1357	0,1500	0,0255	0,8055	Aceptable
16	Quebrada Cajones	QCajMont	1262	21,00	7,33	166,00	7,40	97,4748	48,20	31,80	12,70	0,73	17	0,1657	0,1572	0,0442	0,0818	0,1500	0,1360	0,7349	Aceptable

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Subíndices ICA											ICA-IDEAM							
			msnm	°C	UpH	µs/cm	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NT/PT	I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA
		QCajMont3	1223	23,00	7,30	132,00	8,20	111,8477	13,50	12,40	5,14	0,16	32	0,1700	0,1671	0,1547	0,1051	0,1500	0,0255	0,7724	Acceptable

En la Figura 58 se puede evidenciar que para la estación QCajMont2 (E2) se reduce levemente el índice de calidad, lo que se podría relacionar con el aumento en valores de DQO, conductividad eléctrica y SST seguramente asociado a afectaciones por actividades antrópicas desarrolladas en el casco urbano. Finalmente, el índice aumenta para el punto QCajMont3 (E3), indicando una capacidad de asimilación de la corriente hídrica.

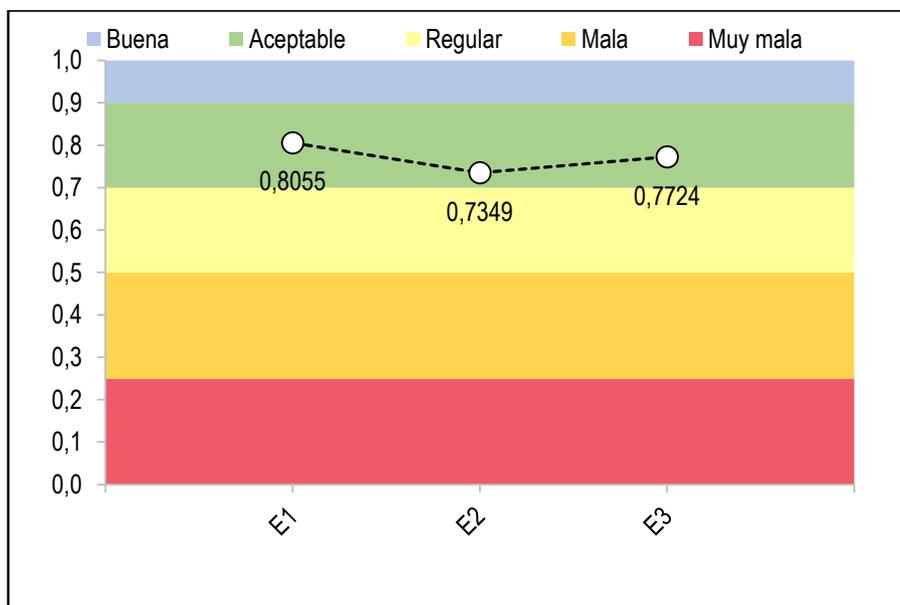


Figura 58. Resultado ICA-IDEAM quebrada Cajones (Montenegro)

#### 4.2.11.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Cajones Montenegro

Se compararon los valores obtenidos en campo y en laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en el cual define los usos para la navegación y transporte acuático para el tramo dieciséis (16). Se encontró que la estación QCajMont1 cumple con todos los valores límites establecidos en la resolución. Para la estación QCajMont2 no se cumple con los parámetros de Demanda química de oxígeno y coliformes totales mientras que para el resto de los parámetros se encuentran en los rangos establecidos. Para la estación QCajMont3 cumple con todos los valores permisibles a excepción del parámetro de coliformes totales (ver Tabla 143).

Tabla 143. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Cajones (Montenegro)

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Cajones Montenegro (tramo16)			
		QCajMont1	QCajMont2	QCajMont3	
pH	pH (UpH)	7,02	7,33	7,30	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	28,30	5,11	<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	48,20*	<13,50	<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	7,60	31,80	12,40	<50,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	3,03	0,50	2,67	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0166	0,265	0,566	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,72	0,982	1,29	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	12,30	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	6,80	12,70	5,14	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,03	0,73	0,16	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	48.840	77.010*	92.080*	<50.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	42,60	4.786	298,10	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	8,80	7,40	8,20	>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.2.12. Unidad hidrográfica quebrada La Tulia

Esta unidad hidrográfica está ubicada en el municipio de La Tebaida, su corriente principal nace hacia la zona sureste del casco urbano del municipio a los 1223 m.s.n.m. en las coordenadas Magna SIRGAS Oeste latitud 984036,30 y longitud 1143789,26 y desemboca en la quebrada La Jaramilla a la altura de 1121 m.s.n.m. en las coordenadas planas latitud 982769 y longitud 1140344,17 (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 59 se muestran la localización geográfica de las estaciones de monitoreo evaluadas para la UHQ La Tulia.

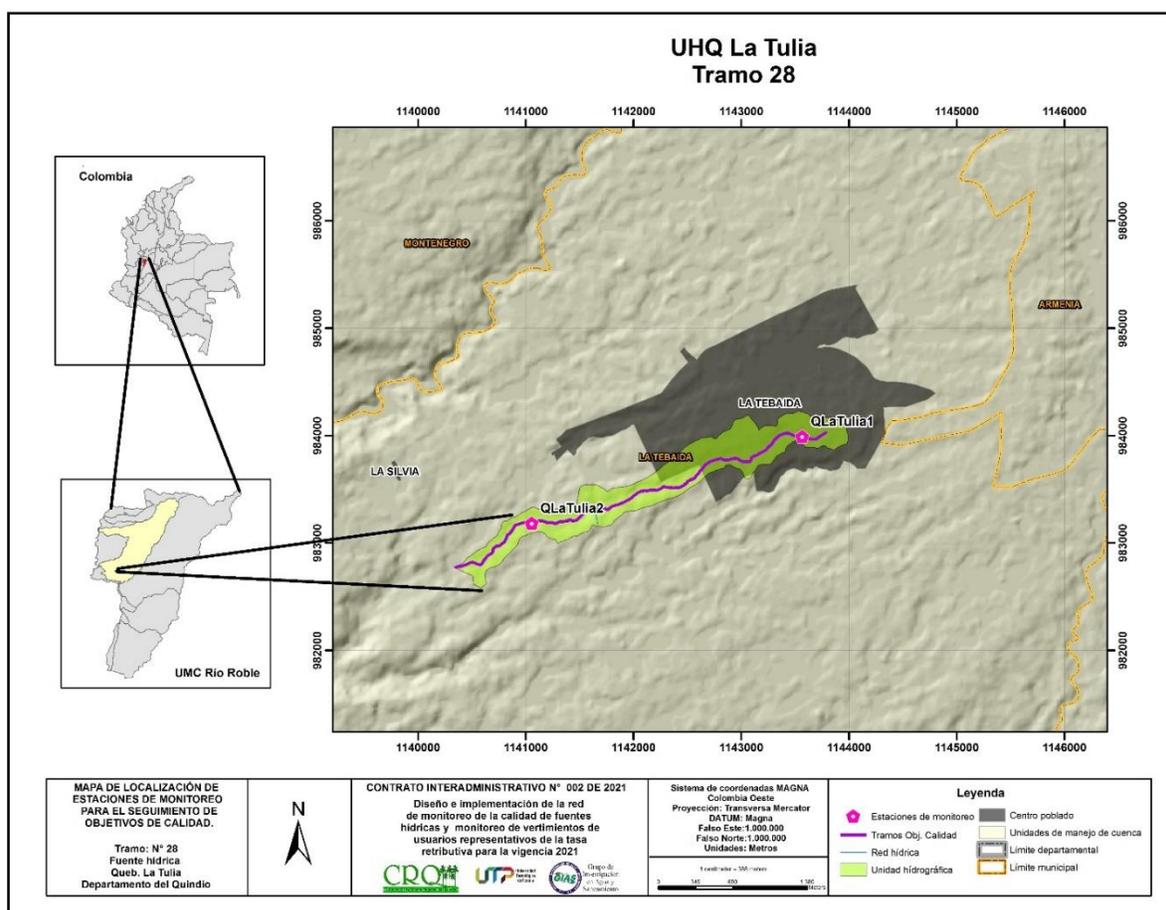


Figura 59. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Tulia

El tramo 28 de la quebrada La Tulia cuenta con dos (2) estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad hídrica. La toma de muestras se realizó el 27 de diciembre de 2021; en la siguiente tabla (Tabla 144) se presenta las coordenadas y la ubicación del sitio de muestreo para cada estación.

Tabla 144. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Tulia

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
28	Quebrada La Tulia	QLaTulia1	Inicio del tramo, nacimiento	La Tebaida	Casco urbano	-75,78407	4,450292	27/12/2021
		QLaTulia2	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada La Jaramilla	La Tebaida	La Jaramilla	-75,806691	4,443037	

#### 4.2.12.1. Ensayos *in-situ* quebrada La Tulia

La medición de parámetros en campo permitió determinar los datos presentados en la Tabla 145. En general los valores aumentaron para todos los parámetros medidos en campo. Es importante resaltar que la estación QLaTulia2 está ubicada debajo del casco urbano del municipio de La Tebaida donde la existencia de vertimientos puntuales al cauce de la quebrada La Tulia genera el incremento en la conductividad eléctrica, la variación del pH, y el aumento del caudal.

El parámetro de temperatura aumentó en 1,00 °C para la estación ubicada antes de la desembocadura de la quebrada La Tulia, presentando una variación poco significativa que podría ser causada por las condiciones ambientales o por las descargas provenientes de actividades antrópicas.

Tabla 145. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Tulia

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Temperatura (°C)	Caudal m³/s
QLaTulia1	6,24	180,00	21,00	0,0003453
QLaTulia2	7,32	345,00	22,00	0,064

#### 4.2.12.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada La Tulia

En concordancia con los resultados obtenidos mediante análisis de laboratorio para la evaluación de la calidad del agua en la quebrada La Tulia, se evidenció que los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO y grasas y aceites se mantuvieron iguales para las dos estaciones de monitoreo, para el DQO y grasas y aceites los resultados se encontraron por debajo a los límites de cuantificación del método de análisis.

Por su parte, los ensayos de nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, fósforo, coliformes totales y coliformes fecales mostraron incrementos, lo que se relaciona con la descarga de aguas residuales principalmente de tipo doméstico para el tramo monitoreado.

Los ensayos asociados a metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) presentaron valores por debajo de los límites mínimos de detección en laboratorio. Los resultados para todos los parámetros en las dos (2) estaciones de monitoreo ubicadas en la quebrada La Tulia se presentan en la Tabla 146.

Tabla 146. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Tulia

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada La Tulia (tramo 28)	
			QLaTulia1	QLaTulia2
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	9,00±1,00	9,00±1,00
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<20,00	<20,00
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	31,00±4,00	18,00±2,00
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,720±0,024	<0,500
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0725±0,0061	0,0800±0,0027
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,13±0,03830	13,90±0,4716
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	10,90±0,50
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	11,00±0,60
	Fósforo Total	mg P/L	0,2740±0,019	0,8770±0,062
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40	6,60
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	970,00	198.630,00
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,00	13.660,00

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.12.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada La Tulia

Se realizó la estimación del ICA-IDEAM para la quebrada La Tulia en las dos (2) estaciones de monitoreo, uno de ellos ubicado aguas abajo de su nacimiento y otro antes de su desembocadura en la quebrada La Jaramilla. En la siguiente tabla se puede observar los cálculos para determinar la clasificación del índice de calidad para cada estación, donde las estaciones QLaTulia1 y QLaTulia2 obtuvieron valores de 0,798 y 0,7204 respectivamente (Tabla 147).

Tabla 147. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Tulia

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua °C	pH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de mg/L	Sólidos suspendidos mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA					ICA-IDEAM	
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA
28	Quebrada La Tulia	QLaTulia1	1224	21,00	6,24	180,00	6,40	83,9168	20,00	31,00	4,00	0,274	15	0,1427	0,1576	0,1547	0,0717	0,1012	0,1020	0,7298	Acceptable
		QLaTulia2	1189	22,00	7,32	345,00	6,60	87,9093	20,00	18,00	11,00	0,877	13	0,1494	0,1642	0,1547	0,0000	0,1500	0,1020	0,7204	Acceptable

Para ambos puntos el índice presentó valores ubicados en la clasificación “Acceptable”, evidenciando una leve disminución para la estación QLaTulia2 (E2) que se puede asociar al aumento en la conductividad eléctrica en comparación la estación QLaTulia1 (E1) (Figura 60).

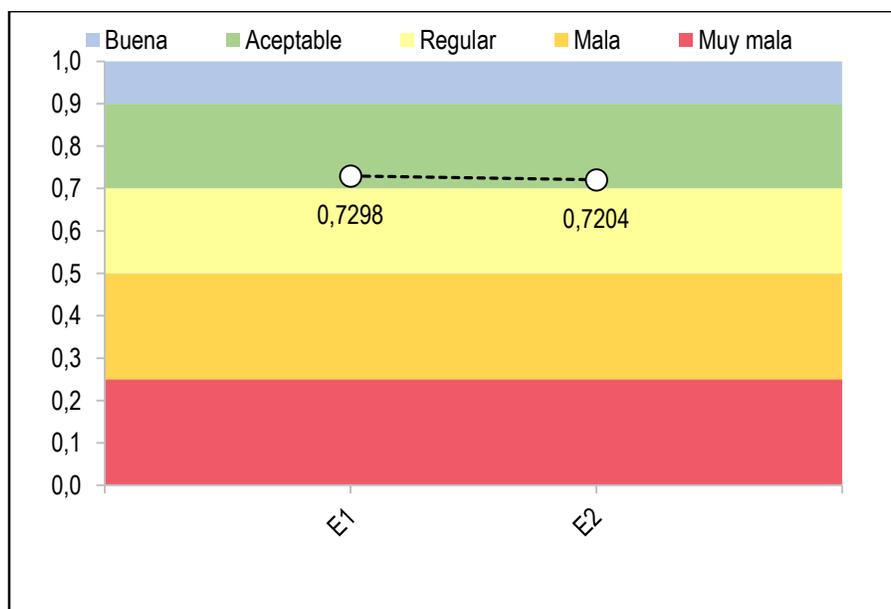


Figura 60. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Tulia

#### 4.2.12.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada La Tulia

A partir de la comparación de los valores obtenidos en campo y en laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual define los usos para el tramo veintiocho (28) correspondiente a consumo humano y doméstico (solo desinfección y tratamiento convencional), uso agrícola con restricciones y uso recreativo con contacto primario, se evidencia que en el caso de la estación QLaTulia1 cumple con la mayoría de los parámetros, sin embargo, no cumple con los valores máximos en los parámetros de sólidos suspendidos totales y nitrógeno amoniacal. Con respecto a la estación QLaTulia2 se presenta una situación similar a la anteriormente mencionada ya que no se cumple con los parámetros de nitrógeno amoniacal y coliformes totales (Tabla 148).

Tabla 148. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Tulia

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada La Tulia (tramo28)		
		QLaTulia1	QLaTulia2	
pH	pH (UpH)	6,24	7,32	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	9,00	9,00	<20,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<20,00	<20,00	<25,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	31,00*	18,00	<30,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,720	0,500	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0725	0,0800	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,13*	13,90*	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	10,90	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	11,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,274	0,877	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	970,00	198.630,00*	<35.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,00	13.660,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40	6,60	>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.2.13. Unidad hidrográfica quebrada La Jaramilla

La quebrada La Jaramilla nace en la vereda El Edén del municipio de La Tebaida a una altura de 1237 m.s.n.m., en las coordenadas con proyección Magna SIRGAS Oeste latitud 985696,34 y longitud 1145503,99 y desemboca en la quebrada Cristales a la altura de la vereda Pisamal en las coordenadas latitud 980152 y longitud 1138214,85 a los 1066 m.s.n.m. (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 61 se presenta la ubicación de las tres (3) estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad del tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020.

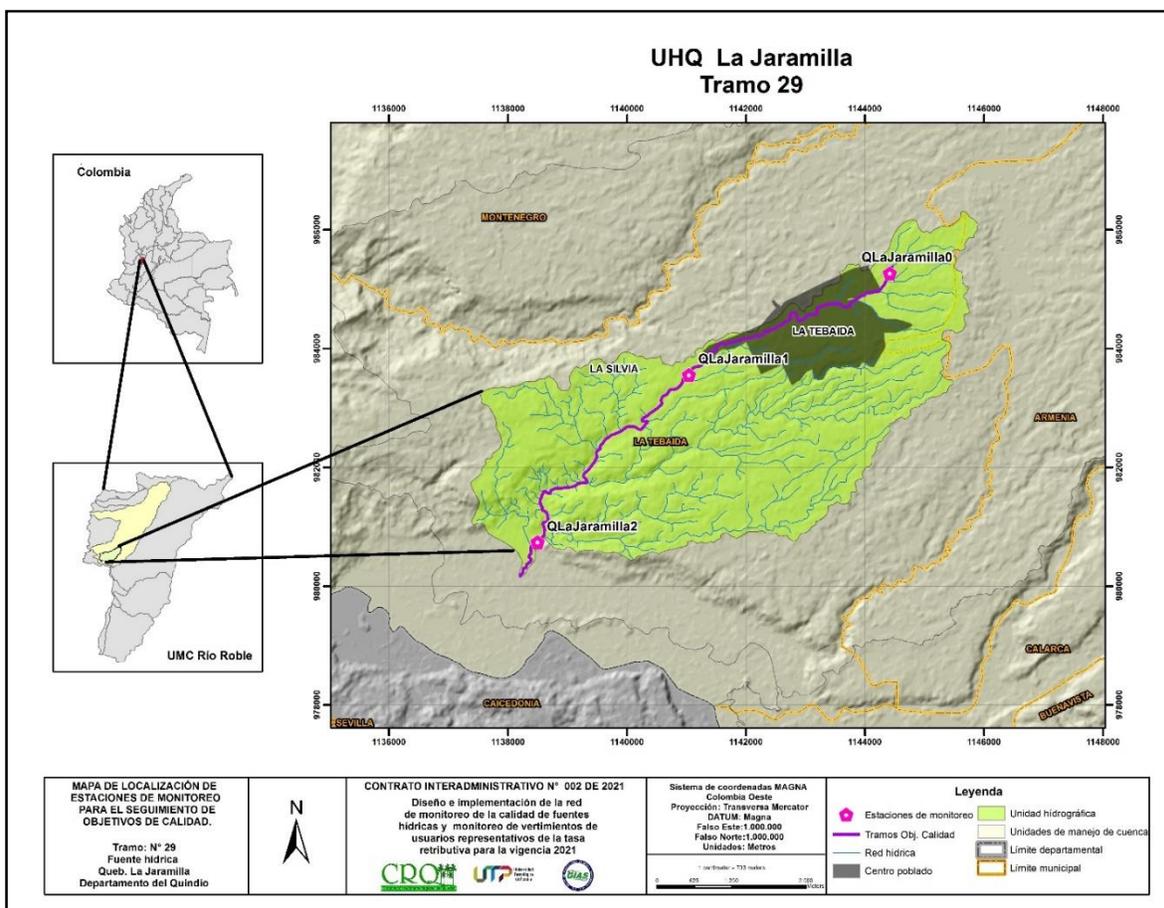


Figura 61. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Jaramilla

La campaña de monitoreo en las estaciones de la quebrada La Jaramilla, se realizó el día 27 de diciembre de 2021. En la Tabla 149 se muestra detalladamente el nombre de la estación de monitoreo, sitio de toma de muestras y las coordenadas de localización de las estaciones.

Tabla 149. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Jaramilla

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
29	Quebrada La Jaramilla	QLaJaramilla0	Inicio del tramo, antes del casco urbano de La Tebaida	La Tebaida	El Guayabal	-75,776336	4,461855	27/12/2021
		QLaJaramilla1	Después del casco urbano de La Tebaida	La Tebaida	La Jaramilla	-75,806779	4,446436	
		QLaJaramilla2	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada Cristales	La Tebaida	Pisamal	-75,829743	4,421011	

#### 4.2.13.1. Ensayos *in-situ* quebrada La Jaramilla

De acuerdo con la información registrada en campo, a lo largo de las estaciones se puede evidenciar un aumento en las unidades de pH, sin embargo, esta variación se encuentra dentro un rango de pH neutro, de esta manera se evidencia que los vertimientos presentes en el tramo no generan un impacto significativo sobre este ensayo. En el caso de la conductividad eléctrica, la estación QLaJaramilla1 presenta el valor máximo de 320  $\mu\text{S/cm}$ , lo cual permite inferir que descargas en el tramo urbano tengan un efecto sobre este parámetro en la corriente, así mismo para la temperatura, que registra el valor máximo de 23,00 °C para esta estación.

Para el parámetro de caudal se encontró un aumento entre las estaciones QLaJaramilla0 y QLaJaramilla2 lo que se puede relacionar con aportes por descargas y tributarios en el tramo. Para la estación QLaJaramilla1 no se realizó medición del caudal teniendo en cuenta que las condiciones del sitio de muestreo no eran adecuadas al momento de la jornada de monitoreo. La Tabla 150 presenta los resultados de los ensayos en campo (*in situ*) para cada una de las estaciones de la quebrada La Jaramilla.

Tabla 150. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada La Jaramilla

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura (°C)	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QLaJaramilla0	6,53	239,00	22,00	0,015
QLaJaramilla1	7,54	320,00	23,00	ND*
QLaJaramilla2	7,64	184,00	21,00	0,912

\*ND: No determinado

#### 4.2.13.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada La Jaramilla

Las concentraciones de DBO<sub>5</sub> y DQO presentaron valores altos para la estación QLaJaramilla0 de 40,00 mg O<sub>2</sub>/L y 68,5 mg O<sub>2</sub>/L respectivamente. Para las estaciones QLaJaramilla1 y QLaJaramilla2 los parámetros se redujeron hasta valores inferiores a los límites de cuantificación de los métodos, lo que podría indicar una buena capacidad de asimilación de la corriente hídrica. El parámetro de sólidos suspendidos totales presentó una tendencia similar. En el caso del oxígeno disuelto, los valores fueron aumentando a lo largo de las estaciones, alcanzando un valor máximo de 7,40 mg O<sub>2</sub>/L para la estación QLaJaramilla2.

Las concentraciones de los nitratos se registraron por debajo de los límites de cuantificación del método para las estaciones QLaJaramilla0 y QLaJaramilla1, y para la estación QLaJaramilla2 aumentó hasta 2,58 mg N-NO<sub>3</sub>/L, lo que podría indicar procesos de oxidación en la corriente hídrica. Para el caso de los nitritos y el nitrógeno amoniacal se presentaron mayores concentraciones en la estación QLaJaramilla1, por lo anterior se infiere aportes de fuentes nitrogenadas al cauce principal (ver Tabla 151).

Los metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) registraron concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los métodos para todas las estaciones. Los coliformes fecales tuvieron un incremento a lo largo de las estaciones, mientras que los coliformes totales presentaron una alta concentración en la estación QLaJaramilla1 (Tabla 151).

Tabla 151. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Jaramilla

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada La Jaramilla (tramo 29)		
			QLaJaramilla0	QLaJaramilla1	QLaJaramilla2
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	40,00 ±5,00	<5,00	<5,00
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	68,50 ±4,30	<20,00	<20,00
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	62,00 ±7,00	11,00 ±1,00	<10,00
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	2,580 ±0,090
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0712 ±0,0060	0,409 ±0,029	0,03990 ±0,0033
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	2,18 ±0,0742	6,04 ±0,2055	2,94 ±0,0998
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	9,11	4,77	<4,00

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada La Jaramilla (tramo 29)		
			QLaJaramilla0	QLaJaramilla1	QLaJaramilla2
			±0,46	±0,24	
	Nitrógeno total	mg N/L	9,20 ±0,90	5,68 ±0,490	4,56 ±0,41
	Fósforo Total	mg P/L	0,6730 ±0,0479	0,3580 ±0,025	0,2950 ±0,021
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40	6,50	7,40
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	86.640	241.960	52.470
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	275,00	1.334	13.380

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.13.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada La Jaramilla

Los resultados obtenidos del cálculo del ICA-IDEAM fueron a partir de la información obtenida en la campaña de monitoreo del año 2021. En la siguiente tabla se puede observar los valores del ICA IDEAM, donde la estación QLaJamilla0 obtuvo el menor valor con un resultado del índice de calidad de 0,5774 y las estaciones QLaJaramilla1 y QLaJaramilla2 obtuvieron valores 0,7586 y 0,8399 respectivamente (Tabla 152)



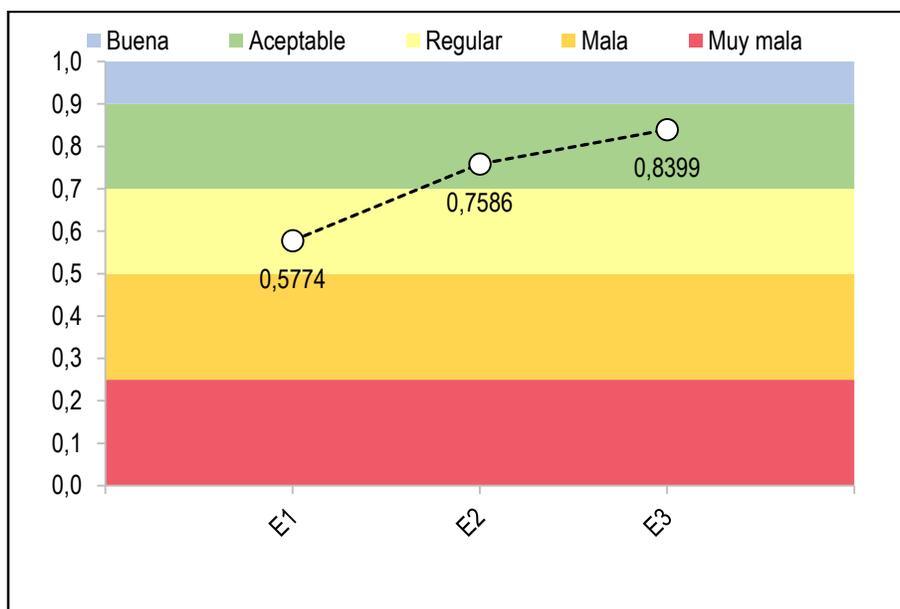


Figura 62. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Jaramilla

#### 4.2.13.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada La Jaramilla

Por medio del análisis de la información resultante de las jornadas de campo y laboratorio, se realiza la comparación de los datos obtenidos frente a la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual se establecen usos correspondientes al consumo humano y doméstico (desinfección y tratamiento convencional), usos agrícolas con restricciones y uso recreativo con contacto primario para el tramo veintinueve (29), se aprecia en la estación QLaJaramilla0 incumplimiento de los valores máximos definidos para los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub>, Demanda Química de Oxígeno DQO, Nitrógeno amoniacal y coliformes totales, igualmente para los tramos QLaJaramilla1 y QLaJaramilla2 no cumplen con los parámetros de Nitrógeno amoniacal y coliformes totales. El resto de los parámetros analizados se encuentran dentro del rango aceptado en esta resolución (Tabla 153).

Tabla 153. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Jaramilla

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada La Jaramilla (tramo29)			
		QLaJaramilla0	QLaJaramilla1	QLaJaramilla2	
pH	pH (UpH)	6,53	7,54	7,64	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	40,00*	<5,00	<5,00	<20,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	68,50*	<20,00	<20,00	<25,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada La Jaramilla (tramo29)			
		QLaJaramilla0	QLaJaramilla1	QLaJaramilla2	
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	62,00*	11,00	<10,00	<30,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	2,580	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0712	0,409	0,03990	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	2,18*	6,04*	2,94*	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	9,11	4,77	4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	9,20	5,68	4,56	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,6730	0,3580	0,2950	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	86.640,00*	241.960,00*	52.470,00*	<35.000,00
Coliformes fecales	NMP/100 mL	275,00	1.334,00	13.380,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40	6,50	7,40	>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.2.14. Unidad hidrográfica quebrada La Aldana

La unidad hidrográfica de la quebrada La Aldana está localizada en el área metropolitana de Armenia. Nace aproximadamente en la carrera 15 con calle 19A norte entre las coordenadas latitud 995833,62 y longitud 1157602,50 a los 1579 m.s.n.m. y desemboca al norte del casco urbano, sobre la quebrada Hojas Anchas a 1485 m.s.n.m. con coordenadas latitud 995482,70 y longitud 1156215,53. Recorre parte de la vereda La Aldana (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 63 se puede observar el mapa de localización geográfica del tramo treinta y dos (32) y la georreferenciación de la estación de monitoreo sobre la quebrada.

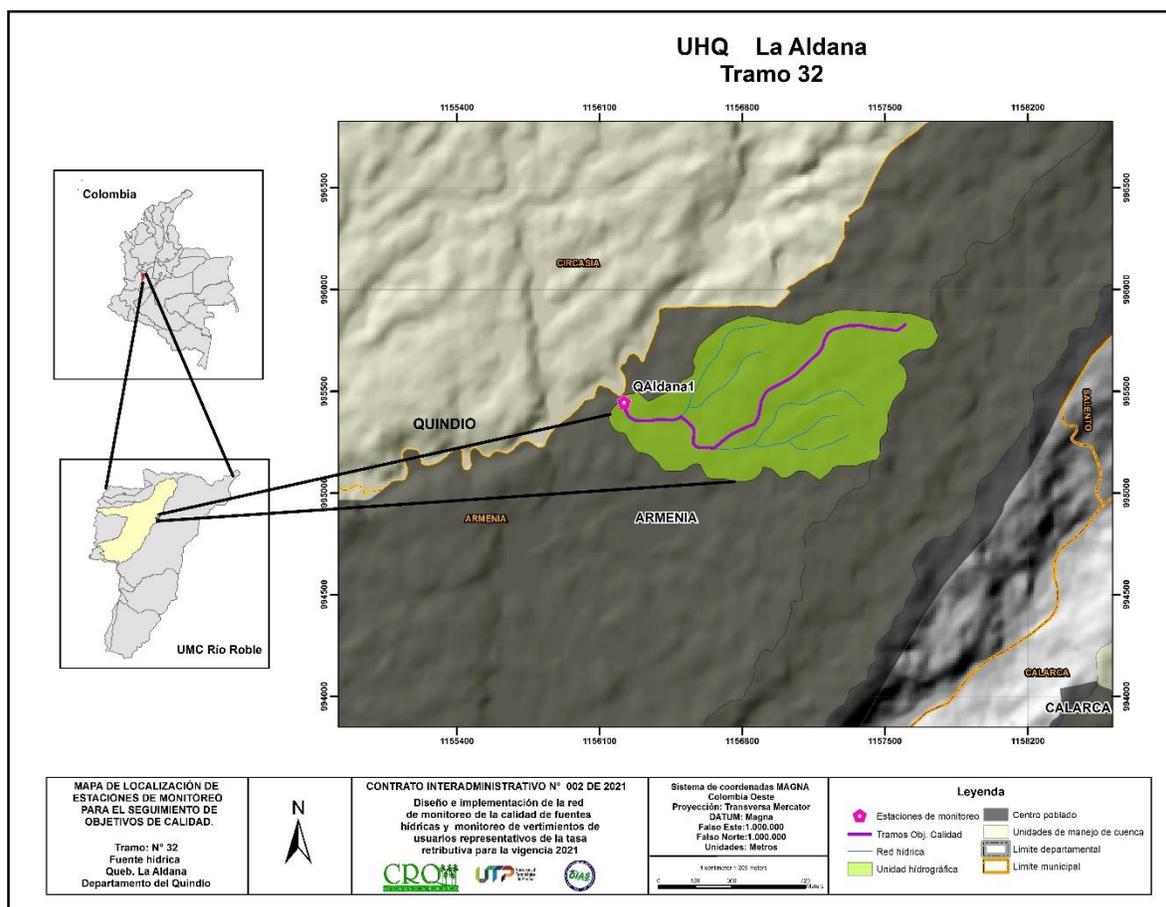


Figura 63. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada La Aldana

El tramo treinta y dos (32) de la quebrada La Aldana cuenta con una estación de monitoreo para la evaluación de la calidad de la fuente superficial. El monitoreo se realizó el 03 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla se presenta en detalle la localización y sitio de muestreo (Tabla 154).

Tabla 154. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada La Aldana

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
32	Quebrada La Aldana	QAldana1	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada Hojas Anchas	Armenia	Casco urbano	-75,669879	4,553658	03/12/2021

#### 4.2.14.1. Ensayos *in-situ* quebrada La Aldana

En relación con los datos *in situ* reportados para la quebrada La Aldana, se encontró un valor de pH de 6,39 UpH y de conductividad eléctrica de 282  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los bajos valores de pH y altos valores de conductividad eléctrica encontrados en la estación antes de la desembocadura a la quebrada Hojas Anchas, pueden estar relacionados con los aportes de aguas residuales domésticas de la zona urbana de Armenia. A continuación, se puede observar los resultados de los ensayos tomados en campo para la estación de monitoreo (ver Tabla 155).

Tabla 155. Ensayos determinados en campo, en la estación de monitoreo de la quebrada La Aldana

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QAldana1	6,39	282,00	21,00	0,414

#### 4.2.14.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada La Aldana

En los resultados de laboratorio obtenidos para la estación ubicada en la quebrada La Aldana, se evidenciaron concentraciones de  $\text{DBO}_5$  de 10,00  $\text{mg O}_2/\text{L}$ , de DQO de 50,60  $\text{mg O}_2/\text{L}$  y SST de 28,00  $\text{mg}/\text{L}$ ; por lo anterior, se puede inferir que las concentraciones altas tienen relación a los vertimientos directos o descargas residuales presentes en la quebrada. Así mismo, para los ensayos de nitrógeno total y amoniacal las concentraciones encontradas fueron de 22,90  $\text{mg N}/\text{L}$  y 17,00  $\text{mg N-NH}_3/\text{L}$  respectivamente; estas concentraciones también pueden tener relación con los vertimientos en el trayecto del tramo estudiado.

Por su parte, las concentraciones reportadas de fósforo total, las grasas y aceites, y los metales pesados (cromo, níquel, mercurio y plomo) se encuentran inferiores a los límites de cuantificación del método, representando concentraciones mínimas para su detección. En cuanto a la concentración reportada de coliformes totales fue de 5475 NMP/100 mL y de coliformes fecales de 110,6 NMP/100 mL. A continuación, en la Tabla 156 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para la estación de monitoreo, donde también se especifican los laboratorios.

Tabla 156. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada La Aldana

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados
			Quebrada Aldana (tramo 32)
			QAldana1
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	10,00±1,30
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	50,60±3,16
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	28,00±1,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	17,00±0,5787
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	22,80±0,55
	Nitrógeno total	mg N/L	22,90±0,55
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	5.475,00
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	110,60
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,20

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.14.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada La Aldana

Se estimó el ICA-IDEAM para la estación de monitoreo QAldana1 (E1) ubicada antes de la desembocadura a la quebrada Hojas Anchas, presentando un valor en el rango "Regular" principalmente relacionado con los valores de los parámetros DQO, conductividad eléctrica y la relación Nitrógeno/Fósforo calculada. En la Tabla 157 se puede ver los valores de los subíndices y los resultados del cálculo del ICA. Donde obtuvo un valor de 0,5039.

Tabla 157. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada La Aldana

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Subíndices ICA													ICA-IDEAM					
			msnm	°C	pH	µs/cm	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NA	$I_{\%sat.}$	$I_{SST}$	$I_{DOO}$	$I_{CE}$	$I_{pH}$	$I_{NT/PT}$	ICA
32	Quebrada La Aldana	QAldana1	1490	21,00	6,39	282,00	7,20	97,4862	50,60	28,00	22,90	0,050	458	0,1657	0,1591	0,0442	0,0000	0,1094	0,0255	0,5039	Regular

En la Figura 64 se puede observar el ICA-IDEAM para la estación QAldana1 teniendo una clasificación de "Regular". El bajo índice de calidad de la corriente posiblemente se presenta por la descarga directa de las aguas residuales domésticas municipales en la fuente hídrica.

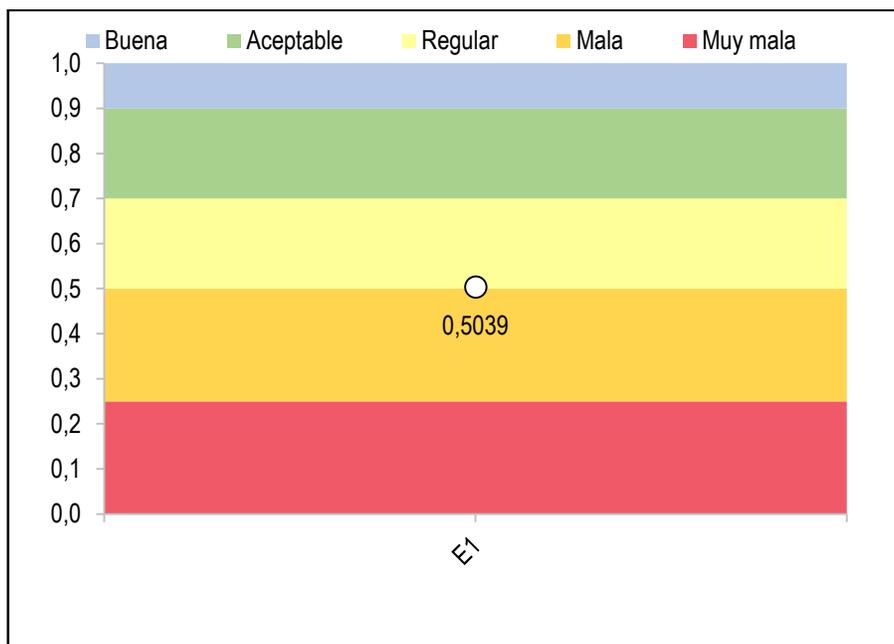


Figura 64. Resultado ICA-IDEAM quebrada La Aldana

#### 4.2.14.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada La Aldana

A partir de la comparación de los valores obtenidos en campo y en laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual define los usos para navegación y transporte acuático para el tramo treinta y dos (32), se evidencia que las concentraciones cumplen con la mayoría de los valores máximos para los diferentes parámetros, sin embargo, para los parámetros de demanda química de oxígeno y nitrógeno amoniacal no se cumple con lo establecido en la Resolución (ver Tabla 158).

Tabla 158. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada La Aldana

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Aldana (tramo32)		
		QAldana1		
pH	pH (UpH)	6,39		5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	10,00		<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	50,60*		<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	28,00		<50,00
Grasas & Aceites (G&A)**	mg/L	<1,00		Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500		<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005		
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	17,00*		<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	22,80		Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	22,90		Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05		Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02		<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05		<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001		<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10		<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	5.475,00		<50.000,00
Coliformes fecales	NMP/100 mL	110,60		Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,20		>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.2.15. Unidad hidrográfica quebrada Las Yeguas

La unidad hidrográfica de la quebrada Las Yeguas se encuentra localizada en el municipio de Circasia, su cauce principal nace hacia el noroeste de la cabecera municipal a una altura de 1789 (m.s.n.m.) y desemboca sobre la quebrada Hojas Anchas a los 1318 (m.s.n.m.) en la vereda San Antonio (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020 (tramo 33) está comprendido aguas arriba del casco urbano hasta la desembocadura a la quebrada Hojas Anchas. En la Figura 65 se puede observar la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de la quebrada Las Yeguas.

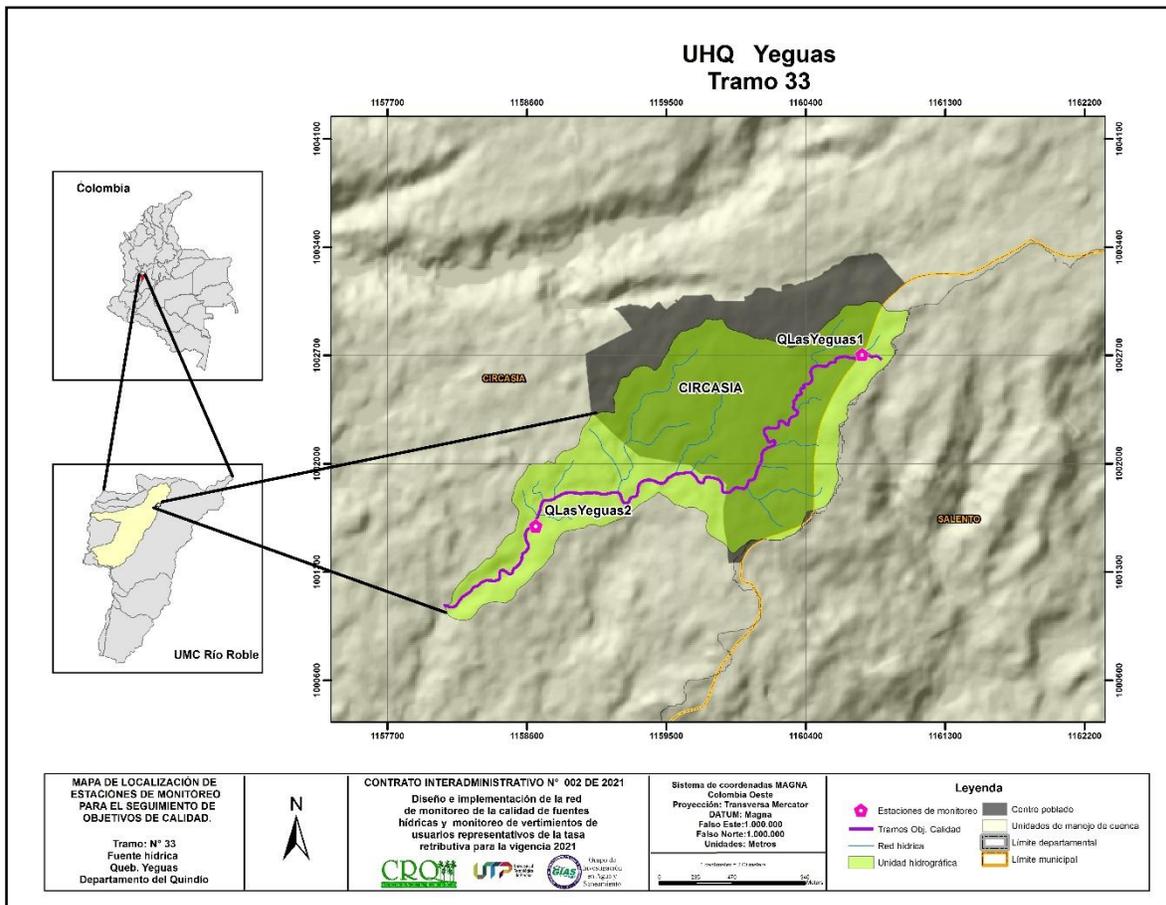


Figura 65. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Las Yeguas

La campaña de monitoreo en las estaciones de la quebrada Las Yeguas, se realizó el día 3 de diciembre de 2021. En la Tabla 159 se muestra detalladamente el nombre de la estación de monitoreo, sitio de toma de muestras y las coordenadas de localización de las estaciones.

Tabla 159. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Las Yeguas

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
33	Quebrada Las Yeguas	QLasYeguas1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Circasia	Circasia	El Congal	-75,62882	4,619193	03/12/2021
		QLasYeguas2	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada Hojas Anchas	Circasia	Barcelona Alta	-75,64781	4,609226	

#### 4.2.15.1. Ensayos *in-situ* quebrada Las Yeguas

Según los datos obtenidos en campo para las estaciones de monitoreo de la quebrada Las Yeguas se puede evidenciar que los parámetros medidos no presentan variaciones significativas en el caso del pH, la conductividad eléctrica y la temperatura. Teniendo en cuenta que la corriente hídrica presenta un tramo urbano, se puede inferir que la presencia de descargas de aguas residuales domésticas y no domésticas, así como los aportes de cauces tributarios pueden afectar los valores de conductividad eléctrica que se encuentran por encima de los 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , así como el aumento del caudal. En la siguiente tabla (Tabla 160) se presentan los valores de todos los parámetros medidos en campo para todas las estaciones de monitoreo.

Tabla 160. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Las Yeguas

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QLasYeguas1	6,40	297,00	21,50	0,001656
QLasYeguas2	6,87	224,00	22,00	0,168

#### 4.2.15.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Las Yeguas

En la Tabla 161 se muestran los resultados entregados por los laboratorios para el monitoreo de calidad de la corriente hídrica, evidenciando que los ensayos de  $\text{DBO}_5$  y DQO tienen una tendencia a aumentar la concentración de una estación a otra, lo que puede indicar la presencia de vertimientos provenientes del casco urbano del municipio de Circasia para este tramo.

La medición de nitratos para la estación de QYeguas1 evidencia una alta concentración, lo que indica que la corriente hídrica puede ser receptora de las actividades pecuarias aledañas a la estación, teniendo una tendencia a disminuir para la estación QYeguas2. Para los ensayos de nitritos y nitrógeno amoniacal

presentaron una predisposición a incrementarse a lo largo de las estaciones obteniendo concentraciones para la estación QYeguas2 de 2,28 mg N-NO<sub>2</sub>/L y 5,44 mg N-NH<sub>3</sub>/L.

Las concentraciones registradas para los SST, G&A, fósforo total y metales (níquel, mercurio y plomo) se encontraron por debajo del límite de cuantificación de los métodos para ambas estaciones. Con relación al ensayo del cromo para la estación QYeguas1 presento concentración de 0,021 mg Cr/L, pero luego disminuye su concentración en la estación QYeguas2, no presentando diferencias significativas entre las estaciones de monitoreo.

Los coliformes totales y fecales registran un valor máximo en la última estación de 4.366 NMP/100 mL y 2.613 NMP/100 mL respectivamente, donde se puede inferir la descarga de vertimientos de tipo domésticos, no domésticos o tributarios que pudieron aumentar la presencia de coliformes fecales para la estación de monitoreo QYeguas2.

Tabla 161. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Las Yeguas

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Yeguas (tramo 33)	
			QYeguas1	QYeguas2
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	9,00±1,20
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	13,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	5,21±0,18	0,54±0,02
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,714	2,28±0,1911
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58±0,0197	5,44±0,1851
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	8,68±0,43
	Nitrógeno total	mg N/L	7,72±0,70	11,50±1,19
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	0,0210±0,001	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	3.448,00	4.366,00
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	387,30	2.613,00
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,30	7,10

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.15.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Las Yeguas

El cálculo del ICA-IDEAM se realizó para los dos puntos de monitoreo ubicados sobre la quebrada las Yeguas, aguas arriba del casco urbano del municipio de Circasia y antes de la desembocadura en la quebrada Hojas Anchas. En la Tabla 162 se presentan los resultados de los cálculos de los subíndices y el valor del índice de calidad para cada una de las estaciones de la quebrada Las Yeguas.

Tabla 162. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Las Yeguas

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua °C	pH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de	Demanda química de mg/L	Sólidos suspendidos mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA						ICA-IDEAM	
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
33	Quebrada Las Yeguas	QLasYeguas1	1824		21,50	6,40	297,00	6,30	89,7017	2,00	10,00	7,72	0,050	154,4	0,1525	0,1683	0,1547	0,0000	0,1099	0,0255	0,6109	Regular
		QLasYeguas2	1729		22,00	6,87	224,00	7,10	100,9374	13,00	10,00	11,50	0,050	230	0,1700	0,1683	0,1547	0,0382	0,1404	0,0255	0,6971	Regular

El valor del índice obtenido para cada estación correspondió al rango “Regular” con una tendencia leve en aumento, asociado a los parámetros de conductividad eléctrica y pH principalmente. En la siguiente figura (Figura 66) se muestra la clasificación del ICA para las estaciones del tramo treinta y tres (33).

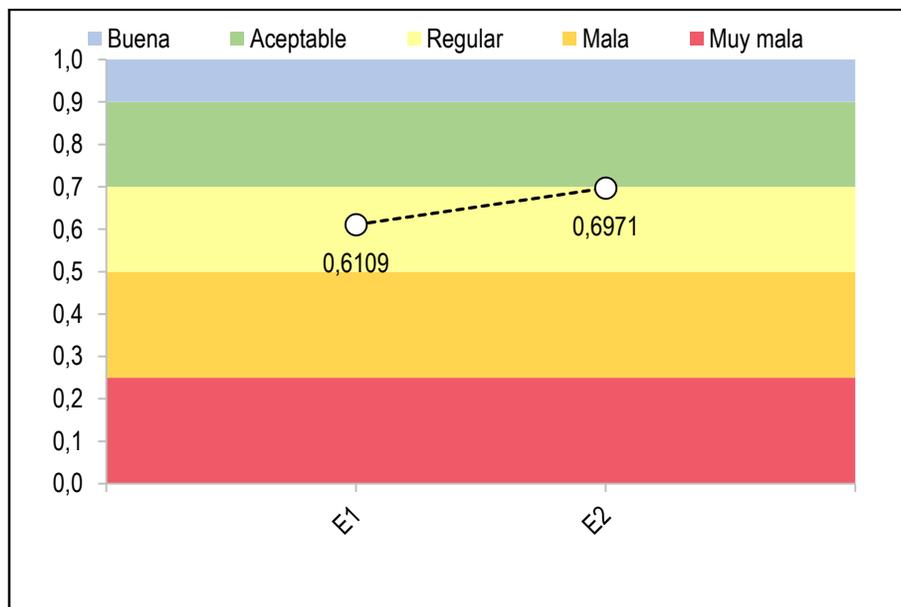


Figura 66. Resultado ICA-IDEAM quebrada Las Yeguas

#### 4.2.15.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Las Yeguas

Los resultados obtenidos tanto en campo como en laboratorio fueron comparados frente a los objetivos de calidad definidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, la cual ordena usos correspondientes a la preservación de flora y fauna, usos agrícolas sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario e industrial para el tramo treinta y tres (33). De esta manera se evidenció que en la estación QYeguas1 no se cumple con el parámetro de oxígeno disuelto; de otro lado, la estación QYeguas2 en el valor de nitrógeno amoniacal no cumple con los objetivos dispuestos en esta resolución. En cuanto al resto de parámetros, se encuentran dentro de los valores máximos acordados (ver Tabla 163).

Tabla 163. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Las Yeguas

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Yeguas (tramo33)		
		QYeguas1	QYeguas2	
pH	pH (UpH)	6,40	6,87	6,5-8,
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	9,00	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	13,00	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	<10,00	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	5,21	0,542	<10,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Yeguas (tramo33)		
		QYeguas1	QYeguas2	
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,714	2,28	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58	5,44*	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	8,68	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	7,72	11,50	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	0,021	<0,02	0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	3.448,00	4.366,00	5.000,00
Coliformes fecales	NMP/100 mL	387,30	2.613,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,30*	7,10	7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.2.16. Unidad hidrográfica quebrada El Reposo

Nace desde la confluencia de la Quebrada Argelia con la Quebrada Santa Rita entre las coordenadas latitud 1152041,31 y longitud 991235,97 (proyección Magna SIRGAS Oeste) a 1353 m.s.n.m., y converge sobre el río Espejo a los 1180 m.s.n.m. en las coordenadas latitud 1,143473,18 y longitud 988038,32 (Universidad del Tolima y Corporación Autónoma Regional del Quindío, 2019). El monitoreo de la fuente superficial se realizó el jueves 02 de diciembre de 2021. En la siguiente figura (Figura 67) se muestra en detalle la localización de las estaciones de monitoreo y el tramo con objetivo de calidad.

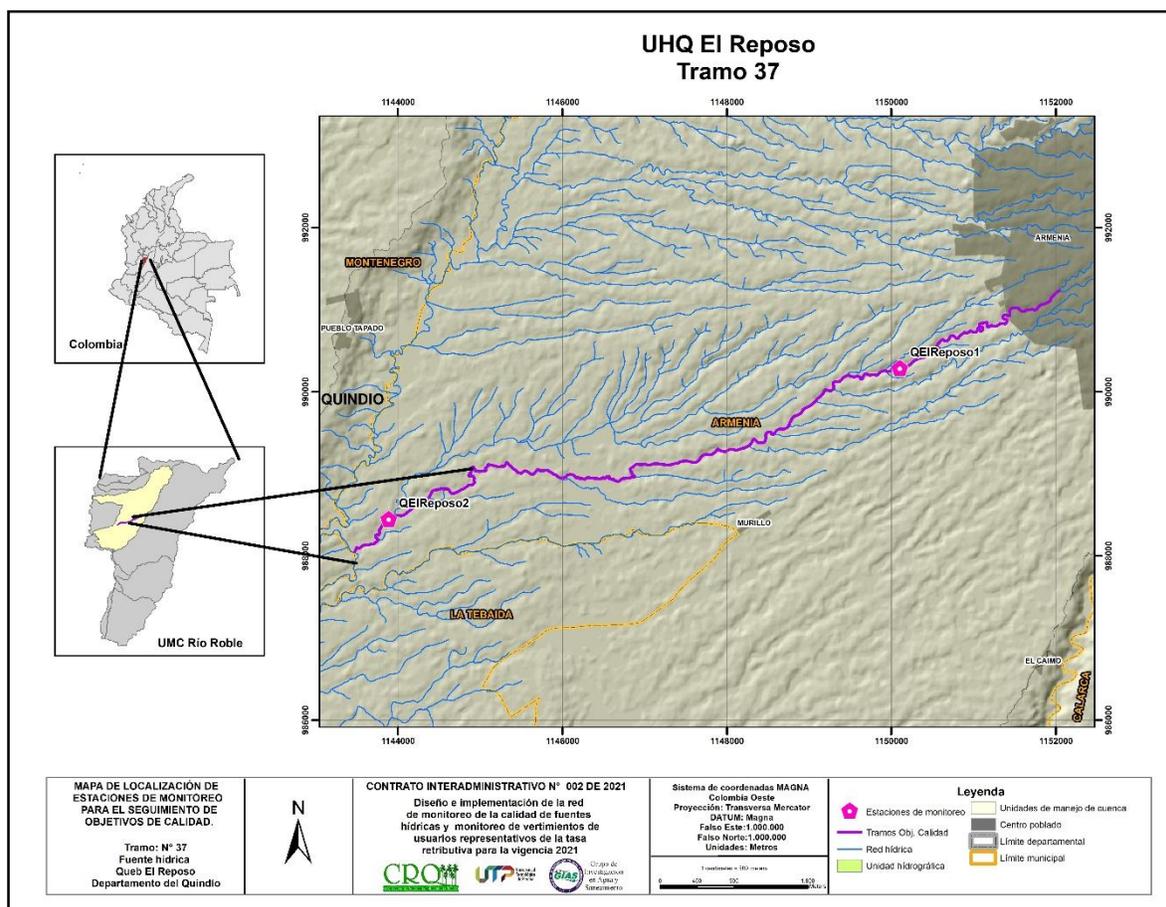


Figura 67. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad Quebrada El Reposo

Cabe resaltar que, de acuerdo con la sectorización hidrográfica, la corriente inicia con el nombre (Quebrada Santa Rita) y adquiere el nombre (Quebrada El Reposo), teniendo en cuenta lo anterior, la estación ubicada al final del tramo de la Quebrada Santa Rita se convierte en la estación inicial del tramo Quebrada El Reposo. En la Tabla 164 se muestran las estaciones de monitoreo evaluadas para la UHQ El Reposo.

Tabla 164. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo la Quebrada El Reposo

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
10	Quebrada Santa Rita	QStaRita1	Estación antes de la confluencia a la quebrada El Reposo	Armenia	Casco urbano	-75,707441	4,515972	02/12/2021
37	Quebrada El Reposo	QEIREposo1	Aguas abajo de la descarga de la PTAR La Marina	Armenia	Puerto Espejo	-75,725099	4,507122	
		QEIREposo2	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Espejo	Armenia	La Revancha	-75,7811	4,490613	

#### 4.2.16.1. Ensayos *in-situ* quebrada El Reposo

De acuerdo con la información registrada en campo, entre las estaciones QStaRita1 y QEIREposo2, se puede evidenciar un aumento en el caudal, el cual puede estar relacionado con los aportes de los tributarios y de los vertimientos del municipio de Armenia. En relación con el ensayo de conductividad, se presenta un incremento significativo entre la estación QStaRita1 y QEIREposo2 (195 y 565  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente), para posteriormente tener un descenso en el valor de conductividad eléctrica en la última estación (QEIREposo2). Así mismo, el ensayo de pH, se observan variaciones entre las estaciones de monitoreo, reportando para la estación QStaRita1 un pH de 6,60 UpH y para la estación QEIREposo1 de 5,94 UpH, este último con una tendencia a pH ácidos, para posteriormente presentar un aumento de su valor antes de la confluencia de la quebrada El Reposo al río Espejo (QEIREposo2) (Tabla 165).

Lo anterior nos puede indicar la capacidad de asimilación de la quebrada frente a los vertimientos directos. Los resultados de los ensayos realizados en campo (*in situ*) para cada una de las estaciones de la quebrada El Reposo se muestran a continuación (ver Tabla 165):

Tabla 165. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada El Reposo

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QStaRita1	6,60	195,00	21,00	0,052
QEIREposo1	5,94	565,00	22,00	0,416
QEIREposo2	6,50	157,00	20,00	1,327

#### 4.2.16.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada El Reposo

Se puede observar en la Tabla 166 las concentraciones de DBO<sub>5</sub> y DQO para la quebrada El Reposo, evidenciando una disminución de los valores de estos ensayos entre las estaciones QEIReposo1 y QEIReposo2. Para la estación después del casco urbano de Armenia (QEIReposo1) se encontraron concentraciones de DBO<sub>5</sub> de 120 mgO<sub>2</sub>/L y de DQO de 456 mgO<sub>2</sub>/L, y para la estación QEIReposo2 se ve una recuperación y asimilación de la corriente hídrica obteniendo concentraciones de 8,00 mgO<sub>2</sub>/L DBO<sub>5</sub> y 41,90 mgO<sub>2</sub>/L para DQO.

Así mismo para los ensayos de nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y fósforo total, tienen una tendencia a disminuir su concentración entre las estaciones QEIReposo1 y QEIReposo2, lo cual permite deducir que no hay presencia de fuentes nitrogenadas en los tributarios de la quebrada El Reposo y por procesos de dilución de la corriente hídrica ayuda a la disminución en la concentración para estos ensayos antes de la desembocadura al río Espejo.

Los valores de los nitritos y nitratos presentan mayor concentración en la estación QEIReposo2, por lo que posiblemente por procesos de oxidación del nitrógeno amoniacal da origen a nitritos y nitratos y por ende al aumento de estos. Por su parte, los parámetros de coliformes totales y coliformes fecales presentaron los máximos valores para la estación QEIReposo1 86.640 NMP/100 mL y 14.940 NMP/100 mL respectivamente, teniendo una predisposición para disminuir su concentración en la estación QEIReposo2, lo que permite inferir que para esta variable los valores podrían tener un efecto disolutivo principalmente al finalizar el tramo. A continuación, en la Tabla 166 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo

Tabla 166. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada El Reposo

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada El Reposo (tramo 37)		
			QStaRita1	QEIReposo1	QEIReposo2
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	5,00±1,0	120,00±16,0	8,00±1,0
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	462,00±28,0	41,90±2,61
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	34,00±4,0	81,00±9,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	17,90±2,11	1,00±1,0
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	3,21±0,11	<0,500	2,630±0,09
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,1880±0,01	0,0202±0,001	0,862±0,07

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada El Reposo (tramo 37)		
			QStaRita1	QEIReposo1	QEIReposo2
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,21±0,0413	33,10±1,1257	2,21±0,0751
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	37,90±1,90	4,82±0,24
	Nitrógeno total	mg N/L	4,91±0,31	38,00±2,68	8,31±0,84
	Fósforo Total	mg P/L	0,101	5,98±0,74	0,207±0,03
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	0,027±0,002	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	19.863	86.640	15.531
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	145,0	14.940	2.178
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,26	6,32	6,28

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.2.16.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada El Reposo

Se realizó la estimación del ICA-IDEAM en tres (3) estaciones de monitoreo de la quebrada El Reposo, en base a los resultados del monitoreo de calidad año 2021. En la Tabla 167 se muestra el cálculo de los subíndices asociado a cada parámetro y el valor del ICA para cada una de las estaciones monitoreadas.

Tabla 167. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada El Reposo

37		Tramo	
Quebrada El Reposo		Corriente hídrica	
QEIREposo2	QEIREposo1	QStarita1	Estación
1211	1311	1379	mshnm
20,00	22,00	21,00	Temperatura del agua
6,50	5,94	6,60	pH
157,00	565,00	195,00	Conductividad eléctrica
6,28	6,32	6,26	Oxígeno disuelto
80,5679	85,4284	83,6310	% de Saturación de
41,90	462,00	2,00	Demanda química de
81,00	34,00	10,00	Sólidos suspendidos
8,31	38,00	4,91	Nitrógeno total
0,207	5,980	0,101	Fósforo total
40	6	49	NT/PT
		Subíndices ICA	
0,1370	0,1452	0,1422	I <sub>%sat.</sub>
0,1321	0,1561	0,1683	I <sub>SST</sub>
0,0442	0,0213	0,1547	I <sub>DQO</sub>
0,0882	0,0000	0,0606	I <sub>CE</sub>
0,1158	0,0866	0,1220	I <sub>pH</sub>
0,0255	0,0595	0,0255	I <sub>NT/PT</sub>
0,5427	0,4686	0,6733	ICA
Regular	Mala	Regular	Clasificación

En la siguiente figura se puede apreciar las clasificaciones del índice de calidad para cada una de las estaciones, iniciando con la estación localizada al inicio del tramo QStaRita1 (E1), la cual obtuvo una clasificación de “Regular”. Para la estación QReposo1 (E1) presenta el valor de índice más bajo adquiriendo una clasificación “Mala” lo que probablemente puede relacionarse con su ubicación aguas abajo de la descarga de la PTAR La Marina. Posteriormente, se nota una leve mejoría en la calidad del agua volviendo a obtener una clasificación de “Regular” antes de la desembocadura al río Espejo (Figura 68).

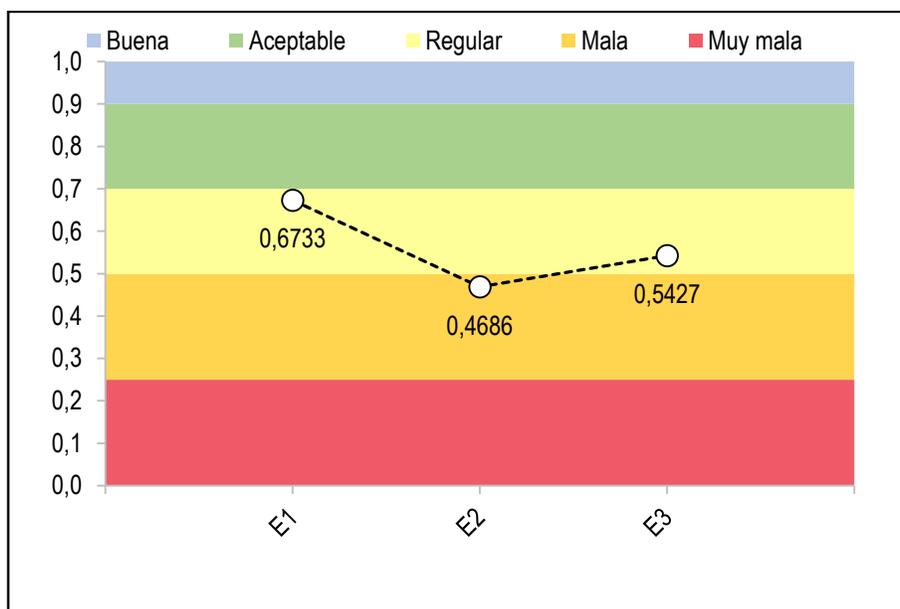


Figura 68. Resultado ICA-IDEAM quebrada El Reposo

#### 4.2.16.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada El Reposo

Como resultado de las jornadas de campo y laboratorio ejecutadas, se lleva a cabo una comparación con los valores establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en esta se establecen los usos correspondientes a la navegación y transporte acuático para el tramo treinta y siete (37). En concordancia, la estación QEIReposo1 no cumple con sus parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub>, Demanda Química de Oxígeno DQO, Grasas y Aceites, Nitrógeno Amoniacal y Coliformes Totales, para el caso de la estación QEIReposo2 incumple con los parámetros de Sólidos Suspendidos Totales y Demanda Química de Oxígeno. En cuanto al resto de parámetros, cumplen con los valores acordados en esta resolución. Con relación a la estación QStaRita1 cumple con los objetivos de calidad para todos los parámetros (Tabla 168).

Tabla 168. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada El Reposo

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada El Reposo (tramo37)			
		QStaRita1	QEIReposo1	QEIReposo2	
pH	pH (UpH)	6,60	5,94	6,50	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	120,00*	8,00	<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	462,00*	41,90*	<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<10,00	34,00	81,00*	<50,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada El Reposo (tramo37)			
		QStaRita1	QEIREposo1	QEIREposo2	
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	17,90*	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	3,21	<0,500	2,630	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,188	0,0202	0,862	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,21	33,10*	2,21	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	37,90	4,82	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	4,91	38,00	8,31	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,101	5,98	0,207	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	0,027	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	19.863	86.640,00*	15.531,00	<50.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	145,0	14.940,00	2.178,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,26	6,32	6,28	>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

### 4.3. Unidad de Manejo de Cuenca-UMC Quebrada Buenavista

La UMC quebrada Buenavista tiene recorren municipios de Quimbaya y Filandia donde se localizan cuatro (4) corrientes con tramos con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020, como las quebradas Buenavista, San José, Mina Rica y Agua Linda. A continuación, se identifican los tramos con objetivos de Calidad de las corrientes hídricas anteriormente mencionadas y la calidad de estas.

#### 4.3.1. Unidad hidrográfica quebrada Buenavista

La quebrada Buenavista nace a 1855 m.s.n.m. al suroeste del casco urbano del municipio de Filandia en la vereda Bambuco, y desemboca sobre el río La Vieja a la altura 995 m.s.n.m. en la vereda La Montaña (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo con objetivo de calidad (tramo 17) está comprendido aguas abajo de bocatoma de Quimbaya entre las coordenadas latitud 1003993,53 y longitud 1148882.06 (Magna SIRGAS Oeste) hasta la desembocadura al río La Vieja con coordenadas latitud 1003132,61 y longitud 1135978,93 (Magna SIRGAS Oeste). En la Figura 69 se puede observar la ubicación de las dos estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad del tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020.

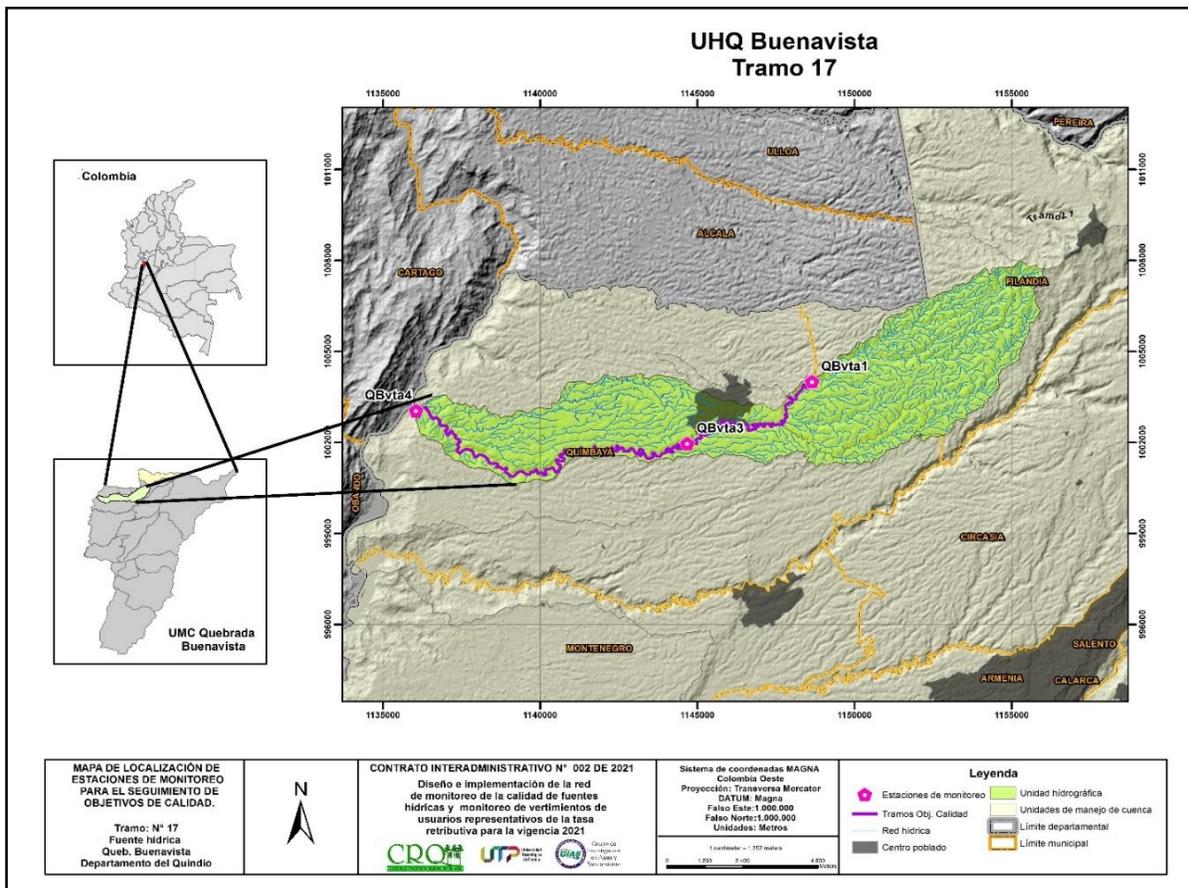


Figura 69. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Buenavista

La toma de muestras para el monitoreo de la quebrada Buenavista se realizó el día 17 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla (Tabla 169) se muestra en detalle el sitio de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y coordenadas de localización.

Tabla 169. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la Quebrada Buenavista

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
17	Quebrada Buenavista	QBvta1	Inicio del tramo	Quimbaya	Mesa Alto	-75,737915	4,631237	17/12/2021
		QBvta3	Aguas abajo del casco urbano de Quimbaya	Quimbaya	La Granja	-75,773668	4,612846	
		QBvta4	Final del tramo, antes de la desembocadura al río La Vieja	Quimbaya	La Montaña	-75,851434	4,622812	

#### 4.3.1.1. Ensayos in-situ quebrada Buenavista

De acuerdo con la información registrada en campo, entre las estaciones QBvta1 y QBvta4, se puede evidenciar un aumento en el caudal, el cual puede estar relacionado con los aportes de los tributarios y de los vertimientos del municipio de Quimbaya. En relación con el ensayo de conductividad, presenta una tendencia a crecer su valor de una estación a otra, donde la estación QBvta4 antes de la desembocadura al río La Vieja presentó un valor de 90,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En el caso del ensayo de pH, los valores reportados para las estaciones QBvta1 y QBvta4 están por encima de 6,70 UpH, apreciando una disminución entre la estación QBvta1 y QBvta3 donde esta última tiene un valor de 6,48 UpH, lo cual puede estar relacionado a los aportes de vertimientos municipales. A continuación, se puede observar los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo (ver Tabla 170).

Tabla 170. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Buenavista

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QBvta1	6,80	64,00	20,00	1,319
QBvta3	6,48	73,00	21,00	1,985
QBvta4	7,45	90,70	23,00	3,015

#### 4.3.1.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Buenavista

Las concentraciones de DBO<sub>5</sub> en las estaciones de monitoreo QBVta1 y QBVta4, se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método empleado para su para determinación. Para la estación QBVta3 se puede observar un aumento de la concentración de DBO<sub>5</sub>, con una tendencia a disminuir para la última estación. Con respecto a la concentración del DQO para todas las estaciones es inferior al límite de cuantificación del método.

La concentración de sólidos suspendidos totales tiene una tendencia a incrementar su valor entre las estaciones, esto podría estar relacionado con los vertimientos presentes en el tramo estudiado. Los valores de nitratos también aumentan sus concentraciones de una estación a otra, lo cual se infiere que se generan posibles descargas de abonos nitrogenados por escorrentía. Con relación a la concentración de los nitritos, nitrógeno amoniacal y fósforo en un comienzo se da un aumento entre las estaciones QBVta1 y QBVta3, para luego presentar una disminución en la concentración en la estación QBVta4, por lo anterior, se podría deducir que por procesos de dilución de la quebrada influya en la disminución de las concentraciones de estos ensayos (Tabla 171).

Las concentraciones de coliformes fecales y totales tienden a aumentar entre la estación QBVta1 y QBVta3, esto puede atribuirse a los aportes de los vertimientos urbanos del municipio a la quebrada, sin embargo, para la estación QBVta4 se presenta una disminución en la concentración de los ensayos microbiológicos con respecto a las estación anterior (QBVta3), lo cual puede estar relacionado a la capacidad de asimilación y autodepuración natural de la quebrada que ayuda a la reducción de la concentración de estos agentes microbiológicos.

En cuanto a los valores reportados para los metales (plomo, mercurio, níquel y cromo), las concentraciones están por debajo del límite de cuantificación del método para todas las estaciones. A continuación, en la Tabla 171 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo de la quebrada Buenavista.

Tabla 171. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Buenavista

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada Buena Vista (tramo 17)		
			QBVta1	QBVta3	QBVta4
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	1,98 ±0,05	2,64 ±0,06	1,98 ±0,06
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	3,00 ±0,13	11,80 ±0,50	16,40 ±0,69

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Quebrada Buena Vista (tramo 17)		
			QBVta1	QBVta3	QBVta4
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44	<10,00 ±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,790 ±0,027	1,45 ±0,05	1,69 ±0,06
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0136 ±0,0011	0,105 ±0,009	0,0232 ±0,0019
QUIMICONTRO L LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,764 ±0,0260	0,859 ±0,0292	<0,72 ±0,0245
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	<0,03 ±0,001	0,10 ±0,004	0,07 ±0,003
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,20	6,60	6,20
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	2.419,6	22.240,0	10.112,0
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	16,00	1.910,00	214,10

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.3.1.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Buenavista

En la Tabla 172 se pueden observar los resultados del cálculo del ICA-IDEAM para la campaña de monitoreo calidad de la quebrada Buenavista realizada en el año 2021, el cual muestra los respectivos resultados de los subíndices de calidad para cada parámetro, al igual que los valores del ICA para cada una de las estaciones, donde la estación QBVta1 tuvo un valor de 0,7692, QBVta3 de 0,7508 y para la estación QBVta4 0,7659.

Tabla 172. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Buenavista

Tramo		Corriente hídrica											Subíndices ICA					ICA-IDEAM													
17	Quebrada Buenavista	Estación		Temperatura del agua			pH		Conductividad eléctrica		Oxígeno disuelto		% de Saturación de oxígeno		Demanda química de oxígeno		Sólidos suspendidos totales		Nitrógeno total		Fósforo total		NT/PT		ICA	Clasificación					
		QBV/ta4	QBV/ta3	QBV/ta1	msnm	°C	UpH	µs/cm	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
		995	1267	1394	21,00	20,00	6,80	64,00	6,20	81,3178	13,50	3,00	4,00	0,030	57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable		
		23,00	6,48	73,00	6,80	64,00	6,20	82,2725	13,50	11,80	4,00	0,070	57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable				
		7,45	73,00	64,00	6,20	82,2725	13,50	11,80	4,00	0,070	57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable			
		90,70	6,20	82,2725	13,50	11,80	4,00	0,070	57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable			
		6,20	82,2725	13,50	11,80	4,00	0,070	57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable			
		82,2725	13,50	11,80	4,00	0,070	57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable		
		13,50	11,80	4,00	0,070	57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	
		16,40	4,00	0,070	57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	
		4,00	0,070	57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	
		0,070	57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	
		57	40	133	0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	
		0,1399	0,1479	0,1674	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	
		0,1650	0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
		0,1547	0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
		0,1308	0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
		0,1500	0,0255	0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
		0,0255	0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
		0,7659	0,7508	0,7692	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
		Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable

En la Figura 70 indica que la corriente hídrica presenta una clasificación de “Aceptable” para todas las estaciones, donde se puede inferir que la quebrada tiene la capacidad de asimilación y dilución frente a ciertos parámetros.

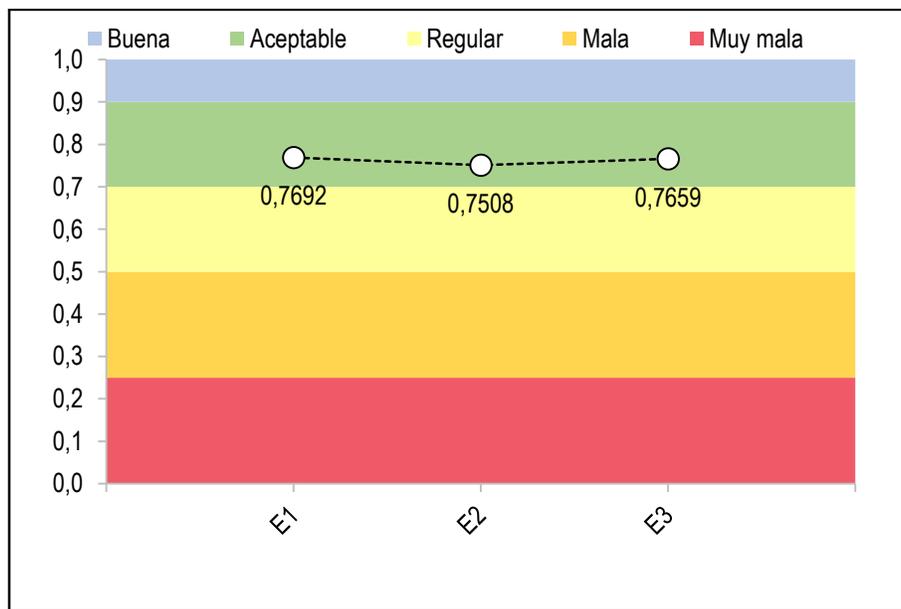


Figura 70. Resultado ICA-IDEAM quebrada Buenavista

#### 4.3.1.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Buenavista

Los usos definidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020 para el tramo diecisiete (17) corresponden a la preservación de flora y fauna, usos agrícolas sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario e industrial designados. En la Tabla 173 se permite evidenciar que en la estación QBVta3 no cumple con los límites definidos según la Resolución, para los parámetros de pH y coliformes totales, al igual que en la estación QBVta4. De manera simultánea, las concentraciones de oxígeno disuelto en las estaciones QBVta1, QBVta3, QBVta4 están debajo del valor definido para el tramo. El resto de los parámetros cumple con las disposiciones establecidas en dicha Resolución.

Tabla 173. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Buenavista

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Buenavista (tramo17)			
		QBVta1	QBVta3	QBVta4	
pH	pH (UpH)	6,80	6,48*	7,45	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	2,64	<1,98	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	<13,5	<13,50	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	3,00	11,80	16,40	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	Ausente

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Buenavista (tramo17)			
		QBVta1	QBVta3	QBVta4	
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,790	1,45	1,69	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0136	0,105	0,0232	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,764	0,859	<0,72	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,03	0,10	0,07	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	2.419,6	22.240,0*	10.112,0	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	16,00	1.910,00	214,10	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,20*	6,60*	6,20*	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

### 4.3.2. Unidad hidrográfica quebrada San José

El tramo con objetivo de calidad de la quebrada San José (tramo 21), según la Resolución CRQ 1736 de 2020 está comprendida desde el casco urbano del municipio de Filandia en las coordenadas latitud 1008833,45 y longitud 1157113,48 (Magna SIRGAS Oeste) hasta el límite municipal entre las coordenadas latitud 1010351,83 y longitud 1151660,72 (Magna SIRGAS Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). En la siguiente figura (Figura 71) se presenta el tramo con objetivo de calidad en la quebrada San José al igual que la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad del tramo.

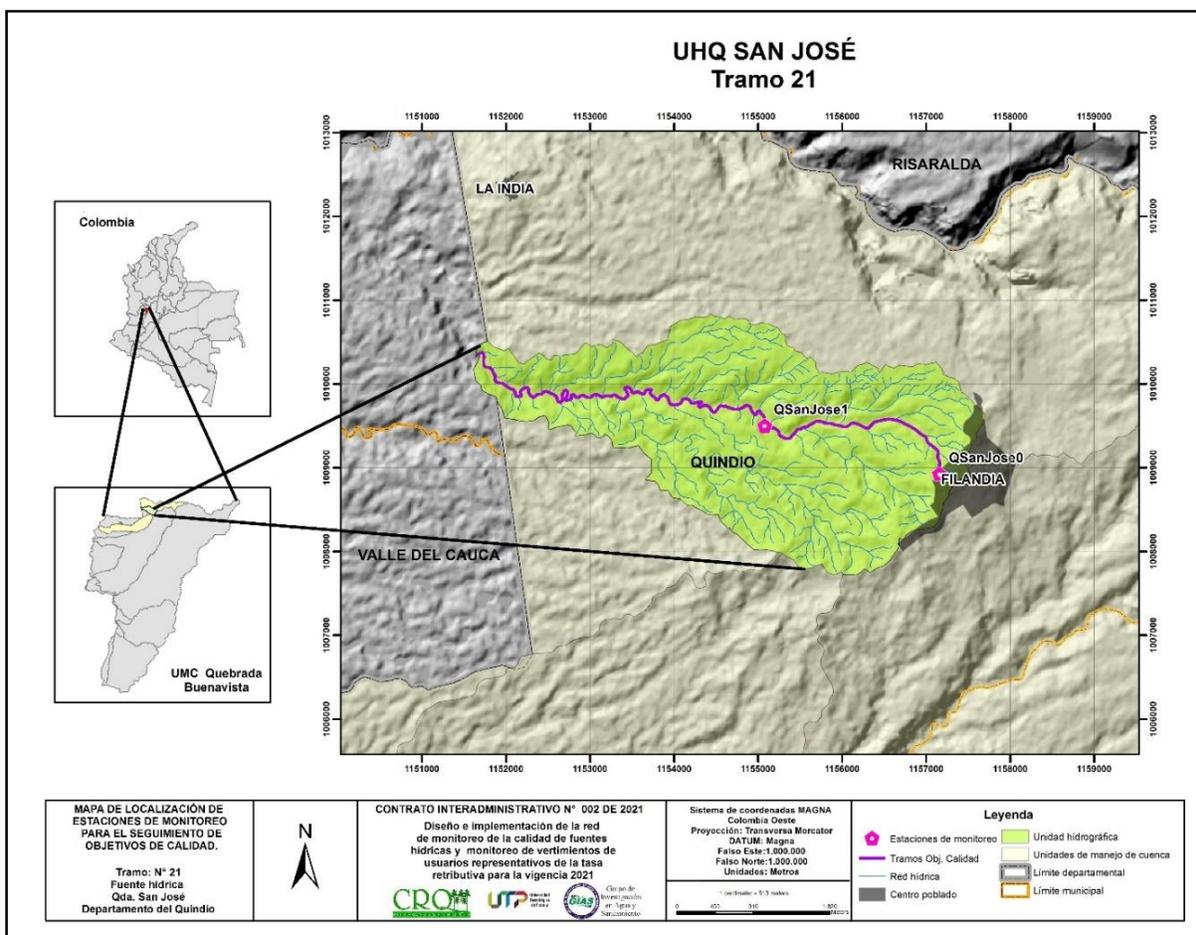


Figura 71. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada San José

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 15 de diciembre de 2021. En la Tabla 174 se presenta en detalle las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y la fecha de recolección de las muestras.

Tabla 174. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada San José

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
21	Quebrada San José	QSanJose0	Nacimiento	Filandia	La Julia	-75,661167	4,675501	15/12/2021
		QSanJose1	Final del tramo	Filandia	La Julia	-75,679914	4,68075	

#### 4.3.2.1. Ensayos in-situ quebrada San José

De acuerdo con la información registrada en campo, entre las estaciones QSanJosé0 y QSanJosé1, se puede evidenciar un aumento en el caudal, el cual puede estar relacionado con los aportes de los tributarios y de los vertimientos del municipio de Filandia. En relación con el ensayo de conductividad, se puede encontrar un aumento leve de una estación a otra. En el caso del pH el valor reportado para la estación QSanJosé0 fue de 5,26 UpH y para la estación QSanJosé1 de 6,15 UpH, valores con tendencia a pH ácidos para ambas estaciones apreciando un aumento entre la primera y segunda estación. Los resultados de los ensayos realizados en campo (*in situ*) para cada una de las estaciones de la quebrada San José se muestran a continuación (ver Tabla 175).

Tabla 175. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada San José

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Temperatura (°C)	Caudal m³/s
QSanJose0	5,26	48,00	20,00	0,000651
QSanJose1	6,15	55,00	22,00	0,245

#### 4.3.2.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada San José

En términos de concentración de los ensayos de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, G&A, nitrógeno total, nitratos, fósforo total, plomo, mercurio, níquel y cromo reportadas por el laboratorio, se encuentran inferiores al límite de cuantificación del método de análisis empleado para su determinación en ambas estaciones (Tabla 176).

Entre las estaciones se evidencia variabilidad en la concentración del oxígeno disuelto, obteniendo valores para la estación QSanJosé0 de 7,10 mg O<sub>2</sub>/L y para la estación QSanJosé1 de 6,10 mg O<sub>2</sub>/L, presentando una disminución de una estación a otra, esta situación posiblemente se da debido a la presencia de los vertimientos de usuarios directos presentes en el transcurso del tramo que influye en la concentración de este ensayo. Con respecto a los coliformes fecales y totales se puede notar un aumento en la concentración, entre las estaciones monitoreadas lo cual puede ser atribuido según lo indicado anteriormente (Tabla 176).

Para el ensayo de nitrógeno amoniacal, las concentraciones tienen una tendencia a aumentar entre las estaciones, lo anterior permite deducir la presencia de fuentes nitrogenadas dentro de los aportes a la quebrada que contribuyen a la presencia del nitrógeno amoniacal y nitratos en la fuente receptora en este caso la quebrada San José (Tabla 176).

Tabla 176. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada San José

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada San José (tramo 21)	
			QSanJosé0	QSanJosé1
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98±0,05	<1,98±0,05
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50±1,54	<13,50±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	<3,00±0,13	<3,00±0,13
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00±0,44	<10,00±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,591±0,02	0,661±0,02
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005	<0,005
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58±0,0197	0,859 ±0,0292
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,09±0,004	0,04±0,002
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06	<0,001±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,10	6,10
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	25,60	36,40
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	2,00	1,00

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.3.2.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada San José

Los resultados obtenidos del cálculo del ICA-IDEAM fueron a partir de la información obtenida en la campaña de monitoreo del año 2021. En la siguiente tabla se puede observar los valores del ICA IDEAM, donde la estación QSanJosé0 obtuvo el menor valor con un resultado del índice de calidad de 0,7325 y el valor para la estación QSanJosé1 fue de 0,7427 (Tabla 177).

Tabla 177. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada San José

Tramo		Corriente hídrica													ICA-IDEAM												
21	Quebrada San José	Estación		msnm	Altitud	Temperatura del agua °C	pH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno %	Demanda química de oxígeno mg/L	Sólidos suspendidos totales mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA					ICA	Clasificación					
		QSanJosé0	QSanJosé1													I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>BOD</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>			I <sub>NT/PT</sub>				
		1648	1897	22,0	1897	20,0	5,26	55,00	7,10	98,9500	13,50	3,00	4,00	0,040	0,090	100	44	0,1460	0,1700	0,1547	0,1499	0,0965	0,0255	0,7427	0,7325	Acceptable	Acceptable

La estimación del ICA-IDEAM de la quebrada San José obtuvo para ambas estaciones una clasificación de "Aceptable"; se puede inferir que la corriente hídrica tiene la capacidad de asimilación y dilución frente a los vertimientos presentes en la quebrada (Figura 72).

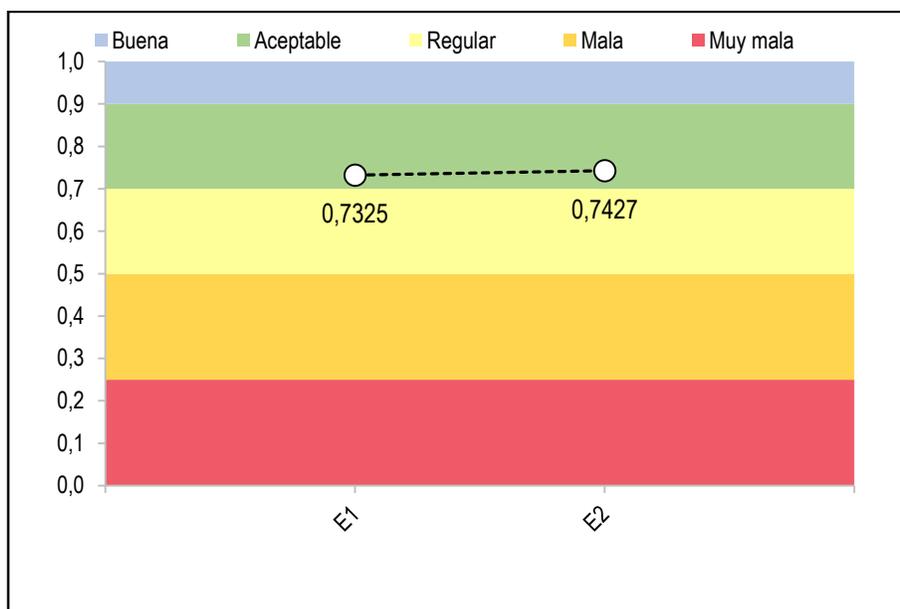


Figura 72. Resultado ICA-IDEAM quebrada San José

#### 4.3.2.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada San José

Por medio del análisis de la información resultante de las jornadas de campo y laboratorio, se realiza comparación de los datos frente a la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual se establecen usos correspondientes a la preservación de flora y fauna, usos agrícolas sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario e industrial designados para el tramo veintiuno (21). Como resultado, es posible apreciar que en la estación QSanJosé0 y QSanJosé1 los valores de pH, están por debajo de los rangos establecidos en la Resolución, al igual que en la estación QSanJosé1 donde el oxígeno disuelto no cumple con los valores definidos. Los demás parámetros se encuentran dentro de los rangos aceptados en esta resolución (Tabla 178).

Tabla 178. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada San José

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada San José (tramo21)		
		QSanJosé0	QSanJosé1	
pH	pH (UpH)	5,25*	6,15*	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	<1,98	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	<13,50	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	3,00	3,00	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,00	<10,00	Ausente

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada San José (tramo21)		
		QSanJosé0	QSanJosé1	
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,591	0,661	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005	<0,005	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580	0,859	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,09	0,04	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	25,60	36,40	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	2,00	<1,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,10	6,10*	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

### 4.3.3. Unidad hidrográfica quebrada Mina Rica

La quebrada Mina Rica nace en el casco urbano del municipio de Quimbaya a una altura de 1331 m.s.n.m. El tramo treinta (30) con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020 inicia aguas arriba del casco urbano del municipio de Quimbaya entre las coordenadas latitud 1003221,21 y longitud 1145544,93 (Magna SIRGAS Oeste) hasta la confluencia a la quebrada Buenavista con coordenadas latitud 1002369,37 y longitud 1137169,66 (Magna SIRGAS Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). En la siguiente figura (Figura 73) se puede observar la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad de la quebrada Mina Rica y el tramo con objetivo de calidad. La primera estación de monitoreo se ubica después del casco urbano de Quimbaya, una vez evidenciado en la visita de reconocimiento, al inicio del tramo no había una corriente definida y en el punto de monitoreo, está ya se encontraba afectada por vertimientos urbanos.

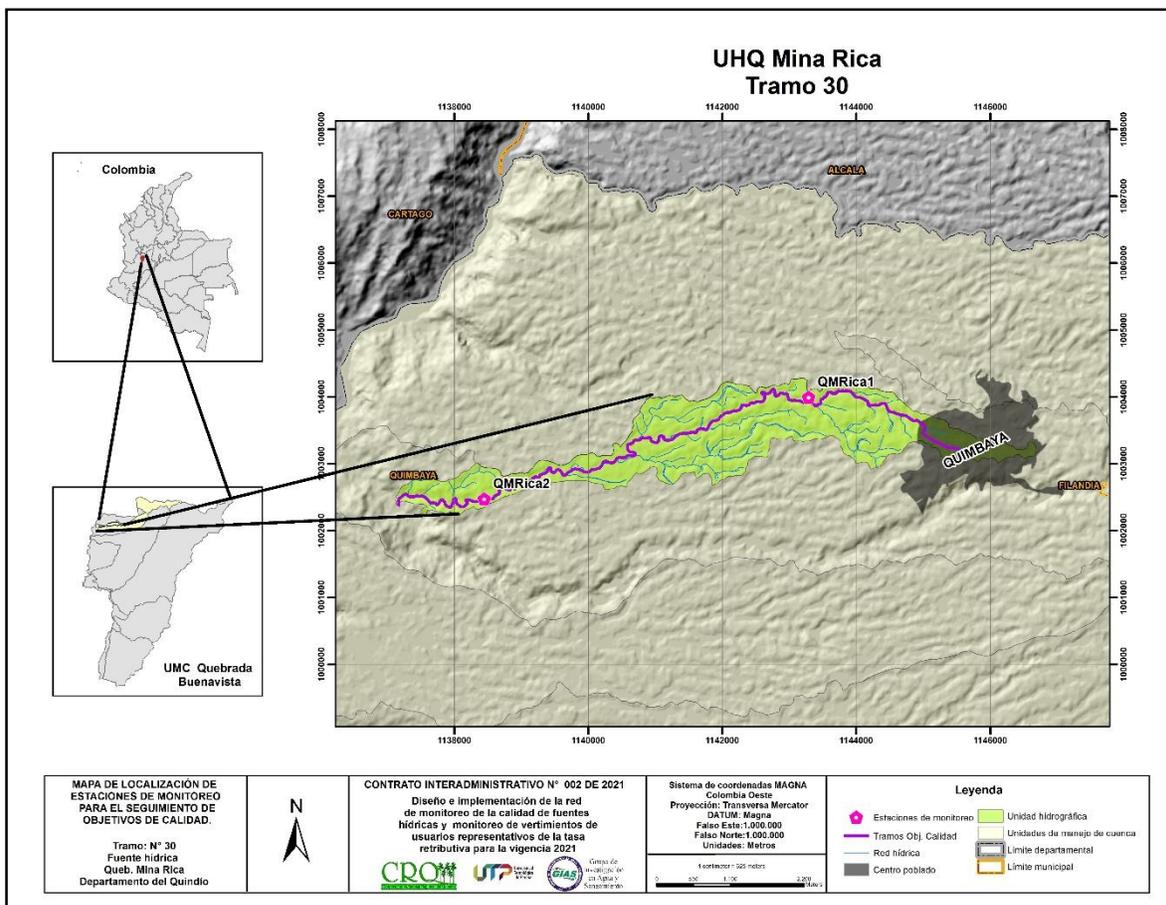


Figura 73. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Mina Rica

La toma de muestras para el monitoreo de calidad de la quebrada Mina Rica se llevó a cabo el 17 de diciembre de 2021. En la Tabla 179 se muestra en detalle el sitio de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y coordenadas de localización.

Tabla 179. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Mina Rica

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
30	Quebrada Mina Rica	QMRica1	Aguas abajo del casco urbano de Quimbaya	Quimbaya	Malabar	-75,786212	4,631153	17/12/2021
		QMRica2	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada Buenavista	Quimbaya	La Montaña	-75,829865	4,617503	

#### 4.3.3.1. Ensayos in-situ quebrada Mina Rica

El pH registrado para las dos estaciones de monitoreo en la quebrada Mina Rica está por encima de 6,50 UpH, con una tendencia a aumentar su valor entre las estaciones, encontrándose su valor de pH dentro del rango aceptable para este tipo de fuentes superficiales. Para el ensayo de conductividad eléctrica los valores son superiores a 140  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , teniendo una diferencia de 21  $\mu\text{S}/\text{cm}$  entre la estación QMRica1 y QMRica2, presentando una disminución del valor de la conductividad entre las estaciones de monitoreo. En el caudal se observa un aumento entre las estaciones, el cual puede estar asociado principalmente a los tributarios y vertimientos que se están presentando en el trayecto del tramo. Los resultados de los ensayos realizados en campo (*in situ*) para cada una de las estaciones de la quebrada Mina Rica se muestran a continuación (ver Tabla 180):

Tabla 180. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Mina Rica

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QMRica1	6,96	170,00	23	0,074
QMRica2	7,25	149,00	23	0,217

#### 4.3.3.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Mina Rica

De acuerdo con los resultados obtenidos del monitoreo de calidad 2021 sobre la corriente quebrada Mina Rica, se pudo identificar que para el ensayo de  $\text{DBO}_5$  presenta una tendencia a disminuir su concentración de una estación a otra teniendo una diferencia de 0,25  $\text{mg O}_2/\text{L}$  para este ensayo. Con relación al ensayo de DQO la concentración reportada para la estación QMRica1 fue de 14,70  $\text{mg O}_2/\text{L}$  y para la estación QMRica2 la concentración es menor al límite de cuantificación del método analítico. La anterior situación podría ser

atribuida a la capacidad de asimilación y a los procesos de degradación natural propendidos por la quebrada, la cual permite la disminución en la concentración de estos ensayos (Tabla 181).

En relación con los sólidos suspendidos totales tiene una tendencia a incrementar su concentración entre las estaciones, esto puede estar relacionado con los vertimientos presentes en el tramo estudiado. De igual manera, los valores de nitratos también aumentan sus concentraciones de una estación a otra, posiblemente está asociado a los vertimientos urbanos y agrícolas que llegan a la fuente superficial. En la concentración de los nitritos, nitrógeno amoniacal y fósforo se presenta el caso contrario, teniendo una disminución en la concentración entre las estaciones, por lo anterior, se podría inferir que por procesos de dilución y asimilación de la quebrada se pueda reducir las concentraciones de estos ensayos (Tabla 181).

La concentración del oxígeno disuelto reportado para la estación de QMRica1 es de 6,1 mg O<sub>2</sub>/L y para la estación QMRica2 de 6,2 mg O<sub>2</sub>/L no teniendo diferencias significativas de una estación a otra. Para el caso de las concentraciones de grasas y aceites, y los metales (cromo, níquel, mercurio y plomo) se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método para ambas estaciones de monitoreo. En cuanto a los ensayos microbiológicos (Coliformes fecales y totales) se puede notar un aumento poco significativo en la concentración entre la estación QMRica1 y QMRica2 (Tabla 181).

Tabla 181. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Mina Rica

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Mina Rica (tramo 30)	
			QMRica1	QMRica2
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	3,68±0,08	3,43±0,08
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	14,70±1,68	<13,50±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	11,60±0,49	23,90±1,00
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00±0,44	<10,00±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	2,220±0,08	3,35±0,11
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,74700±0,063	0,0225±0,0019
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	4,280±0,1454	0,764±0,0260
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	6,60±0,60	4,06±0,37
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,29±0,01	0,27±0,01
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06	<0,001±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Mina Rica (tramo 30)	
			QMRica1	QMRica2
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,10	6,20
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	9.606,00	11.710,00
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	203,50	167,00

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.3.3.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Mina Rica

Se realizó el cálculo del ICA-IDEAM para las dos (2) estaciones de monitoreo de calidad ubicadas sobre la quebrada Mina Rica, con resultados de 0,7158 para la estación QMRica1 (E1) y de 0,8387 para la estación QMRica2 (E2) indicando condiciones de calidad aceptable en ambas estaciones. En la siguiente tabla se puede observar los valores de los subíndices definidos para cada parámetro y el resultado del cálculo del índice de calidad, donde queda evidenciada la variación en las variables de Relación N/P y Conductividad eléctrica, el cual influyó en el aumento del índice de una estación a otra (Tabla 182).

Tabla 182. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Mina Rica

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	%	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM	
																I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>BQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA
30	Quebrada Mina Rica	QMRica1	1257	23,00	6,96	170,00	6,10	83,5459	14,70	11,60	6,60	0,290	23	0,1420	0,1675	0,1547	0,0790	0,1471	0,0255	0,7158	Acceptable	
		QMRica2	1185	23,00	7,25	149,00	6,20	84,1808	13,50	23,90	4,06	0,270	15	0,1431	0,1612	0,1547	0,0937	0,1500	0,1360	0,8387	Acceptable	

En ambas estaciones se obtuvo una clasificación de “Aceptable” (ver Figura 74). Para la estación QMRica2 (E2) se observa un aumento en el valor del índice de calidad en comparación con QMRica1 (E1), lo que puede indicar la capacidad de asimilación de la corriente hídrica.

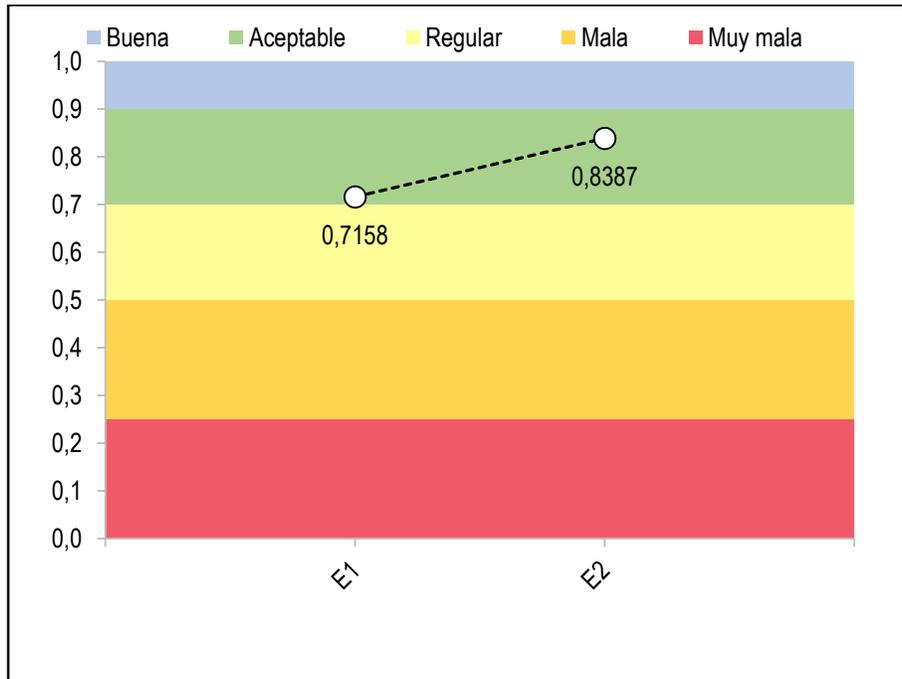


Figura 74. Resultado ICA-IDEAM quebrada Mina Rica

#### 4.3.3.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Mina Rica

Teniendo en cuenta la comparación de los valores obtenidos en campo y en laboratorio con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual define el uso para navegación y transporte acuático para el tramo treinta (30), se denota un cumplimiento total de los valores máximos de todos los parámetros en las estaciones QMRica1 y QMRica2 (ver Tabla 183).

Tabla 183. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Mina Rica

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Mina Rica (tramo30)		
		QMRica1	QMRica2	
pH	pH (UpH)	6,96	7,25	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	3,68	3,43	<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	14,70	<13,50	<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	11,60	23,90	<50,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Mina Rica (tramo30)		
		QMRica1	QMRica2	
Grasas & Aceites (G&A) *	mg/L	<10,00	<10,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	2,220	3,35	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,74700	0,0225	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	4,280	0,764	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	6,60	4,06	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,29	0,27	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	9.606,00	11.710,00	<50.000,00
Coliformes fecales	NMP/100 mL	203,50	167,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,10	6,20	>5,00

\*A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.3.4. Unidad hidrográfica quebrada Agua Linda

La quebrada Agua Linda nace en el municipio de Quimbaya, en la vereda La Soledad sobre los 1385 m.s.n.m. El tramo con objetivo de calidad (tramo 31) según la Resolución CRQ 1736 de 2020 está comprendido desde aguas arriba del casco urbano de Quimbaya en las coordenadas latitud 1003701,42 y longitud 1146936,08 (Magna SIRGAS Oeste), hasta la confluencia con la quebrada Campoalegre con coordenadas latitud 1004976,96 y longitud 1143668,81 (Magna SIRGAS Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 75 se puede observar la localización geográfica de las estaciones de monitoreo para la evaluación del tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020.

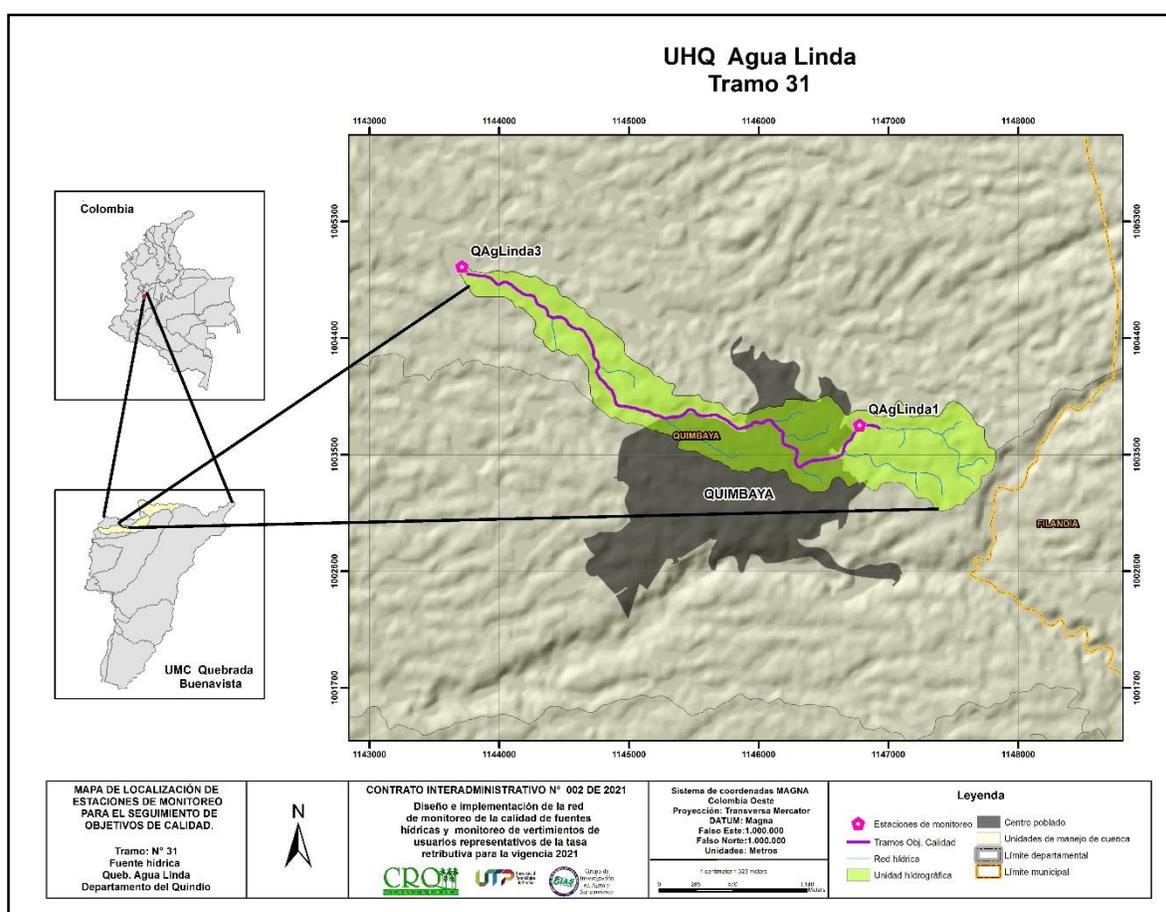


Figura 75. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada Agua Linda

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 17 de diciembre de 2021. En la Tabla 184 se presenta en detalle la localización de las estaciones de monitoreo, el nombre de la estación y sitio de muestreo.

Tabla 184. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada Agua Linda

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
31	Quebrada Agua Linda	QAgLinda1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Quimbaya	Quimbaya	Mesa Baja	-75,754804	4,628711	17/12/2021
		QAgLinda3	Final del tramo, antes de la desembocadura a la quebrada Campo Alegre	Quimbaya	Malabar	-75,782397	4,639808	

#### 4.3.4.1. Ensayos *in-situ* quebrada Agua Linda

En la Tabla 185 se puede observar los resultados de los ensayos *in situ* tomados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo de la quebrada Agua Linda. Los valores registrados de pH muestran una tendencia a incrementar entre las estaciones, con una diferencia 1,31 UpH. Con lo que respecta a la conductividad eléctrica para las estaciones QAgLinda1 y QAgLinda3 fue de 100 y 164  $\mu\text{S/cm}$  respectivamente, mostrando un incremento de una estación a otra. Cabe resaltar que por las condiciones y características que tiene la primera estación monitoreo (QAgLinda1), el cual es un humedal, no fue posible realizar el aforo, por lo anterior no se tiene el dato de caudal.

Tabla 185. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada Agua Linda

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QAgLinda1	6,46	100,00	21,00	--
QAgLinda3	7,77	164,00	21,00	0,11

#### 4.3.4.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada Agua Linda

De acuerdo con los resultados obtenidos del monitoreo de calidad 2021 sobre la corriente hídrica, se pudo identificar que para el ensayo de  $\text{DBO}_5$  presenta una tendencia aumentar su concentración de una estación a otra, obteniendo en la primera estación (QAgLinda1) una concentración inferior al límite de cuantificación del método analítico y para la estación QAgLinda3 una concentración de 8,59  $\text{mg O}_2/\text{L}$  de  $\text{DBO}_5$ . Con relación al ensayo de DQO la concentración reportada para la estación QAgLinda1 fue de 30,70  $\text{mg O}_2/\text{L}$  y para la estación QAgLinda3 la concentración fue de 14,20  $\text{mg O}_2/\text{L}$ , caso contrario a la  $\text{DBO}_5$ , el ensayo de DQO muestra una disminución de la concentración de una estación a otra (Tabla 186).

De igual manera, los sólidos suspendidos totales tienen una tendencia a disminuir su concentración entre las estaciones donde se da una desviación estándar de 18,45 mg/L. Con relación a los valores reportados de nitratos, nitritos, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, fósforo total y grasas y aceites, aumentan sus concentraciones de una estación a otra, posiblemente está relacionado a los vertimientos urbanos y agrícolas que llegan a la fuente superficial, contribuyendo al aumento de las concentraciones de los ensayos anteriormente nombrados (Tabla 186).

La concentración del oxígeno disuelto reportado para la estación de QAgLinda1 es de 6,4 mg O<sub>2</sub>/L y para la estación QAgLinda3 de 6,5 mg O<sub>2</sub>/L no teniendo diferencias significativas de una estación a otra. Para el caso de las concentraciones de los metales (cromo, mercurio y plomo) se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método para ambas estaciones de monitoreo. La concentración hallada en el ensayo de níquel para la estación QAgLinda3 es de 0,233 mg/L, presentando un aumento de la concentración de una estación a otra (Tabla 186).

En cuanto a los ensayos microbiológicos (coliformes fecales y totales) se puede notar un aumento en la concentración entre las estaciones de monitoreo de la quebrada Agua Linda, posiblemente se puede atribuir a los aportes de vertimientos residuales presentes en la fuente superficial (Tabla 186).

Tabla 186. Resultados de los análisis de laboratorio quebrada Agua Linda

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Agua Linda (tramo 31)	
			QAgLinda1	QAgLinda3
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98±0,05	8,59±0,20
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	30,70±3,50	14,20±1,62
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	31,80±1,34	5,70±0,24
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00±0,44	10,40±0,46
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,766±0,026	3,15±0,11
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0143±0,0012	0,0333±0,0028
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,72±0,0245	2,56±0,0872
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	4,38±0,22
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	7,56±0,79
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,040±0,002	0,340±0,01
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	0,233±0,014
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06	<0,001±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Agua Linda (tramo 31)	
			QAgLinda1	QAgLinda3
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40	6,50
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	1.986,30	2.419,60
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	9,50	64,00

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.3.4.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada Agua Linda

En la Tabla 187 se presentan los cálculos del ICA-IDEAM para las dos (2) estaciones de monitoreo de la quebrada Agua Linda. Los resultados obtenidos fueron de 0,6527 para la estación QAgLinda1 y para la estación QAgLinda3 de 0,7294, evidenciando variaciones en los parámetros de pH, DQO y SST, mostrando una ligera mejoría de sus características fisicoquímicas.

Tabla 187. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada Agua Linda

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud msnm	Temperatura del agua °C	pH UpH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno %	Demanda química de oxígeno mg/L	Sólidos suspendidos totales mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
														I <sub>%sat</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DQO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
31	Quebrada Agua Linda	QAgLinda1	1334	21,00	6,46	100,00	6,40	85,0382	30,70	31,80	4,00	0,040	100	0,1446	0,1572	0,0867	0,1253	0,1134	0,0255	0,6527	Regular
		QAgLinda3	1258	21,00	7,77	164,00	6,50	85,5784	14,20	5,70	7,56	0,340	22	0,1455	0,1705	0,1547	0,0832	0,1500	0,0255	0,7294	Aceptable

Como se puede apreciar en la Figura 76, para la estación QAgLinda1 (E1) se obtuvo la clasificación de “Regular” y aguas abajo, en la estación QAgLinda2 (E2) el índice aumentó al rango de “Aceptable”, mostrando un aumento entre las estaciones positivo en términos de calidad.

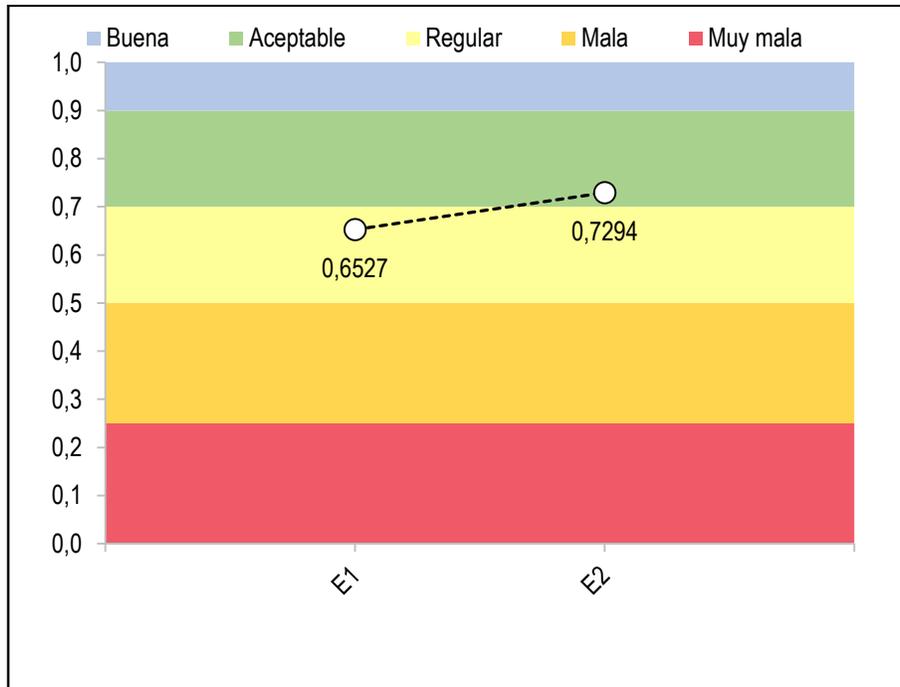


Figura 76. Resultado ICA-IDEAM quebrada Agua Linda

#### 4.3.4.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada Agua Linda

Con base en los resultados de las jornadas de campo y laboratorio, se lleva a cabo una comparación con los valores establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, donde se establecen los usos para la navegación y transporte acuático para el tramo treinta y uno (31). Es posible observar en la Tabla 188 como la estación QAgLinda1 no cumple con los parámetros de Sólidos Suspendidos Totales, así mismo la estación QAgLinda3 presenta incumplimiento en cuanto a los valores de Níquel permitidos en este tramo del cauce. De igual manera, para el ensayo de grasas y aceites da información de presencia de este parámetro en la muestra recolectada, por lo anterior presentando un incumplimiento para este parámetro. Los demás ensayos analizados cumplen con los límites establecidos en esta Resolución.

Tabla 188. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada Agua Linda

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Agua Linda (tramo31)		
		QAgLinda1	QAgLinda2	
pH	pH (UpH)	6,46	7,77	5,0-9,0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	8,59	<30,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	30,70*	14,20	<30,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	31,80	5,70	<50,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,00	10,40	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,766	3,15	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,0143	0,0333	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,720	2,560	<5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	4,38	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	7,56	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,04	0,34	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	0,233*	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	1.986,30	2.419,60	<50.000,00
Coliformes fecales	NMP/100 mL	9,50	64,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,40	6,50	>5,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.



La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 10 de diciembre de 2021. En la Tabla 189 se presenta en detalle el sitio de muestreo, las coordenadas de localización de las estaciones de monitoreo y el nombre o codificación de cada una de las estaciones.

Tabla 189. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Gris

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
18	Río Gris	RGris1	Inicio del tramo, aguas abajo de la bocatoma de Génova	Génova	San Juan Bajo	-75,791151	4,197539	10/12/2021
		RGris2	Final del tramo, antes de la desembocadura al río San Juan	Génova	El Cairo Bajo	-75,791518	4,208414	

#### 4.4.1.1. Ensayos *in-situ* río Gris

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos *in situ* tomados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo del río Gris, observando una disminución del valor de pH, donde la estación RGris2 obtuvo un pH 6,36 UpH, acercándose a un valor ácido, situación que posiblemente está relacionado a los vertimientos en el trayecto del tramo objeto de estudio. La conductividad eléctrica reportada para las dos estaciones se encuentra por encima de 200  $\mu\text{S/cm}$ , con una diferencia de 26  $\mu\text{S/cm}$  entre las estaciones. Cabe nombrar que por las condiciones hidráulicas de la sección no fue posible realizar el aforo en el sitio de la estación de monitoreo RGris1, por lo tanto, se realizó la medición del caudal en otra sección del río que permitiera la actividad de aforo, en este caso aguas arriba de la bocatoma de Génova. Por lo anterior, se puede observar una disminución de caudal entre estaciones, esto puede estar relacionado a la captación de la bocatoma, que influyo en el valor del caudal. En la Tabla 190 se muestra los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo del Río Gris.

Tabla 190. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Gris

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
RGris1	7,10	207,00	18,00	1,476
RGris2	6,36	233,00	19,00	1,261

#### 4.4.1.2. Resultados ensayos de laboratorio río Gris

A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio se encontró que las concentraciones de los ensayos de DBO<sub>5</sub> y DQO reportados para ambas estaciones de monitoreo son inferiores a los límites de cuantificación del método analítico empleado para su determinación. En relación los sólidos suspendidos totales, se presenta un ligero aumento de la concentración entre estaciones, esta situación posiblemente es debido a la presencia de vertimientos que puedan llegar a influir en el aumento del valor SST (Tabla 191).

Entre las estaciones RGrís1 y RGrís2, la concentración determinada para nitritos y nitrógeno amoniacal muestra una tendencia a disminuir en este mismo tramo, lo anterior permite inferir ausencia de fuentes nitrogenadas y la asimilación de nutrientes de la quebrada que ayuda a la reducción de la concentración de estos ensayos. Por su parte, las concentraciones reportadas del nitrógeno total, nitratos, fósforo total, grasas y aceites, y los metales pesados (cromo, níquel, mercurio y plomo) son menores al límite de cuantificación del método analítico. Las concentraciones de coliformes totales y fecales entre la estación RGrís1 y RGrís2 presenta una disposición aumentar su concentración, posiblemente esté relacionado a los vertimientos urbanos presentes en el tramo. A continuación, en la Tabla 191 se enseñan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo ubicados en el tramo del río Gris.

Tabla 191. Resultados de los análisis de laboratorio río Gris

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Río Gris (tramo 18)	
			RGrís1	RGrís2
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	17,0±2,0	18,0±2,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,00869 ±0,00230	0,00573 ±0,0050
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,290±0,0438	0,587±0,0199
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Río Gris (tramo 18)	
			RGris1	RGris2
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,100	<0,100
	Coliformes totales	NMP/100 mL	273,3	3.314,0
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	31,8	139,1
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,10	7,20

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.4.1.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) río Gris

La estimación del ICA-IDEAM del río Gris se realizó para las dos (2) estaciones de monitoreo ubicadas en la corriente hídrica, arrojando una clasificación de calidad “Regular” para el tramo monitoreado. En la siguiente tabla (Tabla 192) se puede ver los resultados del cálculo de los subíndices donde el parámetro de conductividad eléctrica y sólidos suspendidos totales influyeron en el valor final del ICA.

Tabla 192. Cálculo del ICA-IDEAM río Gris

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud msnm	Temperatura del agua °C	pH UpH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno %	Demanda química de oxígeno mg/L	Sólidos suspendidos totales mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
														I <sub>%sat.</sub>	I <sub>sst</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
18	Río Gris	RGris1	1561	18,00	7,10	207,00	6,10	78,3211	2,00	17,00	4,00	0,050	80	0,1331	0,1647	0,1547	0,0515	0,1500	0,0255	0,6795	Regular
		RGris2	1466	19,00	6,36	233,00	7,20	93,3202	2,00	18,00	4,00	0,050	80	0,1586	0,1642	0,1547	0,0311	0,1077	0,0255	0,6418	Regular

El punto RGris2 (E2) presenta una leve disminución en el índice con respecto a RGris1 (E1) lo que puede indicar que la corriente hídrica recibe descargas provenientes de actividades antrópicas o tributarios que

afectan su calidad. En la Figura 78 se muestra el resultado del índice de calidad para las estaciones evaluadas.

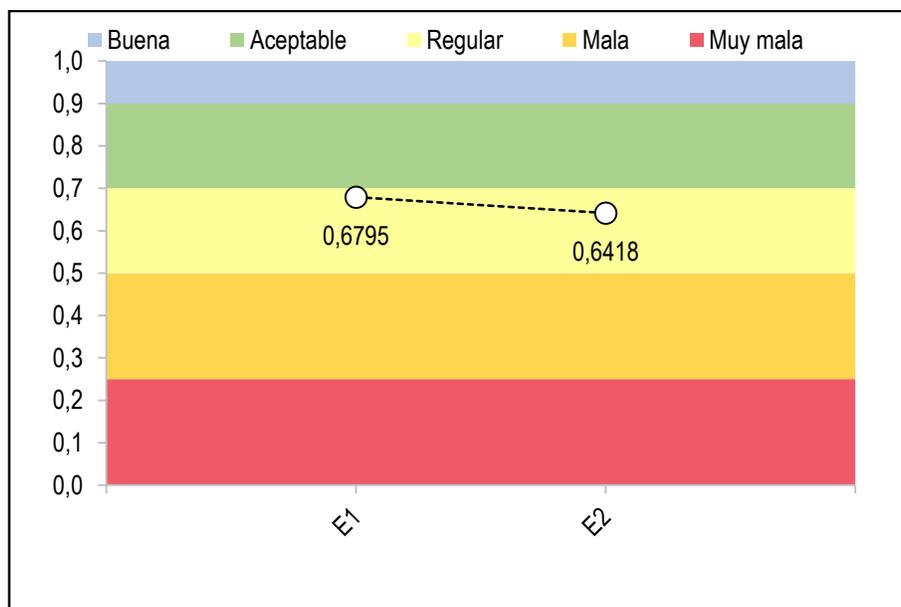


Figura 78. Resultado ICA-IDEAM río Gris

#### 4.4.1.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 río Gris

Se compararon los valores obtenidos en la campaña de monitoreo año 2021 con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en el cual define los usos de tramo dieciocho (18) del río Gris para consumo humano y doméstico (desinfección y tratamiento convencional), uso agrícola con restricciones y uso recreativo con contacto primario. Para la estación de monitoreo RGris1 se muestra en la Tabla 193 el no cumplimiento de los parámetros de nitrógeno amoniacal y oxígeno disuelto cabe aclarar que la estación se encuentra después de la bocatoma del municipio de Génova. Para el caso de la estación RGris2 cumple con todos los valores permisibles a excepción del parámetro de pH. (Tabla 193)

Tabla 193. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Gris

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río Gris (tramo18)		
		RGris1	RGris2	
pH	pH (UpH)	7,10	6,36*	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<5,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<10,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	17,0	18,0	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río Gris (tramo18)		
		RGris1	RGris2	
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,00869	0,00573	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,290*	0,587	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	273,3	3.314,0	<5.000,00
Coliformes fecales	NMP/100 mL	31,8	139,1	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,10*	7,20	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.4.2. Unidad hidrográfica río San Juan

La corriente hídrica nace al sureste del municipio de Génova, en la vereda San Juan Alto y converge sobre el Río Rojo en la vereda La Granja a los 1384 m.s.n.m. (UniTolima y CRQ, 2019a). El río San Juan es un tributario del río Rojo, el tramo con objetivo de calidad (tramo 19) inicia agua arriba del casco urbano de Génova entre las coordenadas latitud 956448,30 y longitud 1142175,67 (Magna SIRGAS Oeste) hasta la confluencia con el río Rojo con coordenadas latitud 958989,88 y longitud 1143872,10 (Magna SIRGAS Oeste). En la Figura 79 se puede observar la ubicación de las dos estaciones de monitoreo para la evaluación del tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020.

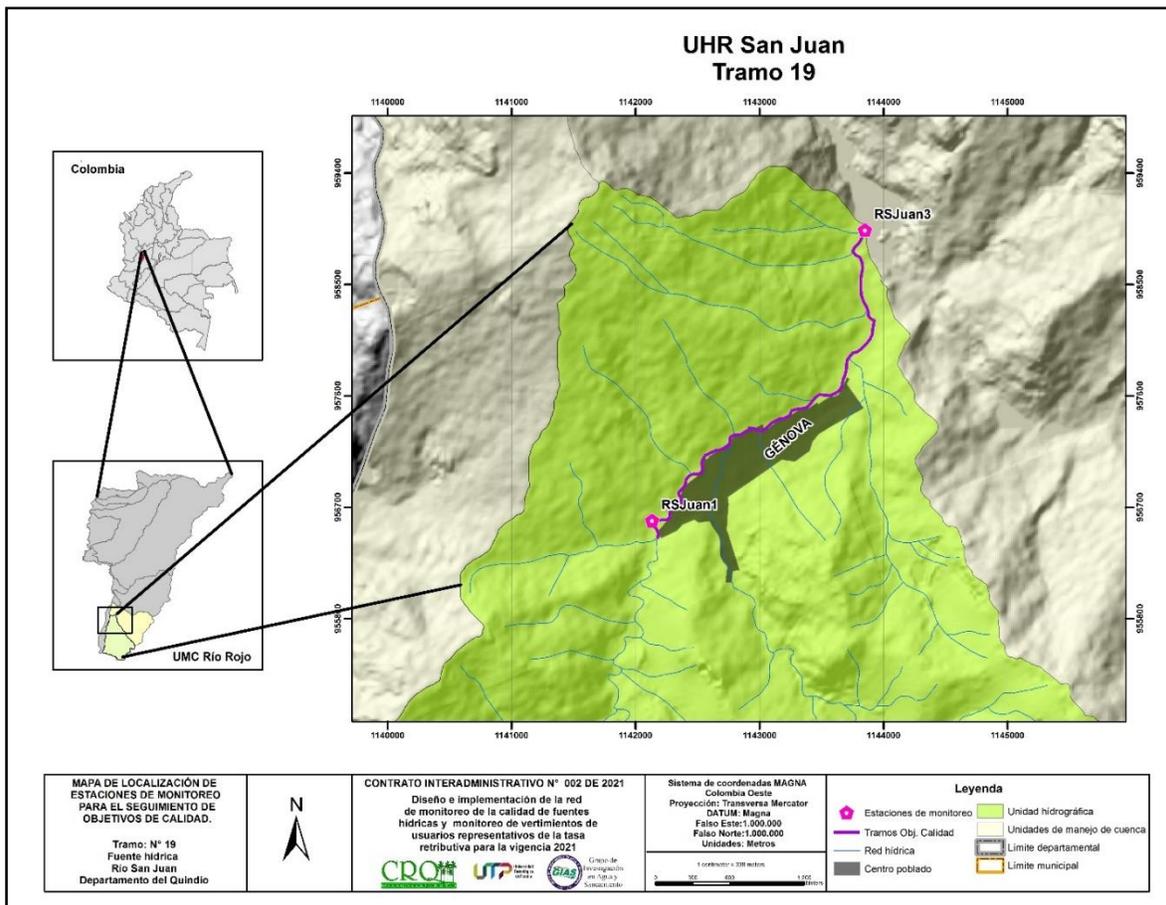


Figura 79. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río San Juan

El tramo diecinueve (19) del río San Juan cuenta con dos estaciones monitoreo para la evaluación de la calidad. La toma de muestra se realizó el día 10 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla se presenta en detalle la localización con coordenadas y sitio de muestreo de las estaciones de monitoreo (Tabla 194)

Tabla 194. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río San Juan

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
19	Río San Juan	RSJuan1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Génova	Génova	La Esmeralda	-75,797385	4,202625	10/12/2021
		RSJuan3	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Rojo	Génova	La Granja	-75,781876	4,223839	

#### 4.4.2.1. Ensayos *in-situ* río San Juan

De acuerdo con la información registrada en campo, entre las estaciones RSJuan1 y RSJuan3, se puede evidenciar un aumento en el caudal, el cual puede estar relacionado con los aportes de los tributarios y de los vertimientos del municipio Génova. En relación con el ensayo de conductividad, se evidenció un aumento en su valor, teniendo una diferencia de 35  $\mu\text{S}/\text{cm}$  entre las estaciones monitoreadas, lo anterior puede ser atribuido al efecto de los vertimientos sobre la corriente hídrica. En el caso del pH los valores reportados para las estaciones RSJuan1 y RSJuan3 fueron de 8,03 y 7,60 UpH respectivamente, apreciando una disminución entre la primera y segunda estación. A continuación, se puede observar los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo (Tabla 195)

Tabla 195. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río San Juan

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
RSJuan1	8,03	118,00	20,60	2,558
RSJuan3	7,60	153,00	19,00	3,872

#### 4.4.2.2. Resultados ensayos de laboratorio río San Juan

La concentración de DQO y  $\text{DBO}_5$  en ambas estaciones de monitoreo se encuentra inferior al límite de cuantificación del método analítico empleado para su para determinación. La concentración de sólidos suspendidos totales tiene una tendencia a incrementar el valor entre las estaciones RSJuan1 y RSJuan2, esto podría estar relacionado los vertimientos presentes en el tramo estudiado. Con relación a los valores reportados para el ensayo nitrógeno amoniacal, nos muestra una tendencia disminuir sus concentraciones. Por otra parte, los nitritos tuvieron un aumento entre las estaciones RSJuan1 y RSJuan3, Lo anterior, permite inferir la ausencia de fuentes nitrogenadas dentro del grupo de tributarios que realizan sus respectivos

aportes en este tramo y por procesos de oxidación se da un aumento de nitritos siendo este una especie intermedia en la eliminación de nitrógeno amoniacal (ver Tabla 196).

Con relación a los ensayos microbiológicos (coliformes fecales y totales), se evidencia una notoria disminución en la concentración, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución y autodepuración de la fuente superficial. Por su parte, las concentraciones reportadas del nitrógeno total, nitratos, fósforo total, grasas y aceites, y los metales pesados (cromo, níquel, mercurio y plomo) son menores al límite de cuantificación del método analítico en ambas estaciones. A continuación, en la Tabla 196 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo del río San Juan.

Tabla 196. Resultados de los análisis de laboratorio río San Juan

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Río San Juan (tramo 19)	
			RSJuan1	RSJuan3
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	12,0±1,0	17,0±2,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,00500	0,00902 ±0,00240
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,150 ±0,0392	<0,580 ±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	1.986,3	960,6
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	248,9	89,3
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,70	6,10

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.4.2.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) río San Juan

Las estimaciones de ICA-IDEAM para el río San Juan se realizaron en dos (2) estaciones de monitoreo, RSJuan1 (E1) ubicada en antes del casco urbano del municipio de Génova y RJuan3 (E2) antes de su desembocadura al río Rojo. Ambas estaciones presentaron una clasificación de "Aceptable". En la Tabla 197 nos muestra los resultados de los cálculos del índice de calidad del agua de las dos estaciones monitoreadas.

Tabla 197. Cálculo del ICA-IDEAM río San Juan

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
														I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
19	Río San Juan	RSJuan1	1499	20,60	8,03	118,00	6,70	90,0864	2,00	12,00	4,00	0,050	80	0,1531	0,1673	0,1547	0,1142	0,1477	0,0255	0,7625	Aceptable
		RSJuan3	1366	19,00	7,60	153,00	6,10	78,1145	2,00	17,00	4,00	0,050	80	0,1328	0,1647	0,1547	0,0909	0,1500	0,0255	0,7187	Aceptable

En la estación RJuan3 (E2) obtuvo un menor valor principalmente asociada a una variación en el parámetro de conductividad eléctrica, indicando que para este tramo la corriente hídrica puede recibir tributarios o descargas de aguas residuales domésticas o no domésticas que afectan su calidad. En la siguiente figura (Figura 80) se puede observar la disminución del valor del ICA en la estación RJuan3 (E2).

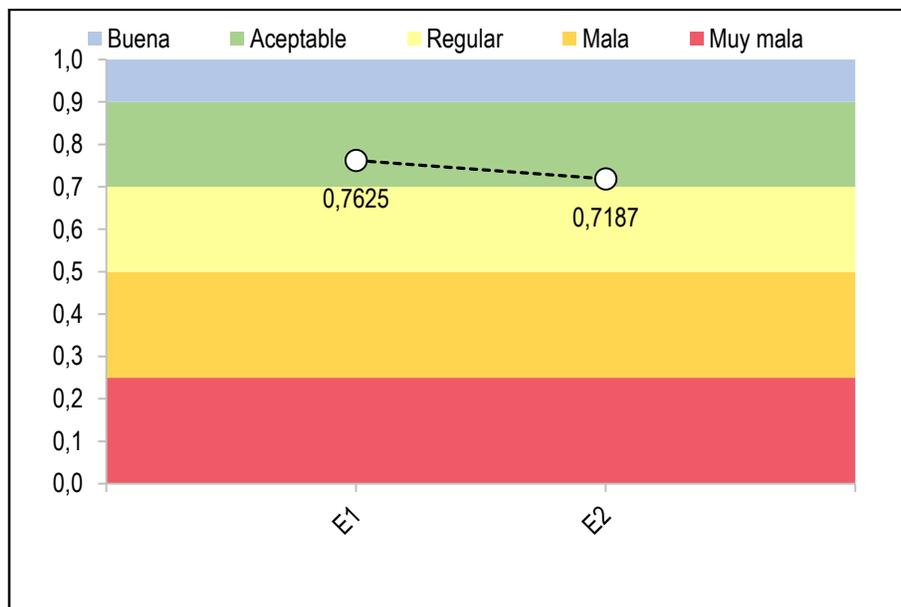


Figura 80. Resultado ICA-IDEAM río San Juan

#### 4.4.2.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 río San Juan

Según la información hallada en campo y en el laboratorio, se realiza una comparación de los datos, teniendo en cuenta la Resolución CRQ 1736 de 2020, donde se establecen usos correspondientes a la preservación de flora y fauna, usos agrícolas sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario e industrial designados para el tramo diecinueve (19). En la Tabla 198 se observa que en la estación RSJuan1, las concentraciones del nitrógeno amoniacal y oxígeno disuelto no cumplen con los valores máximos establecidos en la Resolución, así mismo en la estación RSJuan3 la concentración de oxígeno disuelto es inferior al valor límite definido. En el resto de los parámetros se denota total cumplimiento de los valores acordados.

Tabla 198. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río San Juan

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río San Juan (tramo19)		
		RSJuan1	RSJuan3	
pH	pH (UpH)	8,03	7,60	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	12,0	17,0	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río San Juan (tramo19)		
		RSJuan1	RSJuan3	
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,0050	0,00902	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	1,150*	0,580	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	1.986,3	960,6	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	248,9	89,3	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	6,70*	6,10*	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.4.3. Unidad hidrográfica río Rojo

El río Rojo nace al noreste del municipio de Génova a una altura de 3728 m.s.n.m. en la vereda Río Rojo. El tramo con objetivo de calidad según la Resolución CRQ 1736 de 2020 (tramo 20) está comprendida desde el puente vía a Génova entre las coordenadas latitud 958358,36 y longitud 1144195,78 (Magna SIRGAS Oeste) hasta la desembocadura al río Barragán con coordenadas latitud 964027,34 y longitud 1142237,43 (Magna SIRGAS Oeste) (UniTolima y CRQ, 2019a). En la Figura 81 se puede observar la ubicación de las dos estaciones de monitoreo para la evaluación del tramo con objetivo de calidad:

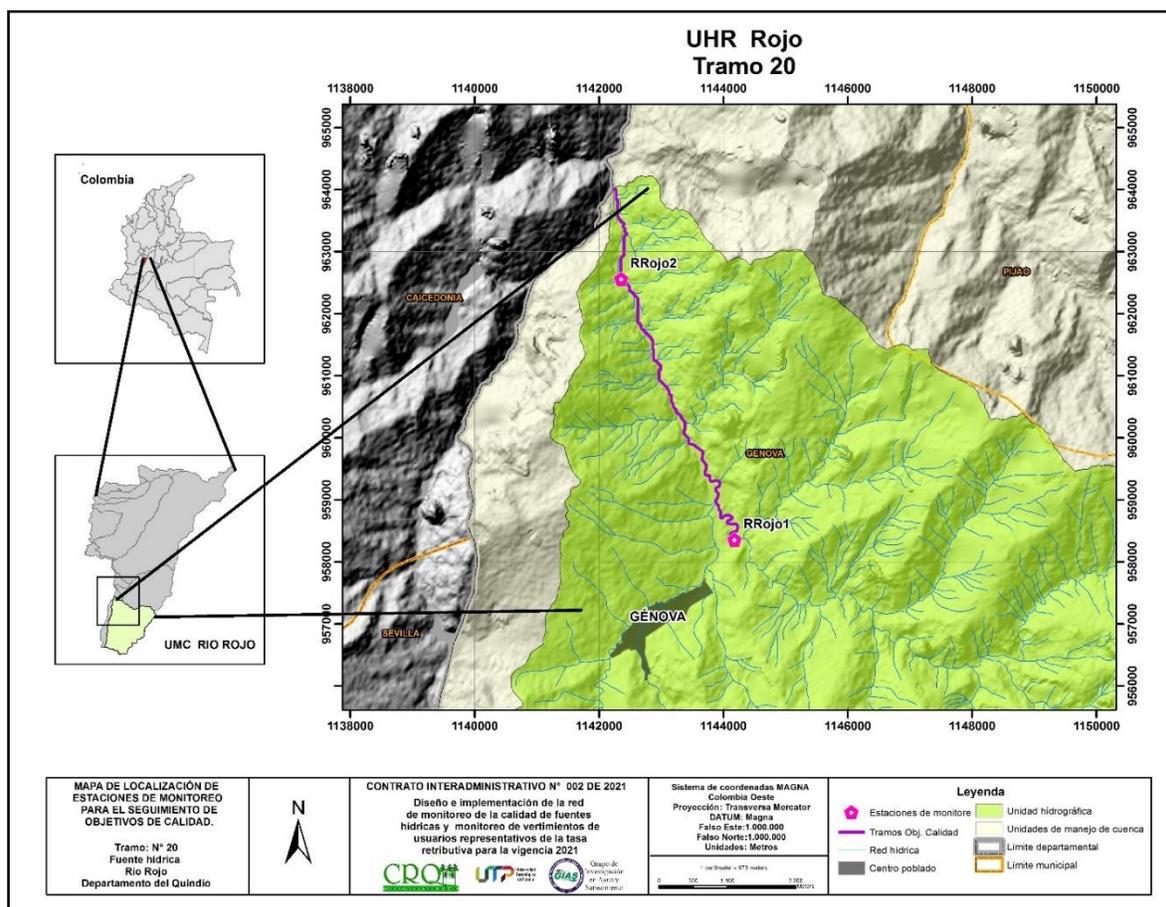


Figura 81. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Rojo

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 10 de diciembre de 2021. En la Tabla 199 se presenta en detalle el nombre de la estación, las coordenadas de localización de las estaciones y sitio de muestreo.

Tabla 199. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en río Rojo

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
20	Río Rojo	RRojo1	Inicio del tramo, aguas abajo del puente vía a Génova	Génova	La Granja	-75,778918	4,218562	10/12/2021
		RRojo2	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Barragán	Génova	La Venada	-75,795284	4,256579	

#### 4.4.3.1. Ensayos *in-situ* río Rojo

Se presentan los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo del río Rojo (ver Tabla 200), observando que para la estación RRojo1 el pH reportado está por encima de 7,0 UpH, siendo un valor cercano a la neutralidad y para la estación RRojo2 el valor es superior a 8,0 UpH, encontrándose estos valores dentro del rango permitido para conservación de la fauna y flora acuática (OMS, 2007). Entre las estaciones RRojo1 y RRojo2, se puede observar poca variación y comportamiento estable frente a la conductividad eléctrica, teniendo una tendencia a disminuir. Por las condiciones hidráulicas de la sección en la estación de monitoreo y la fuerte corriente característica del río Rojo no fue posible realizar el aforo para estación RRojo2, por lo tanto, solo se tiene información de caudal de la primera estación (RRojo1).

Tabla 200. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Rojo

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
RRojo1	7,31	188,00	22,20	3,645
RRojo2	8,03	153,00	20,00	ND*

\*ND: No determinado

#### 4.4.3.2. Resultados ensayos de laboratorio río Rojo

Para las dos (2) estaciones de monitoreo RRojo1 y RRojo2, los ensayos de  $\text{DBO}_5$  y DQO registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método. Esta situación permite inferir, que los aportes realizados por los tributarios en este tramo no afectan de manera significativa la calidad de la fuente superficial con relación a estos ensayos. La concentración de sólidos suspendidos totales tiene una tendencia a incrementar su concentración de la estación RRojo1 a la estación RRojo2, esto podría estar relacionado los vertimientos presentes en el tramo estudiado.

Para los ensayos de nitritos, nitratos, nitrógeno total y nitrógeno amoniacal para ambas estaciones presentan un comportamiento casi constante en términos de concentración. Lo anterior, permite relacionar que los

aportes realizados por los diferentes tributarios no representan una afectación en términos de calidad para el tramo en cuestión. Lo anterior, se asocia a una posible asimilación por parte de la fuente superficial, sumado al aporte de importantes tributarios como el río Gris y río San Juan que entregan caudales considerables al río Rojo.

Por su parte, la concentración de los coliformes fecales y totales tienden a aumentar de una estación otra, sin variaciones significativas. En cuanto a los valores reportados para los metales pesados (plomo, mercurio, níquel y cromo) y las grasas y aceites, las concentraciones son inferiores al límite de cuantificación del método analítico para ambas estaciones. A continuación, en la Tabla 201 se presentan las concentraciones de los ensayos analizados en laboratorio para las estaciones de monitoreo de calidad del río Rojo.

Tabla 201. Resultados de los análisis de laboratorio río Rojo

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Río Rojo (tramo 20)	
			RRojo1	RRojo2
ANASCOL S.A.S	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00
HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00
ANASCOL S.A.S	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	18,00 ±2,0	21,0±2,0
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<1,00	<1,00
	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,00836 ±0,0022	0,00771 ±0,0021
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580 ±0,0197	<0,580 ±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
	Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05
	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02
	Níquel total	mg Ni/L	<0,05	<0,05
	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10
	Coliformes totales	NMP/100 mL	2.419,6	3.130,0
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	143,9	191,8
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,40	7,20

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.4.3.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) río Rojo

Se realizaron las estimaciones del ICA-IDEAM para las dos (2) estaciones de monitoreo de calidad ubicadas sobre el río Rojo, obteniendo una clasificación de “Aceptable” para ambas estaciones con una diferencia poco significativa. En la siguiente tabla (Tabla 200) se puede observar los resultados de los cálculos para la estimación del índice de calidad del agua.

Tabla 202. Cálculo del ICA-IDEAM río Rojo

Tramo	Corriente hídrica	Estación	msnm	Altitud	Temperatura del agua °C	pH	Conductividad eléctrica µs/cm	Oxígeno disuelto mg/L	% de Saturación de oxígeno %	Demanda química de oxígeno mg/L	Sólidos suspendidos totales mg/L	Nitrógeno total mg/L	Fósforo total mg/L	NT/PT NA	Subíndices ICA					ICA-IDEAM	Clasificación
															I <sub>%sat.</sub>	I <sub>ssT</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>		
20	Río Rojo	RRojo1	1383	22,20	7,31	188,00	7,40	101,2995	2,00	18,00	4,00	0,050	80	0,1700	0,1642	0,1547	0,0658	0,1500	0,0255	0,7302	Aceptable
		RRojo2	1279	20,00	8,03	153,00	7,20	93,1320	2,00	21,00	4,00	0,050	80	0,1583	0,1627	0,1547	0,0909	0,1477	0,0255	0,7398	Aceptable

De acuerdo con lo anterior, se evidencia una mejora en la calidad fisicoquímica en el tramo evaluado antes de su confluencia con el río Barragán, después de recibir los vertimientos del casco urbano del municipio de Génova. En la Figura 82 se muestra el resultado del índice de calidad para las estaciones evaluadas.

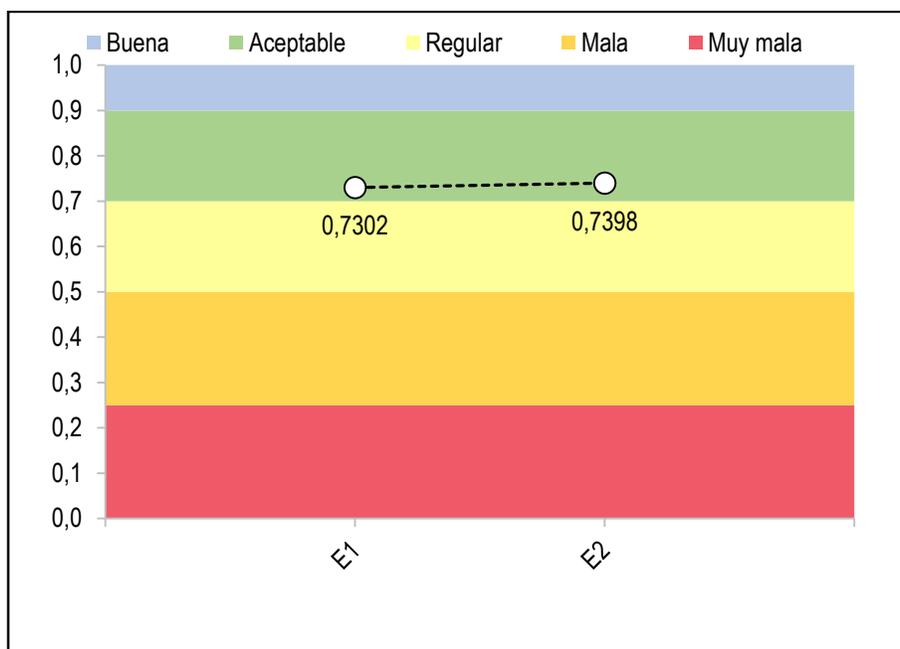


Figura 82. Resultado ICA-IDEAM río Rojo

#### 4.4.3.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 río Rojo

En el análisis del cumplimiento de los objetivos de calidad, se compararon los resultados obtenidos en campo y laboratorio del tramo veinte (20) del río Rojo con los valores máximos definidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en el cual define los usos para consumo humano y doméstico (desinfección y tratamiento convencional), uso agrícola con restricciones y uso recreativo con contacto primario.

En la Tabla 203, se observa que en la estación RRojo1 se cumplen con todos los valores límites de los diferentes parámetros. Con relación a la RRojo2, la estación cumple con los valores límites de la mayoría de los parámetros a excepción del ensayo de los sólidos suspendidos totales, donde las concentraciones encontradas exceden el valor límite para el cumplimiento de los objetivos de calidad.

Tabla 203. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 río Rojo

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río Rojo (tramo20)		
		RRojo1	RRojo2	
pH	pH (UpH)	7,31	8,03	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<5,00	<5,00	<5,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<2,00	<2,00	<10,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	18,00	21,0*	<20,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río Rojo (tramo20)		
		RRojo1	RRojo2	
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<1,00	<1,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	0,00836	0,00771	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58	<0,58	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,05	<0,05	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	2.419,6	3.130,0	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	143,9	191,8	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,40	7,20	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.5. Unidad de Manejo de Cuenca-UMC Río Lejos

La Unidad de Manejo de cuenca del río Lejos se encuentra en la jurisdicción del municipio de Pijao del departamento del Quindío, donde contiene dos tramos con objetivo de calidad definidos para el río Lejos y la quebrada El Inglés. A continuación, se presentan los resultados del monitoreo de calidad de los tramos en mención.

##### 4.5.1. Unidad hidrográfica río Lejos

El río Lejos nace en la vereda Las Saratas, al este del municipio de Pijao a una altura de 3665 m.s.n.m. y confluye sobre el río Barragán a una cota de 1027 m.s.n.m. al oeste del municipio de Pijao (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo con objetivo de calidad en el Río Lejos (tramo 22) según la Resolución CRQ 1736 de 2020, está comprendido aguas arriba del casco urbano del municipio de Pijao entre las coordenadas latitud 971569,57 y longitud 1153412,52 (Coordenadas Magna SIRGAS Oeste) hasta la desembocadura al río Barragán con coordenadas latitud 968557,21 y longitud 1142412,82 (Coordenadas Magna SIRGAS Oeste). En la Figura 83 se puede observar la ubicación de las tres estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad del tramo del río Lejos.

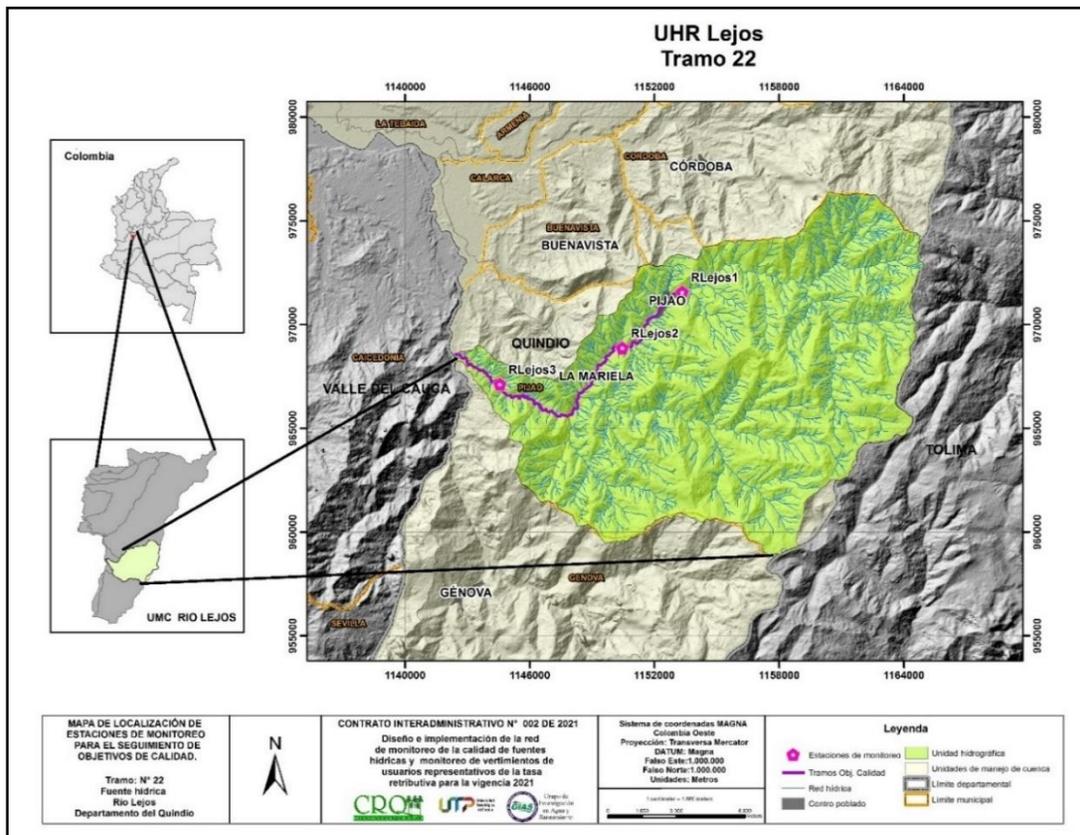


Figura 83. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad río Lejos

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 13 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla (Tabla 204) se presenta en detalle las coordenadas de localización de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo sobre el río Lejos.

Tabla 204. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en el río Lejos

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
22	Río Lejos	RLejos1	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Pijao	Pijao	Carniceros	-75,69616	4,337884	13/12/2021
		RLejos2	Después del casco urbano de Pijao	Pijao	Arenales	-75,722139	4,31357	
		RLejos3	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Barragán	Pijao	Los Balsos	-75,775203	4,297908	

#### 4.5.1.1. Ensayos *in-situ* río Lejos

A continuación, se presentarán los valores de ensayos *in situ* registrados en el río Lejos, encontramos valores de pH superiores a 7,70 UpH, estando dentro de los rangos aceptables para cuerpos de agua similares, no presentando variaciones significativas entre las tres estaciones de monitoreo. De igual manera, para el ensayo de conductividad eléctrica el valor promedio para las estaciones de río Lejos fue de 188,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con una desviación estándar de 9,87  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con una tendencia de aumentar de una estación a otra (Tabla 205).

Tabla 205. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo del río Lejos

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
RLejos1	7,83	182,00	18,00	4,419
RLejos2	7,78	184,00	18,00	2,684
RLejos3	7,76	200,00	18,00	6,730

En relación al caudal, se puede evidenciar en la siguiente figura que disminuye entre la estación RLejos1 y RLejos2, lo cual puede tener relación a las captaciones de agua destinadas para usos agrícola, doméstico, industrial, pecuario, piscícola y riego presentes en el río Lejos (UniTolima y CRQ, 2019a). Para posteriormente tener un aumento del caudal en la última estación (RLejos3), lo cual puede ser atribuido a los tributarios del río Lejos.

#### 4.5.1.2. Resultados ensayos de laboratorio río Lejos

Con respecto a los resultados obtenidos del laboratorio se encontró, que la concentración de DBO<sub>5</sub> y DQO para las tres estaciones del río Lejos son inferiores a los límites de cuantificación del método analítico empleado para su determinación. De acuerdo con lo anterior, en términos de DBO<sub>5</sub> y DQO, los aportes realizados por los tributarios y vertimientos no afectan la concentración para estos ensayos. Por su parte, la concentración de los SST encontradas para las estaciones de monitoreo tienen una tendencia a incrementarse, obteniendo variaciones significativas entre las estaciones, con una concentración al final del tramo de 122 mg/L (Tabla 206).

En términos de los ensayos de nitritos, nitratos, nitrógeno total y fósforo total, se puede apreciar que las concentraciones son inferiores al valor límite de cuantificación del método para las tres estaciones de monitoreo, siendo concentraciones no representativas en el cuerpo de agua, por lo que puede ser atribuido posiblemente a la ausencia de fuentes nitrogenadas dentro del grupo de tributarios que realizan sus respectivos aportes en este tramo, como también a la capacidad de asimilación de la quebrada para reducir la concentración frente a estos ensayos. De igual manera, la concentración de los ensayos de G&A, plomo, mercurio, níquel y cromo reportada por el laboratorio, se encuentra inferior al límite de cuantificación del método analítico empleado para su determinación en las tres estaciones de monitoreo (Tabla 206).

Tabla 206. Resultados de los análisis de laboratorio río Lejos

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Río Lejos (tramo 22)		
			RLejos1	RLejos2	RLejos3
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05	<1,98 ±0,05
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54	<13,50 ±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	8,00 ±0,34	16,20 ±0,68	122,00 ±5,12
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00 ±0,04	<10,00 ±0,04	<10,00 ±0,04
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	<0,50
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005	0,00606 ±0,0016	<0,005
QUIMICONTRO L LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580 ±0,0197	<0,580 ±0,0197	<0,580 ±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	<0,030± 0,001	<0,030 ±0,001	0,050 ±0,002

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados		
			Río Lejos (tramo 22)		
			RLejos1	RLejos2	RLejos3
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001 ±0,06	<0,001 ±0,06	<0,001 ±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	5,20	5,10	7,10
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	12,10	10,70	8,60
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	<1,00	<1,00	<1,00

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.5.1.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) río Lejos

El cálculo del ICA-IDEAM para la campaña de monitoreo de la calidad del río Lejos realizada en el año 2021 dio como resultado que la corriente hídrica presenta una clasificación de “Regular” para todas las estaciones de monitoreo. En la siguiente tabla (Tabla 207) se puede apreciar los resultados de los subíndices para el cálculo del ICA.

Tabla 207. Cálculo del ICA-IDEAM río Lejos

Tramo		Corriente hídrica													ICA-IDEAM								
22		Río Lejos											Subíndices ICA		ICA	Clasificación							
RLejos3	RLejos2	RLejos1	msnm	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT			I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SST</sub>	I <sub>DOO</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	
1218	1528	1734	1734	1734	18,00	7,83	182,00	5,20	68,1741	13,50	8,00	4,00	0,030	133	0,1487	0,1109	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6857	Regular
18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,1112	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
7,76	7,78	7,83	7,83	7,83	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,1547	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
200,00	184,00	182,00	182,00	182,00	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0568	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
7,10	5,10	5,20	5,20	5,20	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,1500	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
87,4640	65,2213	68,1741	68,1741	68,1741	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
122,00	16,20	8,00	8,00	8,00	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
0,050	0,030	0,030	0,030	0,030	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
80	133	133	133	133	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
0,1487	0,1109	0,1159	0,1159	0,1159	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
0,1112	0,1651	0,1693	0,1693	0,1693	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	0,1547	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
0,0568	0,0688	0,0702	0,0702	0,0702	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	0,0255	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular
0,6469	0,6750	0,6857	0,6857	0,6857	7,78	7,83	182,00	5,10	65,2213	13,50	16,20	4,00	0,030	133	0,0255	0,1651	0,1547	0,0688	0,1500	0,0255	0,6469	0,6750	Regular

Los menores valores del índice de calidad se dieron en las estaciones RLejos2 (E2) y RLejos3 (3) ubicados después del casco urbano del municipio de Pijao, principalmente asociados a las variaciones de los ensayos de SST, conductividad eléctrica y el % de saturación de oxígeno (Figura 84).

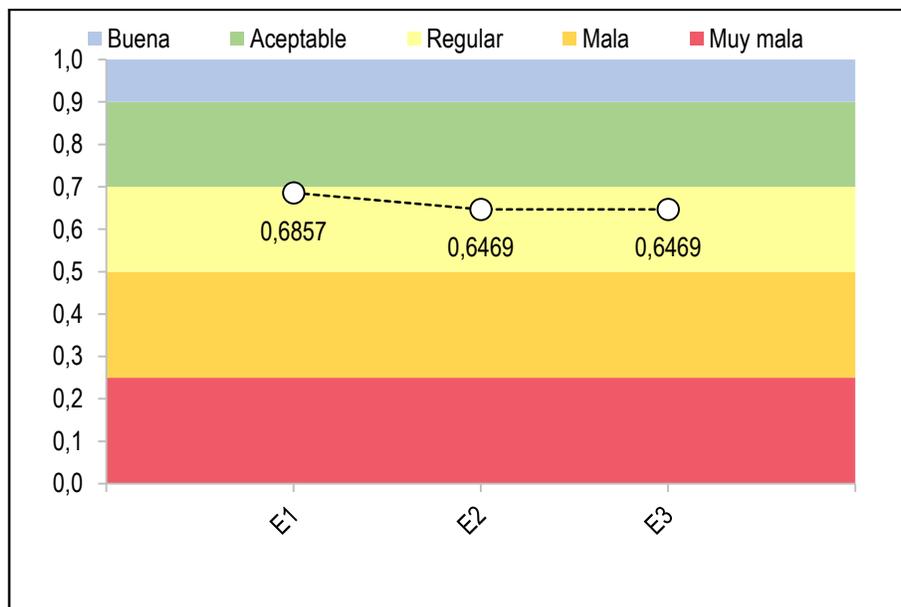


Figura 84. Resultado ICA-IDEAM río Lejos

#### 4.5.1.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 río Lejos

Acorde con los resultados obtenidos en campo y en laboratorio se realizó la comparación con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, en la cual define los usos para el tramo veintidós (22) (preservación de flora y fauna, uso agrícola sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario y uso industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre). En la Tabla 208 se observa que tanto en la estación RLejos1 como en la estación RLejos2 se cumplen con todos los valores establecidos en la Resolución a excepción del parámetro de oxígeno disuelto que solo tiene cumplimiento para la estación localizada antes de la desembocadura al río Barragán (RLejos3). Igualmente, la estación RLejos3 cumple la mayoría de los valores límites para los diferentes parámetros evaluados, sin embargo, el valor del parámetro de sólidos suspendidos totales no cumple teniendo concentraciones mayores a 20 mg/L. En relación con el parámetro de grasas y aceites la concentración reportada por el laboratorio está por debajo del límite de cuantificación del método, por lo anterior no se puede establecer la ausencia o presencia de este parámetro en las muestras tomadas sobre el río Lejos.

Tabla 208. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada río Lejos

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río Lejos (tramo22)			
		RLejos1	RLejos2	RLejos3	
pH	pH (UpH)	7,83	7,78	7,76	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	<1,98	<1,98	<10,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados			Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Río Lejos (tramo22)			
		RLejos1	RLejos2	RLejos3	
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	<13,50	<13,50	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	8,00	16,20	122,00*	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,00	<10,00	<10,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	<0,50	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005	0,00606	<0,005	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,58	<0,58	<0,58	<1,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	<0,03	<0,03	<0,05	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	12,10	10,70	8,60	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,00	1,00	1,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	5,20*	5,10*	7,10	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

#### 4.5.2. Unidad hidrográfica quebrada El Inglés

La quebrada El Inglés nace en el municipio de Pijao en la vereda Carniceros sobre los 2035 m.s.n.m. y desemboca en el río Lejos a los 1651 m.s.n.m. (UniTolima y CRQ, 2019a). El tramo veintitrés (23) está comprendido desde aguas arriba del casco urbano del municipio de Pijao con coordenadas latitud 972651,20 y longitud 1152854,63 (Magna SIRGAS Oeste) hasta la confluencia con el río Lejos entre las coordenadas latitud 970748,92 y longitud 1152265,91 (Magna SIRGAS Oeste). En la Figura 85 se puede observar la ubicación de las tres estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad del tramo veintitrés (23) quebrada El Inglés.

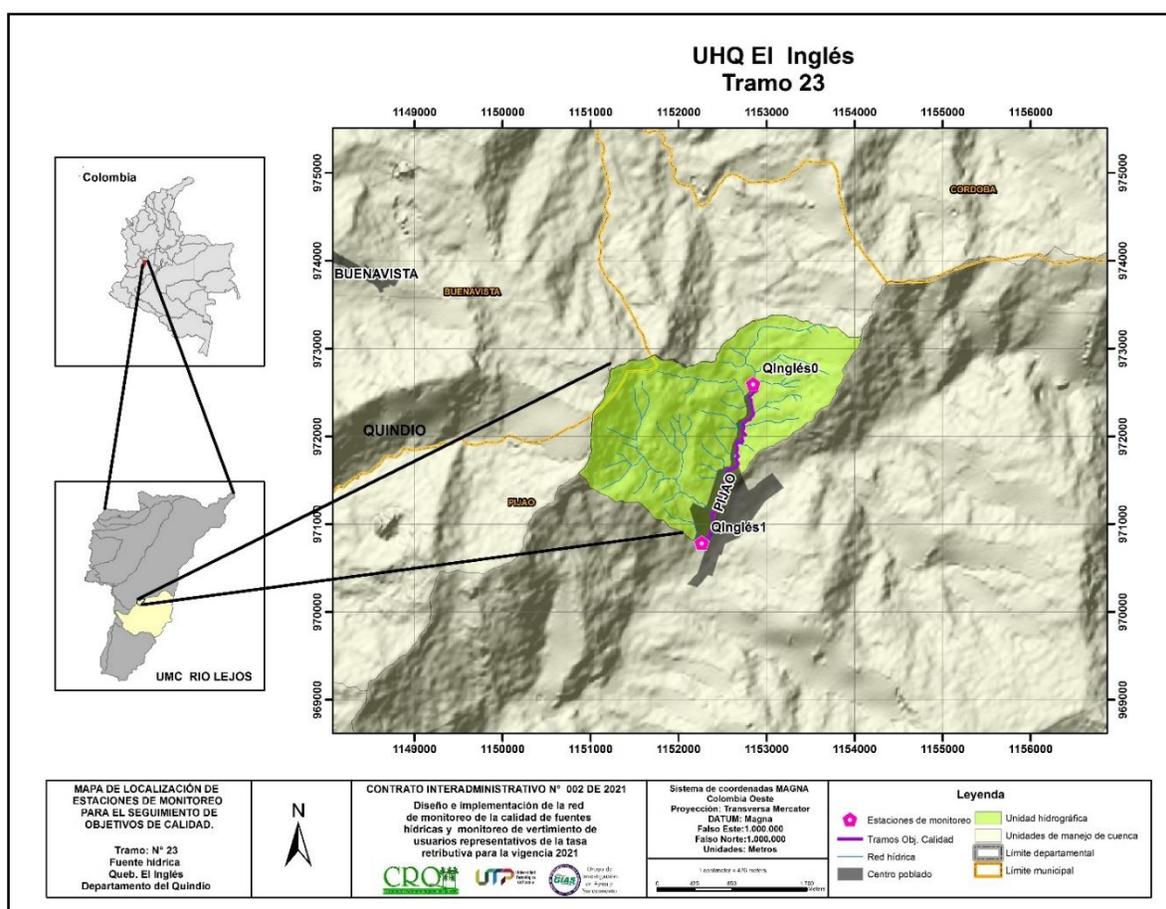


Figura 85. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad quebrada El Inglés

La toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo se realizó el día 13 de diciembre de 2021. En la siguiente tabla (Tabla 209) se presenta en detalle las coordenadas de localización de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo sobre el río Lejos.

Tabla 209. Nombre de las estaciones de monitoreo y sitio de muestreo en la quebrada El Inglés

Tramo	Fuente Hídrica	Código o nombre de la estación	Sitio de muestreo	Municipio	Vereda	Longitud	Latitud	Fecha de monitoreo
23	Quebrada El Inglés	QInglés0	Inicio del tramo, antes del casco urbano de Pijao	Pijao	Poleal	-75,70062	4,347145	13/12/2021
		QInglés1	Final del tramo, antes de la desembocadura al río Lejos	Pijao	Las Pizarras	-75,705928	4,330792	

#### 4.5.2.1. Ensayos *in-situ* quebrada El Inglés

De acuerdo con la información recolectada en campo, entre las estaciones QEInglés0 y QEInglés1 se observa un aumento del caudal, el cual puede estar asociado principalmente a los tributarios y vertimientos que se están presentando en el trayecto del tramo. En relación con los valores registrados de pH, se observó que se encuentran por encima 7,00 UpH, teniendo una diferencia de 0,01 UpH entre las dos estaciones, sin variaciones significativas. Los valores de conductividad tienen una tendencia a disminuir su valor entre las estaciones, teniendo una variación de 19  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A continuación, se puede observar los resultados de los ensayos realizados en campo para cada una de las estaciones de monitoreo (Tabla 210).

Tabla 210. Ensayos determinados en campo, en las estaciones de monitoreo de la quebrada El Inglés

Código de la estación	pH (UpH)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Caudal $\text{m}^3/\text{s}$
QInglés0	7,28	185,0	18,00	0,088
QInglés1	7,27	166,0	20,00	0,223

#### 4.5.2.2. Resultados ensayos de laboratorio quebrada El Inglés

Las concentraciones de  $\text{DBO}_5$  y DQO en la estación QEInglés0, se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método empleado para su determinación. Con respecto al ensayo de  $\text{DBO}_5$  para la estación QEInglés1, se puede evidenciar un aumento en la concentración presentando un valor de 4,06  $\text{mg O}_2/\text{L}$  (Tabla 211).

En términos de concentración de los ensayos de G&A, nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, fósforo total, plomo, mercurio, níquel y cromo reportado por el laboratorio, es inferior al límite de cuantificación del método empleado para su determinación en ambas estaciones.

Los resultados de los sólidos suspendidos totales para las muestras recolectadas durante la jornada de muestreo revelan un aumento en su concentración desde la primera estación hasta la segunda estación, este comportamiento puede estar asociado a los vertimientos o a los procesos erosivos en la parte alta del cauce (Tabla 211).

El parámetro de coliformes totales presenta una tendencia a aumentar a lo largo de las estaciones. Los coliformes fecales presentan una concentración inferior al LCM (<1 NMP/100 mL) en ambas estaciones, mostrando que la quebrada no tiene afectaciones en este ensayo. La concentración del oxígeno disuelto reportado para la estación de QElInglés0 es de 5,1 mg O<sub>2</sub>/L y para la estación QElInglés1 de 7,40 mg O<sub>2</sub>/L teniendo diferencias significativas de una estación a otra, con tendencia a aumentar.

Tabla 211. Resultados de los análisis de laboratorio Quebrada El Inglés

Laboratorio (s)	Ensayo (s)	Unidades	Resultados	
			Quebrada Inglés (tramo 23)	
			QInglés0	QInglés1
LQA	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98±0,05	4,06±0,09
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50±1,54	<13,50±1,54
	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	6,20±0,26	9,10±0,38
	Grasas & Aceites (G&A)	mg/L	<10,00±0,44	10,00±0,44
ANASCOL S.A.S	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500
	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,00500	<0,00500
QUIMICONTROL LTDA	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580±0,0197	<0,580±0,0197
ANASCOL S.A.S	Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00
	Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00
LQA	Fósforo Total	mg P -PO <sub>4</sub> /L	0,04±0,002	0,07±0,003
ANASCOL S.A.S	Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,020	<0,0200
	Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,050	<0,0500
LQA	Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001±0,06	<0,001±0,06
ANASCOL USA	Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,100	<0,100
ANASCOL S.A.S	Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	5,10	7,40
ANASCOL USA	Coliformes totales	NMP/100 mL	145,00	658,60
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,00	1,00

Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método (LCM) utilizado para la determinación del ensayo.

#### 4.5.2.3. Índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) quebrada El Inglés

Se realizó el cálculo de los índices de calidad del agua (ICA-IDEAM) para la quebrada El Inglés teniendo en cuenta los resultados del monitoreo año 2021. En la siguiente tabla (Tabla 212) presenta el resultado del análisis del ICA-IDEAM para la quebrada en mención.

Tabla 212. Cálculo del ICA-IDEAM quebrada El Inglés

Tramo	Corriente hídrica	Estación	Altitud	Temperatura del agua	pH	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	% de Saturación de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sólidos suspendidos totales	Nitrógeno total	Fósforo total	NT/PT	Subíndices ICA					ICA-IDEAM		
														I <sub>%sat.</sub>	I <sub>SS</sub>	I <sub>DS</sub>	I <sub>CE</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>NT/PT</sub>	ICA	Clasificación
23	Quebrada El Inglés	QInglés0	1755	18,00	7,28	185,00	5,10	67,0327	13,50	6,20	4,00	0,040	100	0,1140	0,1702	0,1547	0,0680	0,1500	0,0255	0,6824	Regular
		QInglés1	1651	20,00	7,27	166,00	7,40	100,1142	13,50	9,10	4,00	0,070	57	0,1700	0,1688	0,1547	0,0818	0,1500	0,0255	0,7508	Aceptable

Los cálculos del ICA-IDEAM de la quebrada El Inglés se realizaron para las dos (2) estaciones de monitoreo donde se obtuvo para la estación QInglés0 (E1) la clasificación de “Regular” y aguas abajo en la estación QInglés1 (E2) el índice aumentó al rango “Aceptable” principalmente por variaciones en los parámetros de conductividad eléctrica y porcentaje de saturación de oxígeno (ver Figura 86).

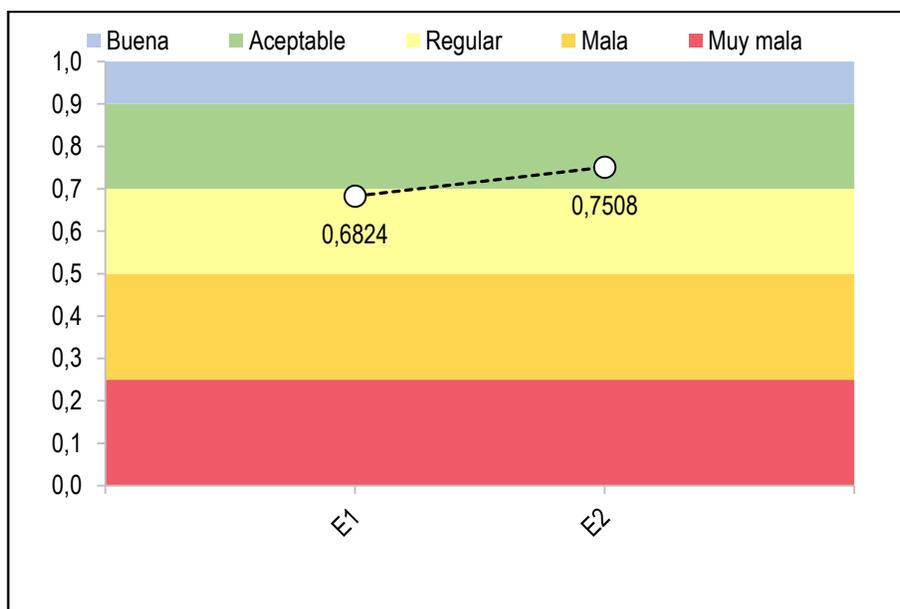


Figura 86. Resultado ICA-IDEAM quebrada El Inglés

#### 4.5.2.4. Objetivos de calidad-Resolución 1736 de 2020 quebrada El Inglés

Teniendo en cuenta los resultados en campo y en laboratorio, se realiza una comparación con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución CRQ 1736 de 2020, estas se definen los usos correspondientes a la preservación de flora y fauna, usos agrícolas sin restricciones, uso recreativo con contacto secundario e industrial designados para el tramo veintitrés (23). Se puede apreciar en la Tabla 213 que la estación QInglés0 no cumple con los valores de oxígeno disuelto. Los demás parámetros cumplen con los límites establecidos en esta Resolución.

Tabla 213. Cumplimiento de objetivos de calidad Resolución CRQ 1736 de 2020 quebrada El Inglés

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Inglés (tramo23)		
		QInglés0	QInglés1	
pH	pH (UpH)	7,28	7,27	6,5-8,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	<1,98	4,06	<10,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	<13,50	<13,50	<15,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	6,20	9,10	<20,00
Grasas & Aceites (G&A) **	mg/L	<10,00	<10,00	Ausente
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg N-NO <sub>3</sub> /L	<0,500	<0,500	<10,00
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg N-NO <sub>2</sub> /L	<0,005	<0,005	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg N-NH <sub>3</sub> /L	<0,580	<0,580	<1,00

Parámetro (s)	Unidades	Resultados		Resolución 1736 de 2020 objetivos de calidad
		Quebrada Inglés (tramo23)		
		QInglés0	QInglés1	
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg N/L	<4,00	<4,00	Análisis y reporte
Fósforo Total	mg P/L	0,04	0,07	Análisis y reporte
Cromo (Cr)	mg Cr/L	<0,02	<0,02	<0,10
Níquel (Ni)	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,20
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	<0,001	<0,001	<0,01
Plomo (Pb)	mg Pb/L	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes totales	NMP/100 mL	145,00	658,60	<5.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,00	1,00	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	5,10*	7,40	>7,00

\*Concentraciones que no cumplen el valor de referencia según la Resolución CRQ 1736 de 2020

\*\* A través de análisis de laboratorio se definió la detectabilidad del parámetro grasas y aceite (G&A); si la concentración es menor (<) al límite de cuantificación del método (LCM) implementado, se establece que no es detectable, y si está por encima del valor LCM se define que es detectable el parámetro de G&A en las estaciones monitoreadas.

## 5. CONCLUSIONES

La campaña de monitoreo de fuentes hídricas del departamento del Quindío implementada en el año 2021 se realizó en ciento dos (102) estaciones de monitoreo, en cinco (5) Unidades de Manejo de Cuenca (UMC): río Roble, río Quindío, quebrada Buenavista, río Rojo y río Lejos. Para la selección de los parámetros analizados se tuvieron en cuenta los objetivos de calidad definidos en los actos administrativos expedidos por la CRQ, correspondiente a las Resoluciones CRQ 1736 de 2020, 1844 de 2020 y 1349 de 2016, y los ensayos incluidos en la guía metodológica del IDEAM para el cálculo del ICA.

En la UMC río Quindío, las corrientes hídricas correspondientes a las quebradas El Pescador, Las Delicias (Q. Margaritas), La Congala, La Española, La Siberia, El Mudo, La Calzada y río Boquerón, cumplieron totalmente los objetivos de calidad que fueron adoptados mediante la Resolución CRQ No. 1736 del 2020; de esta manera, las concentraciones de los parámetros de interés para cada caso se encuentran por debajo del límite permisible establecidos en el referido acto administrativo, lo que indica que estas fuentes hídricas en el punto y momento de muestreo presentan aptitud para los diferentes usos asignados en el acto administrativo. (CATEGORIAS DE USO SEGÚN LA RESOLUCIÓN 1-2-4-3-5-7-8-10-13). Las demás corrientes hídricas de los ríos Quindío, Santo Domingo, Verde, y las quebradas La Florida, El Naranjal, La Picota, San Nicolás (Quebrada Cafetero) y Agua Bonita, tuvieron un cumplimiento parcial, los parámetros cuyas concentraciones presentaron valores diferentes a los establecidos en el acto administrativo fueron oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal y coliformes totales, en el punto y momento de muestreo.

La UMC quebrada Buenavista obtuvo mayor incumplimiento en los ensayos de Oxígeno disuelto, pH, y Coliformes totales, en cuanto a los valores de referencia que fueron fijados mediante la Resolución CRQ 1736 de 2020. La quebrada Mina Rica logró el cumplimiento de todos los objetivos de calidad representativo para el momento y el punto donde se realizó el muestreo, así mismo señalando que no se presentaron limitaciones para el desarrollo de la actividad de navegación y transporte acuático. Las quebradas Buenavista, San José y Agua Linda presentaron un cumplimiento parcial de los objetivos de calidad fijados en este mismo acto administrativo, generando limitación para los usos establecidos referentes a preservación de flora y fauna, agrícola sin restricciones, recreativo con contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre, para el caso de las quebradas Buenavista y San José, y navegación y transporte para la quebrada Agua Linda.

Las dieciséis (16) corrientes hídricas que integran la UMC del río Roble presentaron un cumplimiento parcial de los objetivos de calidad adoptados en la Resolución CRQ 1844 de 2020 para el río Roble y las quebradas Cajones y Portachuelo, y en la Resolución CRQ 1736 de 2020 para las demás corrientes. Lo anterior indica que para el momento y punto del muestreo de la Campaña de Monitoreo 2021, los usos categorizados en los actos administrativos correspondientes para los tramos definidos presentaron limitaciones, principalmente registrando valores por fuera de los objetivos de calidad en los ensayos de nitrógeno amoniacal, coliformes totales y DQO.

En el caso de la UMC río Rojo las tres (3) corrientes hídricas presentaron cumplimiento parcial de los criterios de calidad según las categorías de uso que se definieron en la Resolución CRQ 1736 de 2020. Los ríos Gris y Rojo tiene usos asignados de consumo humano y doméstico (solo desinfección), consumo humano y doméstico (tratamiento convencional), agrícola con restricciones y recreativo contacto primario, para el caso del río San Juan se asignaron los usos de preservación de flora y fauna, agrícola sin restricciones, recreativo contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre. Los parámetros de mayor incumplimiento en los tramos definidos para los ríos Gris y San Juan fueron nitrógeno amoniacal y oxígeno disuelto, y en río Rojo los SST, limitando los usos para el punto y el momento en que se realizó la toma de las muestras.

Por último, la UMC del río Lejos obtuvo igualmente un cumplimiento parcial de los objetivos de calidad por categoría de uso, correspondientes a preservación de flora y fauna, agrícola sin restricciones, recreativa contacto secundario e industrial: explotación manual de material de construcción y material de arrastre. Para el punto y el momento de la toma de las muestras sobre el río Lejos, los ensayos de SST y oxígeno disuelto estuvieron por fuera de los valores de referencia adoptados en la Resolución CRQ 1736 de 2020, y para el caso de la quebrada El Inglés, los valores de oxígeno disuelto estuvieron por debajo de lo dispuesto en el mismo acto administrativo.

El cálculo del ICA-IDEAM permitió identificar que para las treinta y siete (37) fuentes hídricas del departamento cuyos objetivos de calidad fueron establecidos mediante la Resolución 1736 de 2020, obtuvieron valores en el rango “Aceptable” en cincuenta y cuatro (54) estaciones de monitoreo, veintiséis (26) se ubicaron en el rango “Regular” y cuatro (4) que se encuentran en el rango “Mala”, correspondiente a QSanNicolas1 (QCafetero1), QCristales2, REspejo3 y QEIReposo1.

Para las trece (13) estaciones del río Roble y sus tributarios incluidos en los objetivos de calidad adoptados mediante la Resolución CRQ 1844 de 2020, los valores de ICA-IDEAM calculados obtuvieron para nueve (9) de ellas una clasificación de “Aceptable” y cuatro (4) en “Regular”.

En el caso del río Quindío, las cinco (5) estaciones con objetivos de calidad fijados mediante Resolución CRQ 1489 de 2016, presentaron valores en el rango de “Aceptable”.

Para la fuente hídrica del río Lejos se apreció en el análisis del ICA-IDEAM una clasificación de “Regular” para las tres estaciones de monitoreo, donde los parámetros de oxígeno disuelto, SST y conductividad eléctrica influyeron notablemente en los cálculos de los subíndices. Los valores de los parámetros antes nombrados posiblemente se vean influenciados por los procesos erosivos presentes en la parte alta de la microcuenca generando arrastre de material. Esta misma situación se presenta en microcuenca del río Gris, donde este mismo fenómeno puede estar afectando principalmente el ensayo de conductividad eléctrica que registra altos valores para las dos estaciones ubicadas sobre la corriente hídrica.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Behmel, S., Damour, M., Ludwig, R., & Rodriguez, M. J. (2016). Water quality monitoring strategies — A review and future perspectives. *Science of the Total Environment*, 571, 1312–1329. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.235>
- Beita-Sandí, W., & Barahona-Palomo, M. (2010). Físico-química de las aguas superficiales de la Cuenca del río Rincón, Península de Osa, Costa Rica. *UNED Research Journal*, 2(2), 157–179. <https://doi.org/10.22458/urj.v2i2.156>
- Corporación Autónoma Regional del Quindío. (2015a). *Modelación de la calidad del agua río Roble municipios de Circasia y Montenegro, departamento del Quindío*.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío, Fundación Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe y Universidad del Tolima. (2015b). *Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Quindío*.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío y Universidad Tecnológica de Pereira. (2021). *Línea base de usuarios generadores de vertimientos a fuentes hídricas superficiales con objetivos de calidad en el departamento del Quindío*.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío y Universidad Tecnológica de Pereira. (2022). *Diseño de la red de monitoreo de las fuentes hídricas principales con objetivos de calidad en el departamento del Quindío*.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2011). *Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del agua superficial*. 571, 3527180. [www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2018). *Reporte de avance del estudio nacional del agua ENA 2018*.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (n.d.). *Agua - Metodologías de análisis Laboratorio de Calidad Ambiental*. <http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos>
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2007). *Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua*.
- Metcalf & Eddy Companies, I. (1995). *Ingeniería de las aguas residuales - Tratamiento, Vertidos y Reutilización*. In *España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, II tomo*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS (2015). *Resumen del Decreto 1076 de 2015 (Decreto único reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible). Justicia Ambiental*. <https://justiciaambientalcolombia.org/resumen-decreto-1076/>

- Organización Mundial de la Salud. (2007). pH in drinking-water Revised background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. In *Guidelines for drinking water quality* (Vol. 2, Issue 2). [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/131953/1/9789240692695\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/131953/1/9789240692695_spa.pdf)
- Persichetti, G., & Bernini, R. (2016). Water monitoring by optofluidic Raman spectroscopy for in situ applications. *Talanta*, 155, 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.03.102>
- Ramírez, C. A. S. (2021). *Calidad del agua evaluación y diagnostico* (Ediciones).
- Universidad del Tolima y Corporación Autónoma Regional del Quindío. (2019a). *Objetivos de calidad del agua (219-2029) en fuentes receptoras de vertimientos del departamento del Quindío* (Issue 004).
- Universidad del Tolima y Corporación Autónoma Regional del Quindío. (2019b). *Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico. río Roble, quebrada Portachuelo y quebrada Cajones*.
- Voudouris, K., y Voutsas, D. (2012). *Water Quality Monitoring and Assessment Edited by Kostas Voudouris*.

## 7. ANEXOS

### ANEXO A

#### RESOLUCIÓN DE ACREDITACIÓN LABORATORIOS

[1] GIAS: RESOLUCIÓN 1354 DE 2019 DEL IDEAM

[2] LABORATORIO LQA: RESOLUCIÓN 0886 DE 2021 DEL IDEAM

[3] LABORATORIO ANASCOL S.A.S. RESOLUCIÓN 1608 DE 2021 DEL IDEAM

[4] LABORATORIO ANASCOL USA: CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN E861142-29 DEL 2021 DEL NATIONAL ENVIRONMENTAL LABORATORY ACCREDITATION PROGRAM (EU)

[5] LABORATORIO HIDROLAB COLOMBIA LTDA. RESOLUCIÓN 0238 DE 2021 DEL IDEAM

[6] LABORATORIO QUIMICONTROL RESOLUCIÓN 0209 DE 2021 DEL IDEAM

**ANEXO B**

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DETERMINADOS EN CAMPO**

**ANEXO C**

**INFORMES DE LABORATORIO**

**ANEXO D**

**CALCULOS DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA-IDEAM FORMATO DIGITAL)**